

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRÉ LUIS TADEU OLIVO WOLINSKI

EFEITOS DO DERRAME EXPERIMENTAL DE ÓLEO  
BUNKER MF-180 EM MARISMAS DA BAÍA DE PARANAGUÁ  
(PARANÁ, BRASIL)

PONTAL DO PARANÁ

2009

ANDRÉ LUIS TADEU OLIVO WOLINSKI

EFEITOS DO DERRAME EXPERIMENTAL DE ÓLEO  
BUNKER MF-180 EM MARISMAS DA BAÍA DE PARANAGUÁ  
(PARANÁ, BRASIL)

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Ciências. Curso de  
Pós-graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos,  
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Paulo da Cunha Lana

PONTAL DO PARANÁ

2009

**“EFEITOS DO DERRAME EXPERIMENTAL DE ÓLEO  
BUNKER MF180 EM MARISMAS DA BAÍA DE PARANAGUÁ  
(PARANÁ, BRASIL).”**

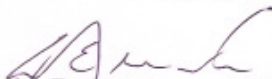
**POR**

**ANDRÉ LUIS TADEU OLIVO WOLINSKI**

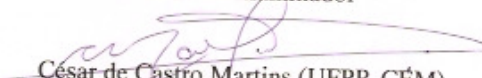
Dissertação nº 022 aprovada como requisito parcial do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Paulo da Cunha Lana (UFPR-CEM)  
Orientador e Presidente



Carlos Emilio Benvenuti (FURG)  
Membro Examinador



César de Castro Martins (UFPR-CEM)  
Membro Examinador



Sérgio Antonio Netto (UNISUL)  
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 27 de Fevereiro de 2009.



**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS  
COSTEIROS E OCEÂNICOS**

**Centro de Estudos do Mar - Setor Ciências da Terra - UFPR**  
Aven. Beira-mar, s/nº - Pontal do Sul - Pontal do Paraná - Paraná - Brasil  
Tel. (41)3455-3620 - Fax (41)3455-3623 - www.cem.ufpr.br/pgsisco - E-mail: pgsisco@ufpr.br

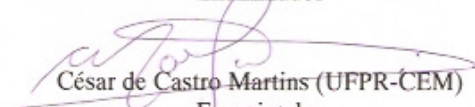
**TERMO DE APROVAÇÃO**

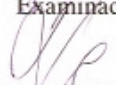
**André Luis Tadeu Olivo Wolinski**


**“EFEITOS DO DERRAME EXPERIMENTAL DE ÓLEO BUNKER  
MF180 EM MARISMAS DA BAÍA DE PARANAGUÁ (PARANÁ,  
BRASIL).”.**

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de  
Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos, da Universidade Federal do  
Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

  
Carlos Emílio Benvenuti (FURG)  
Examinador

  
César de Castro Martins (UFPR-CEM)  
Examinador

  
Sérgio Antonio Netto (UNISUL)  
Examinador

  
Paulo da Cunha Lana (UFPR-CEM)  
Presidente

Pontal do Paraná, 27 de Fevereiro de 2009.

*Dedico este trabalho ao meu Deus,  
Rei de reis e Senhor dos senhores,  
a minha amada esposa Ana Paula  
e aos meus pais, Luiz e Marlene.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu Senhor que me proporcionou estar fazendo este mestrado e, principalmente, tê-lo concluído.

A minha esposa Ana Paula que fez vários sacrifícios junto comigo, sendo um suporte de inestimável valor em todo tempo.

Aos meus pais Luiz Daniel e Marlene Wolinski, agradeço a Deus por ser seu filho.

Aos amigos e pastores Alberto e Silvana Macedo pelo incentivo, apoio e orações.

Ao Professor Dr. Paulo da Cunha Lana, é uma honra estar ao teu lado sendo abençoado por tamanha sabedoria, conhecimento e excelência.

Ao colega Leonardo Sandrini Neto pelo imensurável apoio com a estatística.

A empresa Alpina Briggs Defesa Ambiental S/A, que permitiu a conciliação do trabalho com estudo, dando suporte em todo o experimento. A todos os companheiros de trabalho, em especial aos senhores Amarildo Araújo da Silva, Nelson Deni Pereira, Marcelo de Souza e Jean Gouveia.

Muito obrigado a todas as outras pessoas que de alguma forma contribuíram para que houvesse êxito em mais esse projeto.

*“E o menino crescia, e se fortalecia em espírito, cheio de sabedoria;  
e a graça de Deus estava sobre ele.”*

*Lc 2:40*

## RESUMO

A importância relativa do petróleo tem aumentado com o crescimento populacional mundial, trazendo um correspondente aumento do risco de acidentes e derrames, que colocam em risco a saúde humana e o meio ambiente. Um dos ambientes mais afetados por derrames de óleo em áreas costeiras ou estuarinas confinadas são as marismas, ambientes considerados particularmente sensíveis ou vulneráveis ao óleo. Em muitos casos, os danos causados pelos procedimentos de resposta ou limpeza após derrames são tão ou mais graves do que os gerados pelo próprio óleo. Uma das técnicas de resposta tradicionalmente utilizadas em marismas após acidentes é o corte das marismas impactadas e a remoção da biomassa vegetal afetada. Este procedimento continua a ser aplicado, apesar de fortemente questionado. Para avaliar experimentalmente a eficácia do corte e remoção de biomassa vegetal como técnica de resposta, simulamos o impacto de um derrame de óleo bunker MF-180 em marismas de *Spartina alterniflora* em setores de baixa e alta energia da Baía de Paranaguá (Paraná, S Brasil) e acompanhamos as respostas de sua altura máxima, biomassa seca, densidade e número de plantas com flores em áreas impactadas por óleo, áreas impactadas por óleo e cortadas e áreas controle. O corte e a remoção da vegetação não se mostraram eficazes para promover ou acelerar a recuperação de marismas impactadas por óleo. Verificamos que mesmo em ambientes abrigados a degradação natural do óleo e a recuperação das marismas são relativamente rápidas. Independente da adoção ou não do corte, as marismas se recuperaram no prazo de seis meses, tanto em áreas de baixa como de alta energia. Evidências visuais de óleo deixaram de ser registradas após três meses em marismas de substrato lodoso e quatro meses em marismas de substrato arenoso, provavelmente devido à ação diferenciada de bactérias e outros processos de degradação facilitados pela floculação óleo-argila. Os efeitos deletérios do pisoteio tornam essa técnica proibitiva em substratos lodosos e apenas aceitável em substratos mais arenosos e firmes. Os resultados deste experimento mostram que procedimentos de mitigação deste tipo têm justificativas mais estéticas do que técnicas e devem ser evitados sempre que possível. Cortes deveriam ser praticados apenas em situações excepcionais, quando há riscos efetivos de contaminação do lençol freático próximo de zonas urbanas que captam água de poços artesianos, quando há evidentes prejuízos estéticos ou sócio-econômicos em áreas de interesse turístico ou quando há riscos reais para espécies de interesse conservacionista.

Palavras-chaves: Óleo, derrame, marisma, *Spartina alterniflora*, corte como técnica de remediação, Baía de Paranaguá

## ABSTRACT

The importance of petroleum products has increased with population growth, along with a corresponding increase in the risk of oil spills and other accidents harmful to human and environmental health. In coastal and estuarine areas, salt marshes are thought to be quite vulnerable to the effects of oil spills. Cutting and removal of the affected marsh plants is the traditionally used method for recovery and continues to be used, despite intense debate surrounding its adequacy. Cleaning efforts often cause as much or more damage than the original oil spill. To experimentally test the efficacy of cutting and removal of marsh plants, we simulated an oil spill (bunker MF-180) in *Spartina alternifolia* salt marshes in two regions (high and low energy) in Paranaguá Bay, in the southern Brazilian state of Paraná. Three treatments were used: oil spill followed by no treatment, oil spill followed by cutting and removal of *S. alternifolia* and controls. In each, we measured plant height, dry biomass, density of culms and number of plants with flowers. Cutting and removal of the vegetation were inefficient in promoting or accelerating the recovery of the impacted areas. We found that in sheltered areas, natural degradation and salt marsh recuperation were relatively rapid. With and without cutting, the salt marsh had recovered in about six months in both high and low energy areas. Visual evidence of oil residues was no longer found three months after the oil spill in muddy areas and four months later in sandy areas, probably due to differential bacterial activity in the two soil types, since clays may facilitate degradation due to oil-clay flocculation. The impact of people walking around during plant removal also influences recovery and should only be used in sandy and firm bottoms, rather than clay. Results of this experiment suggest that cutting and removal are more aesthetic than technical and should be avoided whenever possible. Cutting and removal should only be used in situations in which the oil must be removed more rapidly, such as when it threatens groundwater sources near urban areas, or when evidence of socio-economic problems of the spill are evident (such as tourism), or when there are risks to important species for conservation. On the other hand, and depending on the severity of the spill, leaving the salt marsh to recover on its own (natural remediation) is probably often the best, and most economical, method.

Keywords: oil, oil spill, salt marsh, *Spartina alterniflora*, vegetation cutting, Bay of Paranaguá

## LISTAS DE FIGURAS

FIGURA	1	- BAÍA DE PARANAGUÁ (PARANÁ, BRASIL), COM INDICAÇÃO DOS SETORES ILHA DAS PEÇAS (IPC) E ANTONINA (ANT) – ESCALA 1:430.000 .....	19
FIGURA	2	- CROQUIS COM DISPOSIÇÃO DAS ÁREAS E UNIDADES EXPERIMENTAIS EM CADA SETOR. TRATAMENTO ÓLEO COM CORTE – OC, ÓLEO – O E CONTROLE .....	20
FIGURA	3	- IMAGEM DOS DOIS TRATAMENTOS EM UMA DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS NA ILHA DAS PEÇAS (IPC), COM LONA PLÁSTICA PARA CONTENÇÃO TEMPORÁRIA) .....	21
FIGURA	4	- PROCEDIMENTO DE DERRAME DO ÓLEO BUNKER MF-180 SOBRE AS PLANTAS .....	21
FIGURA	5	- UNIDADE EXPERIMENTAL (TRATAMENTO O) COM LONA PLÁSTICA DE CONTENÇÃO .....	22
FIGURA	6	- CORTE DAS MARISMAS: A – ILHA DAS PEÇAS (IPC) E B – ANTONINA (ANT) .....	22
FIGURA	7	- UNIDADE EXPERIMENTAL DIVIDIDA EM QUADRATS .....	23
FIGURA	8	- SUBÁREA AMOSTRADA DE 900 CM <sup>2</sup> .....	23
FIGURA	9	- PROCEDIMENTO DE TRIAGEM DA BIOMASSA VIVA DE <i>Spartina alterniflora</i> .....	24
FIGURA	10	- SECAGEM DE MATERIAL VEGETAL EM ESTUFA .....	24
FIGURA	11	- SIMULAÇÃO DO IMPACTO EM UMA DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS DE ANTONINA .....	25
FIGURA	12	- PREPARAÇÃO PARA IMPACTO NA ILHA DAS PEÇAS .....	26
FIGURA	13	- TOUCEIRAS IMPACTADAS POR ÓLEO NA ILHA DAS PEÇAS .....	26
FIGURA	14	- ÁREA EXPERIMENTAL ANTES DO CORTE (ANTONINA) .....	26
FIGURA	15	- ÁREA EXPERIMENTAL DEPOIS DO CORTE (ANTONINA) .....	26
FIGURA	16	- ÁREA EXPERIMENTAL ANTES DO CORTE (ILHA DAS PEÇAS) .....	27
FIGURA	17	- ÁREA EXPERIMENTAL DEPOIS DO CORTE (ILHA DAS PEÇAS) .....	27
FIGURA	18	- CRESCIMENTO DAS PLANTAS DO TRATAMENTO OC EM ANTONINA 15 DIAS APÓS O IMPACTO E 7 DIAS APÓS O CORTE .....	27
FIGURA	19	- PLANTAS IMPACTADAS COM ÓLEO, TRATAMENTO O EM ANTONINA 15 DIAS APÓS O IMPACTO .....	27
FIGURA	20	- CRESCIMENTO DAS PLANTAS DO TRATAMENTO OC NA ILHA DAS PEÇAS 15 DIAS APÓS O IMPACTO E 7 APÓS O CORTE .....	28

FIGURA	21	- PLANTAS IMPACTADAS COM ÓLEO, TRATAMENTO O NA ILHA DAS PEÇAS 15 DIAS APÓS O IMPACTO .....	28
FIGURA	22	- ÁREA A2 COM TRATAMENTO OC, APARENTEMENTE SEM RECUPERAÇÃO .....	28
FIGURA	23	- PLANTAS EM ANTONINA COM DECOMPOSIÇÃO ACENTUADA (2ª COLETA) .....	29
FIGURA	24	- DECOMPOSIÇÃO DAS PLANTAS NA ILHA DAS PEÇAS .....	29
FIGURA	25	- AMBIENTE SEM PRESENÇA DE ÓLEO EM ANTONINA NO 3º MÊS (OBSERVAÇÃO VISUAL) .....	30
FIGURA	26	- PRESENÇA DE PLANTAS AINDA COM ÓLEO NA ILHA DAS PEÇAS NO 3º MÊS .....	30
FIGURA	27	- PASSAGEM PARA EMBARCAÇÃO FEITA PRÓXIMO A ÁREA DO EXPERIMENTO .....	31
FIGURA	28	- AMBIENTE SEM PRESENÇA DE ÓLEO NA ILHA DAS PEÇAS NO 4º MÊS .....	32
FIGURA	29	- ÁREA A2, TRATAMENTO OC, ÁREA COM RECUPERAÇÃO PARCIAL	32
FIGURA	30	- PLANTAS SENESCENTES COM COLORAÇÃO AMARELADA EM ANTONINA .....	33
FIGURA	31	- EFEITOS DO PISOTEIO AO REDOR DA ÁREA DO EXPERIMENTO EM ANTONINA .....	33
FIGURA	32	- EROSÃO PRÓXIMA A ÁREA A2 (5ª COLETA) .....	34
FIGURA	33	- IMAGEM DA ÁREA A3, INDICANDO UMA RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS IMPACTADAS (5ª COLETA), QUE JÁ NÃO DIFERIAM VISUALMENTE DAS ÁREAS ADJACENTES .....	34
FIGURA	34	- ÁREA ERODIDA NA ILHA DAS PEÇAS (6ª COLETA) .....	35
FIGURA	35	- ÁREA ERODIDA NA ILHA DAS PEÇAS (7ª COLETA) .....	35
FIGURA	36	- MORTALIDADE EM MASSA PRÓXIMO A ÁREA DO EXPERIMENTO (A2), POR MOTIVO DESCONHECIDO .....	36
FIGURA	37	- EROSÃO ACENTUADA NA ILHA DAS PEÇAS (9ª COLETA) .....	37
FIGURA	38	- EROSÃO ATINGINDO A ÁREA DO EXPERIMENTO (10ª COLETA) .....	37
FIGURA	39	- EROSÃO PRÓXIMO A ÁREA DO EXPERIMENTO (10ª COLETA) .....	37
FIGURA	40	- VISTA GERAL DA MARISMA DA ILHA DAS PEÇAS APÓS 10 MESES DE IMPACTO .....	38
FIGURA	41	- VISTA GERAL DA MARISMA DE ANTONINA APÓS 10 MESES DE IMPACTO .....	38
FIGURA	42	- VARIAÇÃO DA ALTURA MÁXIMA DAS MARISMAS DE <i>Spartina alterniflora</i> NOS TRATAMENTOS ÓLEO, ÓLEO CORTE E CONTROLE DOS SETORES ILHA DAS PEÇAS E ANTONINA .....	42

FIGURA	43	-	VARIAÇÃO DA BIOMASSA SECA DAS MARISMAS DE <i>Spartina alterniflora</i> NOS TRATAMENTOS ÓLEO, ÓLEO CORTE E CONTROLE DOS SETORES ILHA DAS PEÇAS E ANTONINA .....	43
FIGURA	44	-	VARIAÇÃO DA DENSIDADE DAS MARISMAS DE <i>Spartina alterniflora</i> NOS TRATAMENTOS ÓLEO, ÓLEO CORTE E CONTROLE DOS SETORES ILHA DAS PEÇAS E ANTONINA .....	44
FIGURA	45	-	DADOS DE NÚMERO DE PLANTAS COM FLORES DOS TRATAMENTOS ÓLEO, OLÉO CORTE E CONTROLE DO SETOR ILHA DAS PEÇAS. ....	45
FIGURA	46	-	ÁREA SEM RECUPERAÇÃO APÓS 9 MESES DO IMPACTO. SETOR ILHA DAS PEÇAS, ÁREA A2, TRATAMENTO OC .....	50

## LISTAS DE TABELAS

TABELA	1	- CRONOGRAMA DETALHADO DAS COLETAS EM AMBOS OS SETORES .....	23
TABELA	2	- RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA DENSIDADE DE <i>Spartina alterniflora</i> .....	40
TABELA	3	- RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ALTURA MÁXIMA DE <i>Spartina alterniflora</i> .....	40
TABELA	4	- RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA BIOMASSA DE <i>Spartina alterniflora</i> .....	41
TABELA	5	- TABELA COMPARATIVA DOS MESES EM QUE FORAM REGISTRADAS DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS NAS VARIÁVEIS FLORÍSTICAS ENTRE OS TRATAMENTOS O (ÓLEO) E OC (ÓLEO CORTE) POR SETOR. AS QUADRÍCULAS PREENCHIDAS INDICAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS .....	47
TABELA	6	- TABELA COMPARATIVA DOS MESES EM QUE FORAM REGISTRADAS DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS NAS VARIÁVEIS FLORÍSTICAS ENTRE OS TRATAMENTOS O (ÓLEO) E OC (ÓLEO CORTE) E CONTROLE POR SETOR. AS QUADRÍCULAS PREENCHIDAS INDICAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS .....	48

## SUMÁRIO

<b>1</b>	- <b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	- <b>OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	- <b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>17</b>
<b>4</b>	- <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
4.1	- PROCESSAMENTO DOS DADOS .....	24
<b>5</b>	- <b>RESULTADOS</b> .....	<b>25</b>
5.1	- REGISTRO VISUAL DAS ATIVIDADES DE CAMPO AO LONGO DO EXPERIMENTO .....	25
5.2	- ANÁLISE DAS RESPOSTAS DAS VARIÁVEIS FLORÍSTICAS .....	39
5.2.1	- Os pressupostos estatísticos e as tendências gerais de variação biológica .....	39
5.2.2	- A variabilidade natural das marismas nos setores Antonina (ANT) e Ilha das Peças (IPC) .....	41
5.2.3	- Efeitos dos tratamentos óleo (O) e óleo corte (OC) .....	42
5.2.3.1	- Altura máxima .....	42
5.2.3.2	- Biomassa seca .....	43
5.2.3.3	- Densidade .....	44
5.2.3.4	- Plantas com flores .....	45
<b>6</b>	- <b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>46</b>
<b>7</b>	- <b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>54</b>
<b>8</b>	- <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>55</b>
	<b>ANEXO 1</b> .....	<b>60</b>
	<b>ANEXO 2</b> .....	<b>72</b>

## 1 – INTRODUÇÃO

Derivados de petróleo são utilizados como combustível para veículos e equipamentos industriais, para o aquecimento de casas e para a fabricação de plásticos, borrachas e produtos farmacêuticos. A importância relativa do petróleo tem aumentado com o correspondente crescimento populacional mundial, mantido em grande parte por esta matriz energética. Estima-se que em 2020 as quantidades de óleo utilizadas por países desenvolvidos ou em desenvolvimento serão muito superiores às atuais. Mantidas estas projeções, os Estados Unidos necessitarão de um aumento de 50% de gás natural e de 33% de óleo para atender a demanda energética de sua crescente população e de sua economia; os países em desenvolvimento, principalmente no caso da China e Índia, necessitarão de quantidades muito semelhantes às dos países industrializados (NRC, 2003).

Essa previsão, válida também para o Brasil, é claramente explicitada no “Plano Estratégico PETROBRAS 2020 – Plano de Negócios 2008-2012” da PETROBRAS, a maior empresa e indústria petrolífera brasileira. Este plano prevê um aumento de 80% na produção de óleo, gás natural liquefeito e gás natural até o ano de 2015, com a produção de 4153 milhões boed (barris de óleo equivalente por dia) muito superior aos 2298 milhões boed de 2006 (PETROBRAS, 2008a, b).

Tudo isso implica uma grande quantidade de óleo produzido, transportado e armazenado. No decorrer desses processos, ocasionalmente acontecem acidentes e derrames, que colocam em risco a saúde humana e o meio ambiente (EPA, 1999). Estima-se que 53% do óleo derramado no oceano sejam provenientes de fontes antrópicas, sendo 38% proveniente de consumo, 12% de transporte e 3% da produção ou extração (Souza, 2007). Segundo dados da ITOPF (2008), mais de 5 milhões e meio de toneladas de óleo foram derramadas no mar de 1970 a 2007, contabilizados apenas os derrames provenientes de navios e maiores que 7 toneladas. Nos anos 70 aconteceram 788 vazamentos com 3142 t de óleo derramadas; nos anos 80, 449 vazamentos e 1176 t de óleo derramadas; nos anos 90, 358 vazamentos e 1138 t de óleo derramadas e entre os anos 2000 a 2007, 149 vazamentos com 192 t derramadas.

O primeiro derrame de grande importância foi o do petroleiro Torrey Canyon, ocorrido em 1967 na Inglaterra. Após o encalhe do navio, foram liberadas 123000 t de óleo, que atingiu áreas costeiras inglesas e francesas e causou mortalidade de aves, além de prejuízos à pesca e turismo. Em 1989, o petroleiro Exxon Valdez derramou 37000 t em uma área abrigada na costa do Alaska, com importantes recursos biológicos e atividades de importância socioeconômica, no que foi considerado um dos piores eventos da história (Etkin, 1999; CETESB, 2008).

Os três maiores vazamentos da história aconteceram no Kuwait, devido à Guerra do Golfo, em 1991, com 816300 t derramadas; no poço de petróleo Ixtoc no México com 476190 t de óleo e na plataforma petrolífera Nowruz, no Irã, com 27.109 t derramadas (Etkin, 1999).

Nem todos os acidentes ocorridos no Brasil foram adequadamente registrados ou documentados. O incidente mais antigo que se conhece foi o vazamento do Navio tanque Sinclair Petrolere, de bandeira americana, em 6 de dezembro de 1960, considerado o maior petroleiro do mundo da época, que teria vazado 59.860 t de óleo em local desconhecido da costa brasileira (Etkin, 1999). Entre as áreas com maiores índices de incidentes, tanto de navios-tanque como de oleodutos, estão a cidade de São Sebastião (SP), onde se encontra o Terminal Marítimo Almirante Barroso – TEBAR da TRANSPETRO e a Bacia de Campos, considerada a maior reserva petrolífera da Plataforma Continental Brasileira. Nela, a PETROBRAS possui diversas plataformas fixas, flutuantes, semi-submersíveis e FPSOs (*Floating, Production, Storage and Offloading*) que são navios com capacidade de processar e armazenar o petróleo e promover sua transferência. A área é responsável por aproximadamente 84% da produção nacional de petróleo (PETROBRAS, 2008c). A Baía de Guanabara também foi cenário de dois grandes vazamentos, o primeiro em 1974 com o Navio Tanque Tarik Ibn Zviad, com aproximadamente 6000 m<sup>3</sup> vazados, e o segundo em 18 de janeiro de 2000, com aproximadamente 1300 m<sup>3</sup> de óleo combustível derramados através do rompimento de duto de transporte (Terzian, 2005).

No Paraná ocorreram 3 grandes incidentes envolvendo óleo combustível nesta última década. Em 16 de julho de 2000, o rompimento do oleoduto OSPAR, que transporta combustível entre o TEFTRAN – Terminal de São Francisco do Sul (SC) e a REPAN – Refinaria de Araucária (PR), devido a uma falha de manutenção, causou

um dos maiores derrames da história da PETROBRAS com aproximadamente 4.000 m<sup>3</sup> de petróleo atingindo o Rio Iguaçu. Em decorrência do incidente, o IAP proibiu a pesca local através da Portaria IAP n° 124, de 09 de outubro de 2001.

Em fevereiro de 2001, o oleoduto OLAPA, que liga a REPAR ao TEPAR – Terminal Aquaviário de Paranaguá, rompeu-se devido a deslocamento de solo, derramando 145 m<sup>3</sup> de diesel (Terzian, 2005) afetando os rios do Meio, Sagrado, Neves e Nhundiaquara. A pesca, a utilização da água para consumo humano ou animal, a prática de esportes aquáticos e a queima de vegetação em distância inferior a 200 m da margem foram proibidas através de Portaria IAP n° 044, de 19 de fevereiro de 2001, revogada seis meses depois através da Portaria IAP n° 136, de 24 de agosto de 2001.

Em 15 de novembro de 2004, ocorreu a explosão do navio chileno Vicuña junto ao Terminal de Inflamáveis da empresa Cattalini Terminais Marítimos Ltda, em Paranaguá, na Baía de Paranaguá. O incidente causou a perda de uma carga de 4000 t de metanol que foi consumido pelo fogo, evaporou e/ou diluiu-se na água, e de e 1416 m<sup>3</sup> de óleo, dos quais 1265 m<sup>3</sup> de óleo bunker MF-180, 173 m<sup>3</sup> de óleo diesel marítimo e 29 m<sup>3</sup> de óleo lubrificante (Relatório Técnico IAP/IBAMA, 2005). Além da morte de quatro tripulantes, os impactos ambientais e sócio-econômicos causados por esse acidente foram de grandes proporções. A contaminação atingiu as baías de Paranaguá, Laranjeiras e de Antonina, além de algumas praias oceânicas. Concentrou-se nas regiões entre-marés ocupadas por manguezais, marismas, praias arenosas e costões rochosos, totalizando 170 km lineares de costa contaminados. Estimou-se a contaminação de uma área de 134,96 km<sup>2</sup> dos manguezais e marismas locais, para uma extensão de 67,48 km de costa, sendo 37,65 km com nível baixo de contaminação, 24,35 km com nível médio e 5,48 km com nível alto. As áreas de marisma mais atingidas, com mortalidade em massa de indivíduos de *Spartina alterniflora*, foram faixas nas Ilhas do Mel, da Cotinga, Rasa da Cotinga e Piaçaguera. Foram afetados tartarugas, peixes, aves, moluscos, crustáceos, mamíferos, entre outros. Como medida de segurança, a pesca, a coleta e o consumo de qualquer organismo aquático nas baías de Paranaguá, de Antonina e de Guaraqueçaba foram proibidas pela Instrução Normativa Conjunta IBAMA/IAP n° 025/04, incluindo a captura do caranguejo que seria aberta em dezembro. Houve necessidade de pagamento de seguro desemprego e fornecimento de cestas

básicas aos pescadores da região. Também houve perdas significativas no turismo, com registro de queda de visitantes no mês seguinte ao incidente.

Com as previsões sobre o aumento do consumo de óleo, imagina-se que a quantidade de ocorrências de acidentes com óleo tenderia a aumentar. No entanto, o que se observa é que tanto a quantidade quanto a gravidade dos acidentes têm diminuído drasticamente na última década. Na década de 70, segundo dados da ITOPF (2008), a quantidade média de óleo derramada anualmente foi de 314,2 t, de 2000 a 2007 foi registrada uma média de 24 t/ano, correspondendo a uma queda de 92,36%. Embora Etkin (1999) tenha mostrado que a média anual de derrames é influenciada principalmente por derrames catastróficos e não pela grande quantidade de derrames pequenos, mesmo assim a queda observada é significativa. Essa diminuição se deve a uma atitude proativa de prevenção de acidentes, à evolução da tecnologia empregada no transporte e armazenamento de óleo, ao aumento da responsabilidade ambiental induzida por uma cobrança mais acentuada dos órgãos ambientais e da sociedade (Lopes et al., 2006; Cantagallo et al., 2007). Deve-se também ao crescimento e evolução técnica do setor de combate à poluição e proteção ambiental ligado a derrames de óleo, que além de atuar diretamente em casos de derrames, dissemina informações relevantes através de artigos científicos, revistas e treinamentos, como forma de estimular a prevenção e reduzir o alto custo de atividades corretivas de limpeza. A legislação desempenha um papel igualmente importante, pois obriga a indústria petrolífera a tomar ações preventivas fazendo com que os riscos sejam minimizados, fornece informações sobre as ações de combate a esta poluição e estabelece regras para utilização de algumas técnicas de combate a poluição.

Embora os dados demonstrem queda no número de acidentes que envolvem derramamentos de óleo no mar, eles continuam a ocorrer e ameaçam, na maioria das vezes, a qualidade ambiental de ecossistemas costeiros como praias, costões rochosos, marismas e manguezais (Lopes et al, 2006).

O histórico dos derrames mostra que não é diretamente proporcional a relação entre o volume vazado e os impactos gerados. Segundo alguns autores, a gravidade e a extensão dos danos ambientais resultantes da liberação de óleo no ambiente marinho dependem de vários fatores simultâneos (Poffo, 2000; Lopes et al., 2006):

- volume derramado;

- características físicas, químicas e toxicológicas do produto liberado;
- eficiência e rapidez dos procedimentos de contenção e recolhimento;
- distância entre a fonte do vazamento e as áreas atingidas;
- quantidade e extensão das áreas afetadas;
- hidrodinamismo da região;
- grau de sensibilidade dos ecossistemas atingidos;
- importância sócioeconômica das áreas afetadas; e
- procedimentos adotados para a limpeza dos ambientes impactados.

A sociedade tem grande anseio por atribuir culpa pelo dano ambiental e responsabilidade por repará-lo, tentando acelerar o processo de recuperação da natureza através da intervenção humana (Kerambrun & Parker, 1998; Poffo, 2000). Um procedimento de limpeza eficiente seria aquele que possibilita a remoção do contaminante, com mínimos impactos adicionais aos ecossistemas atingidos, favorecendo sua recuperação no menor tempo possível (Baker, 1999; Lopes et al., 2006). Historicamente, existe uma cultura generalizada de que “quanto mais rápida a limpeza, melhor”, ou seja, métodos que viabilizem a rápida remoção do óleo e deixem o ambiente visualmente “limpo” têm preferência nas frentes de limpeza (Lopes et al., 2006). No Brasil, a recuperação estética de ambientes afetados é priorizada, acarretando por vezes procedimentos danosos à biota (Milanelli & Lopes, 2001; Cantagallo et al., 2007). Essa preocupação com a estética muitas vezes se sobrepõe aos critérios e às melhores recomendações técnicas e científicas (CETESB, 2002) e nem sempre são eficientes do ponto de vista ambiental, já que em muitas situações empregam-se métodos cujos efeitos ambientais são desconhecidos, subestimados ou mesmo ignorados pelos executantes (Dicks, 1998; Lopes et al., 2006; ITOPF, 2009). Níveis de contaminação moderados podem ser até mesmo aceitáveis sob um ponto de vista ecológico, se os serviços prestados pelos ecossistemas não são afetados. Por outro lado, sob o ponto de vista da mídia ou da opinião pública, a persistência e principalmente a visualização do óleo pode ser considerada inaceitável (Baker, 1999).

A recuperação ambiental é marcada pelo re-estabelecimento da saúde da comunidade biológica e a manutenção das funções ecológicas dos sistemas afetados (IPIECA, 1991). Porém, em muitos casos, os danos causados pelo

procedimento de resposta são tão ou mais graves do que os gerados pelo próprio óleo (IPIECA, 1994; Zengel & Michel, 1996; Kerambrun & Parker, 1998; Milanelli & Lopes, 2001; Lopes et al, 2006), podendo causar a total supressão da comunidade biológica existente no ambiente e dilatar paradoxalmente o tempo de recuperação do ecossistema atingido (Dicks, 1998; Kerambrun & Parker, 1998; ITOPIF, 2000; Pezeshki, 2000; Lopes et al., 2006). Nesse contexto, a intervenção humana através de operações de limpeza só é justificável quando o tempo de recuperação do ambiente através da limpeza natural é demasiadamente longo ou se o óleo constituir uma ameaça em potencial para a saúde pública. Se as ações de limpeza não promoverem tal recuperação, não há justificativa ecológica para tal intervenção (Baker, 1999). O estado do ambiente após impacto e limpeza não será necessariamente o mesmo de sua condição inicial, que, por sua vez, nem sempre é conhecida (Kerambrun & Parker, 1998).

Segundo o Decreto Federal nº83.540 de 04/06/79, Artigo 6º (BRASIL, 1979):

Os órgãos estaduais de controle do meio ambiente, que tenham jurisdição na área onde ocorrer o incidente, executarão em articulação com a SEMA, as medidas preventivas e corretivas necessárias à redução dos danos causados por poluição por óleo, bem como supervisionarão as medidas adotadas pelo proprietário do navio concernentes a essa redução dos danos.

Desta forma, cabe aos órgãos ambientais a coordenação das atividades de resposta a poluição por óleo. Quando acontece um derrame, decisões urgentes de resposta devem ser tomadas de forma que os impactos sociais e ambientais sejam minimizados. Estas decisões devem derivar da análise e da comparação das vantagens e desvantagens de diferentes tipos de técnicas de respostas, numa verdadeira relação de custos e benefícios. É fundamental coletar informações sobre as características físicas, ecológicas e do uso humano do ambiente e de recursos afetados; revisar estudos prévios de derrames e seus resultados; predizer possíveis resultados para prováveis ações de resposta; comparar vantagens e desvantagens das possíveis respostas e recuperação natural (Baker, 1999; IPIECA, 2000). A utilização de Cartas de Sensibilidade Ambiental por Óleo e de Planos de Emergência Individual (PEI) é de extrema importância, pois estes documentos coletam e sintetizam várias informações relevantes (IPIECA, 2000).

As marismas, formações de vegetação halófitas que colonizam substratos de áreas estuarinas abrigadas (Netto, 1993), estão entre os ecossistemas costeiros

mais afetados por derrames de óleo. São formações extremamente produtivas (Lana et al., 1991), desenvolvendo-se em áreas frequentemente úmidas e inundadas e abrigando plantas e animais adaptados a distintos regimes de salinidade, inundação periódica e extremos de temperatura (CETESB, 2002). Encontradas em médias e altas latitudes de todo o mundo, tendem a ser substituídas por manguezais em áreas tropicais e subtropicais, onde são caracteristicamente menos desenvolvidas (Long & Mason, 1983; Costa & Davy, 1992; Lana, 2003). Seu grau de desenvolvimento depende de diversos fatores, entre os quais se destacam a topografia local, a amplitude das marés, os níveis de energia ambiental e o aporte de água doce (Adam, 1990). Destacam-se como tamponadoras de erosão marinha (Webb, 1994; Lana, 2003) além de oferecer alimento, proteção contra predadores e condições favoráveis de crescimento e sobrevivência de juvenis de peixes e crustáceos, muitos de importância comercial (Proffitt, 1998; CETESB, 2002; Vendel et al., 2003; Lana, 2003).

Marismas ocorrem principalmente na região sul da costa brasileira. Por ocuparem em geral a margem frontal de manguezais na região entre marés (Lana et al., 1991; IPIECA, 1994), as marismas são mais sujeitas aos impactos que ocorrem nos corpos estuarinos. Pela grande área disponível para retenção, deposição e absorção (Baker, 1979; 1983; IPIECA, 1994), tendem a ser consideradas como verdadeiras armadilhas para óleo e, por extensão, particularmente sensíveis ou vulneráveis. No entanto, vulnerabilidade e sensibilidade, apesar de utilizadas como sinônimos, são conceitos distintos, que não devem ser confundidos. Vulnerabilidade é um conceito complexo que contempla diferentes aspectos como suscetibilidade (possibilidade ou risco de um ambiente ser atingido), possibilidades de limpeza e recuperação, resiliência e sensibilidade das associações biológicas. Neste contexto, a sensibilidade é um aspecto da vulnerabilidade associado à forma (natureza e intensidade) das respostas das associações biológicas ao contato com o óleo (Gundlach & Hayes, 1978; Noernberg & Lana, 2002; API, 1985 *apud* Lopes et al., 2006).

Marismas tendem a se comportar como verdadeiras retentoras de óleo, pois são regiões abrigadas, em zona de encalhe, com grande área disponível para absorção (Baker, 1979; 1983; IPIECA, 1994). Determinados compostos do óleo mineral podem persistir por anos ou décadas nesses ambientes (NRC, 1985; Proffitt, 1998). No entanto, Noernberg & Lana (2002) questionaram estas generalizações,

classificando-a de ambíguas e não informativa, por estarem baseadas em protocolos descritivos e em metodologias analíticas de qualidade duvidosa. Sugeriram que não há evidências conclusivas da alta sensibilidade de marismas e manguezais à perturbação por hidrocarbonetos, embora tenham enfatizado a sua elevada vulnerabilidade.

Manguezais e marismas são ambientes de alta atividade microbiana, muitas vezes responsável pela rápida degradação do óleo, fato muitas vezes ignorado na literatura (Zengel & Michel, 1996; Noernberg & Lana, 2002). Zengel e Michel (1996) afirmam que devido a marismas serem abrigos e suportes para alta atividade biológica, torna-se difícil sua proteção, limpeza e recuperação após derrames de óleo, o que explicaria o fato de serem consideradas sensíveis (Pezenshki & DeLaune, 1993).

O impacto do óleo nas marismas varia em função de vários fatores, que incluem a quantidade e tipo de óleo, grau de intemperismo, tipo e eficiência da atividade de limpeza, estrutura física e biológica da marisma, energia hidrodinâmica, latitude, e estação do ano (Baker, 1970; 1971; Pezenshki & DeLaune, 1993; IPIECA, 1994; Proffitt, 1998; IPIECA, 2000; CETESB, 2002; Michel & Hayes, 2006; Cantagallo et al., 2007). O efeito imediato é o recobrimento físico, amarelamento e morte das folhas, redução de sementes e estimulação do crescimento (Baker, 1970). A persistência do dano e a recuperação dependem do tipo de óleo, do grau de intemperismo, grau de remoção e retenção, estação do ano, disponibilidade de sementes, processo sucessional, erosão ou deposição, de atividades de limpeza e restauração do ecossistema (IPIECA 1994, CETESB, 2002). Os principais vetores de recomposição natural são a migração de organismos de áreas não impactadas, recrutamento natural, recolonização e crescimento (IPIECA, 2000).

Conhecer as características físico-químicas do óleo e do seu comportamento no ambiente é essencial para tomada de decisões para a recuperação dos sistemas atingidos. As principais características físico-químicas são a densidade relativa, persistência, viscosidade, ponto de fulgor, solubilidade, tensão superficial (Lopes et al, 2006) e sua composição, pois dela dependerá o caráter tóxico agudo ou crônico da contaminação. O óleo derramado passa por uma série de processos naturais conhecidos como intemperismo, que incluem o espalhamento, evaporação, dissolução, dispersão natural, emulsificação, oxidação e foto-oxidação (ação da luz

UV no óleo, aumentando a quantidade de O<sup>2</sup>, tornando-o mais tóxico e solúvel), sedimentação, biodegradação - ligada a disponibilidade de O<sup>2</sup>, de nutrientes e temperatura da água, etc. (Lopes et al, 2006). O intemperismo é mais rápido em lugares com temperaturas mais elevadas e com maior energia como ondas, correntes (Lopes et al, 2006), e em água doce porque a solubilidade dos hidrocarbonetos decresce com o aumento da salinidade (Robothan & Gill, 1989 *apud* Proffitt, 1998). O óleo intemperizado é menos tóxico para marismas do que óleo fresco com componentes com baixo ponto de fulgor (Cowell, 1969 *apud* Baker 1970).

Diferentes óleos causam diferentes efeitos biológicos, sendo sua toxicidade inversamente proporcional à sua viscosidade (Baker, 1979) e ao seu tamanho molecular (Van Overbeek & Blondeau, 1954 *apud* Baker, 1970). Os mais leves e tóxicos têm maior quantidade de aromáticos. Devido à sua baixa viscosidade, têm maior capacidade de percolação no sedimento e dentro das plantas, agindo como herbicidas. O contrário acontece com os óleos mais pesados que são ricos em parafínicos, possuem alta viscosidade e baixa taxa de percolação no sedimento, podendo causar morte por asfixia.

Dentre os óleos pesados, destaca-se o óleo do tipo Bunker, popularmente conhecido como óleo combustível de navio. Existem várias derivações deste tipo de óleo, que diferem entre si pela densidade e concentração de aromáticos, já que para obtenção de óleos mais leves é adicionado óleo diesel à mistura. Os óleos bunker mais utilizados são o Bunker C - 420 Cst; 3,5-12% de óleo diesel; MF-380 - 380 Cst; 4,5-13,5% de óleo diesel e o MF-180 - 180 Cst; 11,5-23% de óleo diesel (PETROBRAS DISTRIBUIDORA S/A, 2008).

Óleos pesados ou intemperizados possuem o efeito de estimular o crescimento das plantas dependendo da quantidade liberada no ambiente (Baker, 1970; 1971; 1979; Michel & Hayes, 2006), alterando a altura e biomassa das formações afetadas (Baker, 1971; 1979). Isso se deve provavelmente devido à liberação de nitrogênio (Leendertse & Scholten, 1987 *apud* Michel & Hayes, 2006; Lin et al., 2002; Proffitt, 1998) que pode ser feita por bactérias metano-oxidantes, que tendem a aumentar sua concentração em sedimentos contaminados, como a *Pseudomonas methanitricans* (Baker, 1971; 1979).

Por outro lado, o óleo afeta as plantas ao agir como uma barreira física que impede trocas gasosas, reduzindo a fotossíntese devido à limitação da entrada de CO<sub>2</sub> e limitando a quantidade de luz que chega à planta, provavelmente pelo bloqueio dos estômatos e espaços intercelulares (Baker, 1983; DeLaune et al., 2003). A diminuição da fotossíntese causa diminuição de açúcares e de material dissolvido dentro das plantas. O óleo também pode limitar o suprimento de oxigênio da planta, particularmente daquelas de sistemas alagadiços, onde o sistema de raízes depende dos colmos para suprimento de oxigênio. Um bom exemplo disso é a poácea *Spartina*, que oxigena o solo através do oxigênio captado pelos colmos e difundido pelas raízes. Quando os estômatos são bloqueados pelo óleo, a quantidade de oxigênio presente nos colmos e nas raízes cai (Baker, 1979). Estas condições de redução são deletérias para as plantas (Baker, 1970; 1983; IPIECA, 1994).

Algumas espécies de plantas das marismas são mais suscetíveis do que outras (Baker, 1979; Pezeshki & DeLaune, 1993; IPIECA, 1994; Proffitt, 1998; CETESB, 2002), como a *Suaeda maritima* Dumort e *Salicornia* (Baker, 1971; 1979), que possui um sistema de raízes com brotos desprotegidos e sem reserva de comida (IPIECA, 1994). Plantas com rizomas ou estruturas de reserva de energia tendem a ser mais resistentes (Baker, 1983; CETESB, 2002), como é o caso de *Juncus maritimus*, *Juncus gerardii* e *Spartina anglica*, que possuem epidermes ou células resistentes ao óleo (Baker, 1971). Algumas espécies possuem vantagens competitivas em casos de impacto por óleo, como acontece com *Oenanthe lachenalii* e *Agrostis stolonifera* que tenderam a substituir *Juncus maritimus* em marismas impactadas (Baker, 1979; IPIECA, 1994) e *Festuca rubra* e *Puccinellia maritima*, que tiveram seu crescimento estimulado quando impactadas com petróleo Kuwait (Baker, 1969 *apud* Baker, 1970).

As respostas das marismas também dependem da estação em que aconteceu o impacto. Um derrame de óleo antes ou durante a floração pode causar uma redução na floração e na produção de sementes (Baker, 1971; IPIECA, 1994; CETESB, 2002), podendo afetar as populações futuras (Baker, 1983). O óleo gradualmente penetra nas estruturas da planta e impede que elas produzam flores devido ao dano interno causado; caso as flores tenham se formado, raramente produzem sementes (Baker, 1971; Proffitt, 1998). Durante os meses de inverno, muitas espécies perdem a parte aérea. Nestes casos, o óleo pode atingir apenas a

parte aérea da vegetação, pouco afetando as raízes subterrâneas; já na primavera e verão essas espécies são mais vulneráveis, pois é o período em que crescem novos brotos e as sementes germinam (CETESB, 2002).

O tipo de substrato e sua granulometria, a energia hidrodinâmica e declividade do local são fatores importantes para a determinação da extensão da contaminação e do tempo de residência do óleo. A textura do sedimento controla a razão de penetração de óleo, que em sedimentos finos e lodosos tende a ser mínima (Noernberg & Lana, 2002) devido aos altos teores de umidade (Frey & Basan, 1978 *apud* Netto, 1993) e ao pequeno espaço entre as partículas. Pode-se fazer uma inferência da declividade da praia com o tipo de sedimento, com a biota presente e o comportamento do óleo; quanto maior o declive, mais arenosa; quanto menor, mais lódica (Lopes et al., 2006). A energia hidrodinâmica, através da ação das ondas e marés, é um dos principais fatores responsáveis pela remoção de contaminantes, sugerindo que a limpeza natural é mais eficiente em locais com grande energia hidrodinâmica (Lopes et al., 2006). No entanto, não há evidências conclusivas, observacionais ou experimentais que validem esta inferência (Zengel & Michel, 1996).

Baker (1999) descreveu alguns casos de impacto de hidrocarbonetos em marismas bem como as técnicas de limpeza que foram utilizadas:

- FLORIDA, BAÍA BUZZARDS, MASSASSUSETTS, 1969 – Marismas impactadas com óleo combustível N<sup>o</sup>2, relativamente leve e tóxico. Houve percolação do óleo no solo afetando raízes das plantas e invertebrados. Observou-se que a recuperação dessa população esteve associada ao desaparecimento da porção tóxica do óleo, porém, não houve recuperação completa em um período de 7 anos. Após 20 anos, o ambiente parece totalmente recuperado, apesar da presença de elementos traço no sedimento.

- NAVIO TANQUE AMOCO CADIZ, REINO UNIDO - FRANÇA, 1978 - Grande derrame de petróleo (Light Arabian Oil) com formação de *mousse* (agregado óleo-água). Marismas foram impactadas e a utilização de técnicas de limpeza pesada, removendo sedimento impactado e alargando os canais de drenagem, fez com que houvesse mudanças na altura de maré, tornando a área inadequada para seu crescimento e recuperação. Em 1990, as áreas submetidas à limpeza estavam em

média 35% recuperadas. Já as áreas deixadas para limpeza natural estavam totalmente recuperadas, ocorrendo aumento da área vegetada original.

- NAVIO TANQUE METULA, ESTREITO DE MAGALHÃES, CHILE, 1974 – Derrame de petróleo (Light Arabian Oil) com formação de *mousse*. Marismas em áreas abrigadas foram impactadas e não houve nenhuma ação de limpeza. Em 1993, era notável a presença de resíduo oleoso, com baixa recolonização.

- NAVIO TANQUE ESSO BERNICA, SULLOM VOE, SHETLAND, 1978 – Óleo pesado afetou costões rochosos. Nas áreas onde não houve limpeza mecânica, a comunidade biológica retornou ao normal em aproximadamente um ano; nas áreas onde essa limpeza foi realizada, mesmo após nove anos, não houve total recuperação.

- NAVIO TANQUE TORREY CANYON – INGLATERRA, 1967. Derrame de petróleo (Kuwait crude oil) em costão rochoso. Foram utilizados dispersantes de 1ª geração, com recuperação ambiental após 10 anos; nas áreas onde não foi utilizado dispersante, a recuperação ocorreu em 2 anos.

Nesse mesmo artigo, Baker afirma que na maioria dos casos, com exceção de casos extremos nos quais o impacto ambiental é muito severo, a recuperação ambiental natural acontece entre um período de 1 a 5 anos.

## JUSTIFICATIVAS

Durante o acidente com o navio chileno *Vicuña*, na Baía de Paranaguá, em 2004, houve muitos questionamentos sobre a adequação ou não de se utilizarem técnicas de limpeza, incluindo o corte da vegetação, nas marismas e manguezais afetados. O Instituto Ambiental do Paraná – IAP, órgão ambiental atuante nessa emergência, optou pelo corte das marismas. A equipe técnica de professores do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná – UFPR discordou de tal procedimento, recomendando, com base em estudos prévios conduzidos na região (Lana et al. 1991) e na literatura, que a limpeza natural seria a melhor opção. Foi decidido que seria realizada uma avaliação das áreas de marisma impactadas, para fundamentar a decisão de corte. Se autorizado, o corte deveria ser feito na base dos colmos, com a coleta do material contaminado em sacos

adequados e retirada do local. Em áreas de sedimento arenoso, seria avaliada a possibilidade/necessidade de se trabalhar por terra; em sedimentos lodosos, o corte deveria ser realizado a partir de pequenas embarcações, para reduzir ou minimizar o pisoteio. Também foi decidido que haveria experimentos de corte, com os devidos controles, em algumas das áreas impactadas, com o monitoramento das respostas (Relatório Técnico IAP/IBAMA, 2005), nunca finalizado.

O corte de vegetação impactada por óleo no nível do sedimento é uma técnica de limpeza que acarreta destruição física direta dos tecidos das plantas e reduz severamente a quantidade do tecido fotossintético (IPIECA 1994), tornando o interior da planta ainda mais exposto às frações tóxicas do óleo (Cantagallo et al, 2007).

A poda e a remoção da planta causam conseqüências adicionais negativas ao ambiente, gerando impactos adicionais severos à biota e ao equilíbrio geomorfológico do ambiente (dinâmica de deposição de sedimentos, processos erosivos etc.). Outro aspecto negativo dessa técnica é o pisoteio das áreas impactadas, pois marismas são altamente sensíveis ao pisoteio, que pode levar à redução da quantidade de tecido fotossintético, expondo o interior das plantas às frações tóxicas do óleo e/ou enterrando caules e folhas de plantas, reduzindo a sua produtividade (CETESB, 2002; Lopes et al., 2006), portanto, devem ser consideradas com cautela (Lopes et a., 2006). Zengel & Michel (1996) afirmam que o corte não deve ser utilizado quando as marismas forem contaminadas por óleos leves, quando a remoção natural for eficiente ou quando a probabilidade de recontaminação for elevada. O corte somente deve ser considerado para áreas onde o óleo persistir e quando impactos mais sérios estiverem ameaçando a biota ou a saúde pública, de maneira geral.

Como a maior parte dos estudos com marismas impactadas com óleo foram realizados no hemisfério norte, cujas características ambientais são distintas daquelas do hemisfério sul, a resposta dos ecossistemas não necessariamente deve ser a mesma. Além disto, os resultados de estudos descritivos realizados a partir de incidentes, conhecidos como derrames de oportunidade, são de difícil interpretação, devido à falta de controle confiável (Proffitt, 1998; Noernberg & Lana, 2002), falta de conhecimento das condições pré-incidente (Proffitt, 1998), e às diferenças entre metodologias empregadas (Mendelssohn et al. 1993; 1995 *apud* Proffitt, 1998), o que dificulta o teste de hipóteses e o estabelecimento conclusivo de relações de

causalidade entre a presença do óleo e quaisquer respostas biológicas (Noernberg & Lana, 2002).

Uma alternativa a estudos descritivos dessa natureza é a simulação experimental de campo ou laboratório, em pequena ou mesoescala (Noernberg & Lana, 2002). Zengel & Michel (1996) também enfatizaram a necessidade de mais estudos quantitativos da recuperação das funções ecológicas em pântanos impactados com óleo.

Estas considerações justificam a adoção de uma abordagem experimental, simulando derrames em áreas de marismas em uma baía subtropical, para avaliar a pertinência ou não do corte como forma de recuperação de marismas contaminadas por óleo. As abordagens experimentais são necessárias, por causa da dificuldade de se prever os efeitos da contaminação com base em protocolos puramente descritivos, ainda mais na ausência de um bom conhecimento empírico dos fatores que controlam a recuperação da vegetação (Proffitt, 1998).

Tais experimentos devem ser necessariamente regidos pela ética e pelo rigor científico (Noernberg & Lana, 2002). Iniciativas dessa natureza têm sido desenvolvidas com sucesso em diversos ambientes marinhos e mesmo recomendadas por alguns dos textos mais influentes nessa área de pesquisa (NRC, 1985). Em São Paulo, experimentos com a poda controlada de vegetação, coordenadas pela CETESB, tiveram bons resultados, tanto na zona costeira como em ambientes fluviais interiores (Lopes et al, 2006).

## 2 – OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo geral avaliar as respostas de marismas de *Spartina alterniflora* ao derrame controlado de óleo em um estuário subtropical, testando a eficácia ou pertinência do corte da vegetação como estratégia de recuperação ambiental. Está baseado em uma análise experimental dos efeitos do óleo combustível bunker MF-180 sobre marismas em ambientes de alta e baixa energia na Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil), comparando a recolonização de áreas impactadas por óleo com corte e áreas impactadas sem corte, ao longo de 300 dias.

Os experimentos consistiram na simulação de derrames de óleo em pequenas escalas espaciais, com o acompanhamento da variação temporal e espacial na densidade de colmos, altura máxima das folhas, biomassa seca e número de colmos com flores em marismas monoespecíficas de *Spartina alterniflora*.

Os objetivos específicos e suas respectivas hipóteses de trabalho foram:

- a) Avaliar a sensibilidade de marismas de *Spartina alterniflora* ao óleo bunker, acompanhando variações na biomassa aérea, densidade de colmos, altura máxima das folhas e número de colmos com flores após derrames experimentais;

**H<sub>1A</sub>**: Se o óleo afeta o crescimento e reprodução de *Spartina alterniflora*, então haverá diferenças significativas na taxa de recuperação entre áreas impactadas por óleo e áreas controle, sem impacto.

- b) Avaliar se há diferenças nas respostas de marismas de *Spartina alterniflora* em áreas de baixa energia com sedimentos lodosos (Antonina) e de alta energia com sedimentos arenosos (Ilha das Peças);

**H<sub>1B</sub>**: Se a resposta das marismas ao impacto de óleo é uma função das condições energéticas e das características do substrato, então haverá diferenças significativas na recuperação de marismas em áreas de baixa energia (abrigadas) com sedimentos lodosos e de alta energia (expostas) com sedimentos arenosos.

c) Avaliar a velocidade da recuperação e sensibilidade das marismas após derrames de óleo, com realização ou não de corte dos colmos.

**H<sub>1</sub>:** Se o corte dos colmos for uma estratégia eficiente de recuperação ambiental, então marismas impactadas podadas se recuperarão mais rapidamente do que marismas impactadas não podadas.

### 3 – ÁREA DE ESTUDO

A Baía de Paranaguá (25°30'S/48°25' W) é um sistema estuarino semi-fechado, bordado por extensas planícies de marés colonizadas por manguezais e marismas. Próximo às suas barras de acesso desenvolvem-se extensas praias expostas ou semi-expostas de areia fina bem selecionada. A baía possui dois eixos principais, um de orientação leste-oeste, formado pelas Baías de Paranaguá propriamente dita e de Antonina e o segundo de orientação norte-sul, formado pelas Baías de Guaraqueçaba e Laranjeiras.

O clima da região é classificado como Cfa (clima temperado úmido com verão quente), com média anual de pluviosidade de 2.500 mm e máxima de 5.300 mm, com umidade do ar média de 85%, sendo a estação chuvosa durante a primavera e verão e a estação seca do outono ao inverno (Lana et al., 2001).

A baía possui profundidade média de 5,4 m, com volume total de  $1.410^9$  m<sup>3</sup> e tempo de residência de 3,49 dias, com velocidade das correntes 0,8-0,85 m s<sup>-1</sup> a enchente e 1-1,4 m s<sup>-1</sup> na vazante (FUNPAR, 1997). As marés são semi-diurnas com desigualdades diurnas (Marone & Jamiyanaa, 1997; Lana et al., 2001) e quando acontecem frentes frias, tempestades podem elevar o nível do mar em 80 cm acima das marés astronômicas (Marone e Camargo, 1994). O padrão de circulação e estratificação varia de acordo com a estação, sendo a variação de salinidade e temperatura no verão entre 12-29, 23-30°C; e no inverno 20-34, 18-25°C respectivamente.

O Complexo Estuarino de Paranaguá apresenta uma grande diversidade de habitats naturais como dunas, restingas, manguezais, marismas, gramas marinhas, costões rochosos, baixios e planícies de maré. Dentre esses destacam-se os manguezais, compostos principalmente por *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Conocarpus erecta* (Lana et al., 2001).

As marismas da Baía de Paranaguá, conhecidas tradicionalmente como praturás, ocorrem como associações mono-específicas ou de baixa diversidade, com predomínio da Poaceae (=Graminae) *Spartina alterniflora* Loisel 1807, sob a forma de faixas estreitas e descontínuas. Podem ocorrer sob a forma de ecofenos distintos, desde formas baixas, com menos de 50 cm de altura em locais com

salinidades superiores a 20 UPS, até as formas com mais de 1,50 m, nas gamboas e áreas menos salinas, onde há um maior aporte de nutrientes e uma maior disponibilidade de sedimentos lodosos (Lana et al., 1991). Em áreas mais internas do complexo estuarino ou ao longo dos rios de maré, *Spartina alterniflora* pode ocorrer em associação com *Spartina densiflora* Brong 1829, espécie com características distintamente xeromórficas, com copas mais altas, densas e persistentes e lâminas foliares estreitas, capazes de se enrolarem para dentro. Não existe tradição local de exploração de recursos nas marismas, ao contrário dos manguezais, mas ocasionalmente podem ser desbastadas para facilitar o trabalho de arrasto na época da tainha, principalmente na entrada da baía (Lana, 2003).

Em marismas do setor euhalino da Baía de Paranaguá, Lana et al. (1991) encontraram valores médios de altura dos colmos variando de 43 a 104 cm, sendo que fora da estação de crescimento a altura foi inferior a 60 cm. O período de crescimento ocorre de novembro a fevereiro e o florescimento de fevereiro a março. A biomassa aérea viva variou de 51 a 116 g/m<sup>2</sup> em abril, e o pico da biomassa aérea morta ocorreu no inverno com 82 g/m<sup>2</sup>. A biomassa subterrânea viva teve pico em novembro com 570 g/m<sup>2</sup> com decréscimo após o verão. O *turnover* foi estimado em 1,01 anos para biomassa aérea e 1,52 anos para a subterrânea, mais rápido do que o das populações de *Spartina alterniflora* da costa leste americana, sugerindo que temperaturas mais elevadas intensificam os processos de decomposição.

Netto (1991) comparou as marismas dos setores euhalino e mesohalino da Baía de Paranaguá. Os valores de densidade variaram entre 120 e 560 colmos/m<sup>2</sup> sem verificação de gradiente ao longo da Baía, a altura máxima encontrada foi de 110 cm para o setor mesohalino e 50 cm para o euhalino e as frações aéreas vivas possuem maiores biomassas no verão, antes do florescimento, enquanto a biomassa aérea morta é maior no inverno. Netto (1991) concluiu que a natureza do sedimento parece não ser fator limitante do processo de colonização das marismas, aparentemente associada ao gradiente sedimentológico. A tipificação da cobertura vegetal mostra a influência do gradiente de salinidade e de energia ambiental, principalmente no que se refere à altura das marismas, sendo este gradiente um dos principais reguladores do crescimento diferenciado de *Spartina*.

#### 4 - MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado com autorização do IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, através do SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade, sob número 13178-1 emitido em 27/09/07 (ANEXO 2).

O experimento foi do tipo agudo, não cumulativo, com a simulação de um impacto único com derrame de óleo e corte das marismas impactadas, seguido pelo acompanhamento das respostas biológicas nas áreas impactadas e controle, em escalas temporais pré-definidas e discriminadas a seguir.

Para realização do experimento foram definidos dois setores (considerados como blocos amostrais), um de alta energia hidrodinâmica e sedimento arenoso, na Ilha das Peças (IPC), e um de baixa energia hidrodinâmica e sedimento lodoso, em Antonina (ANT) (Figura 1). O planejamento por blocos foi adotado na medida em que os dois setores possuem características físicas, químicas, geológicas e biológicas diferentes (ver seção “Área de Estudo”).

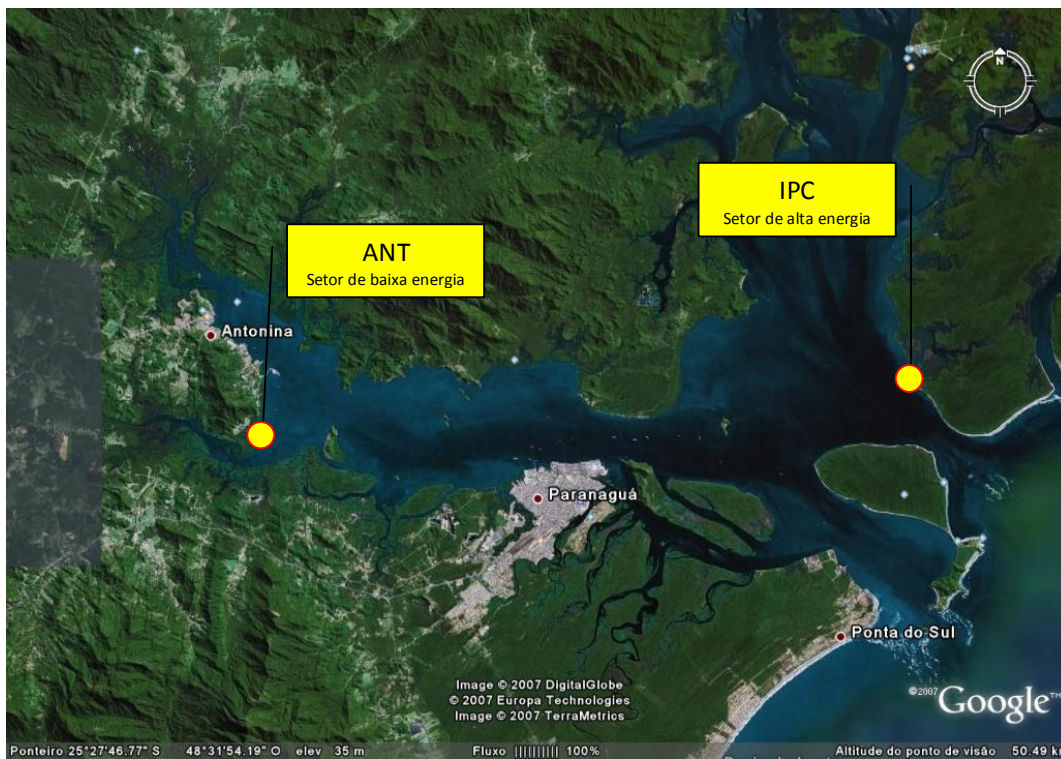


FIGURA 1 – BAIÁ DE PARANAGUÁ (PARANÁ, BRASIL), COM INDICAÇÃO DOS SETORES ILHA DAS PEÇAS (IPC) E ANTONINA (ANT) – ESCALA 1:430.000.

Em cada setor foram definidas três áreas (tratadas como réplicas experimentais) equidistantes umas das outras por aproximadamente 15 metros (Figura 2). A escolha das áreas dentro dos setores foi definida pela presença de bancos bem desenvolvidos de *Spartina alterniflora*, pela homogeneidade do grau de cobertura e altura média das plantas e pela dificuldade de acesso, para evitar interferências indesejáveis no experimento.

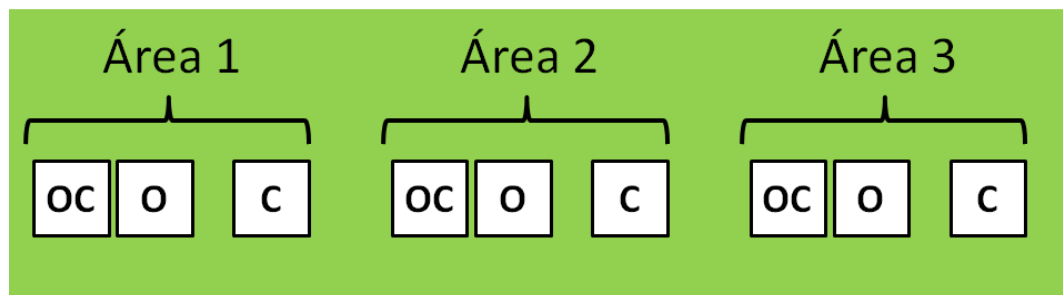


FIGURA 2 – CROQUIS COM DISPOSIÇÃO DAS ÁREAS E UNIDADES EXPERIMENTAIS EM CADA SETOR. TRATAMENTO ÓLEO COM CORTE – OC, ÓLEO – O E CONTROLE - C.

Cada área continha duas unidades experimentais e um controle (Figuras 2 e 3), cada um com 6,25 m<sup>2</sup> (2,5 x 2,5 m) de área e sempre dispostos paralelos à linha de costa, em níveis similares da região entre marés. Os dois tratamentos experimentais distavam aproximadamente 1 metro entre si, e pelo menos 3 metros em relação ao controle.

Além das áreas controle não manipuladas, os tratamentos foram categorizados como:

ÓLEO (O): marisma impactada com óleo e sem corte ou qualquer manipulação adicional;

ÓLEO COM CORTE (OC): marisma impactada com óleo e com remoção completa da biomassa aérea, através de corte.



FIGURA 3 – IMAGEM DOS DOIS TRATAMENTOS EM UMA DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS NA ILHA DAS PEÇAS (IPC), COM LONA PLÁSTICA PARA CONTENÇÃO TEMPORÁRIA.

Cada unidade experimental (O e OC) recebeu 6 litros de óleo Bunker MF-180, na proporção de 1l/m<sup>2</sup>, aspergidos com regador diretamente sobre as plantas visando a contaminação das folhas (Figura 4). Ao todo foram utilizados 72 litros de óleo bunker, sendo 36 litros em cada setor.



FIGURA 4 – PROCEDIMENTO DE DERRAME DO ÓLEO BUNKER MF-180 SOBRE AS PLANTAS.

Para diminuir a dispersão e a eventual contaminação de outras áreas, principalmente dos controles, cada unidade experimental de tratamento foi cercada com lona plástica (Figuras 3, 4 e 5) durante a aplicação do óleo. O procedimento se

mostrou bastante eficaz, na medida em que foi mínima a constatação visual de manchas de óleo fora das áreas experimentais.



FIGURA 5 – UNIDADE EXPERIMENTAL (TRATAMENTO O) COM LONA PLÁSTICA DE CONTENÇÃO.

Uma semana após o impacto, os cercos com lona plástica foram retirados e as marismas do tratamento OC foram cortadas a 3 a 4 cm acima do solo (Figura 6) com uma tesoura de jardinagem,. Duas semanas após o impacto e uma semana após o corte, foi realizada a primeira coleta. Esse intervalo de tempo procurou simular um evento real, na medida em que se passam alguns dias entre o derrame e a utilização desta técnica de limpeza (corte).

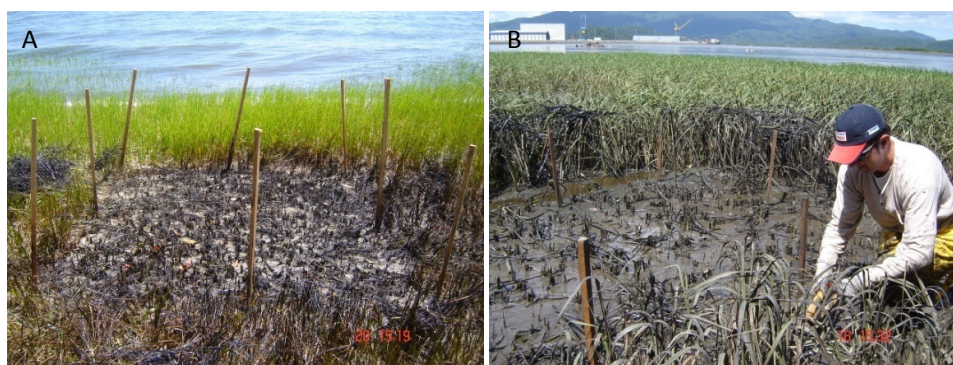


FIGURA 6 – CORTE DAS MARISMAS: A – ILHA DAS PEÇAS (IPC) E B – ANTONINA (ANT).

A partir daí, as coletas foram mensais, estendendo-se por um período acumulado de quase 10 meses. O planejamento original de um ano de coletas foi descartado por causa de erosão acentuada nas áreas A1 e A2 do setor IPC (Tabela 1).

Tabela 1 – Cronograma detalhado das coletas em ambos os setores.

Impacto com óleo	Corte das marismas	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	4ª Coleta	5ª Coleta	6ª Coleta	7ª Coleta	8ª Coleta	9ª Coleta	10ª Coleta
Dia 1	Dia 8	Dia 15	Dia 45	Dia 75	Dia 105	Dia 135	Dia 165	Dia 195	Dia 225	Dia 255	Dia 285
Dez 2007	Dez 2007	Dez 2007	Jan 2008	Fev 2008	Mar 2008	Abr 2008	Mai 2008	Jun 2008	Jul 2008	Ago 2008	Set 2008

Em cada coleta foram amostradas aleatoriamente três subáreas de 900 cm<sup>2</sup> (30 cm x 30 cm) por tratamento e no controle (Figuras 7 e 8). Para análises estatísticas, os valores nas três subáreas eram somados constituindo uma única amostra.

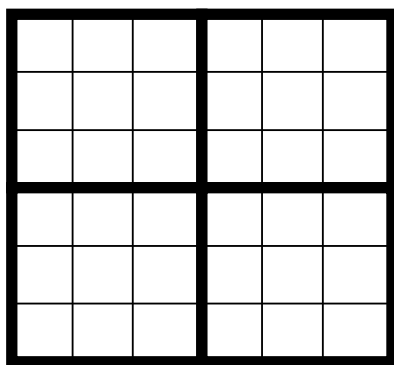


FIGURA 7 – UNIDADE EXPERIMENTAL DIVIDIDA EM QUADRATS.

FIGURA 8 - SUBÁREA AMOSTRADA DE 900 CM<sup>2</sup>

Em cada coleta foi sistematicamente realizado o registro fotográfico dos tratamentos para análise visual da recuperação das marismas.

As plantas coletadas foram armazenadas em embalagens plásticas etiquetadas e encaminhadas para triagem e separação de toda a macrofauna acompanhante, sedimento e plantas mortas, mantendo-se para análise apenas a biomassa viva de *Spartina alterniflora*, reconhecida pela coloração verde (Figura 9). Foram medidas a altura máxima, densidade e quantidade de colmos com flores. Em seguida, o material vegetal foi seco em estufa (Figura 10) até atingir peso constante. A estufa foi confeccionada em chapas de isopor, medindo 0,5 m<sup>3</sup> (1m x 1m x 0,5m) com três lâmpadas incandescentes (110V, 60W) em seu interior. Após a secagem, o material vegetal foi pesado em balança digital com precisão de grama, para obtenção da biomassa seca.



FIGURA 9 – PROCEDIMENTO DE TRIAGEM DA BIOMASSA VIVA DE *SPARTINA ALTERNIFLORA*



FIGURA 10 - SECAGEM DE MATERIAL VEGETAL EM ESTUFA.

#### 4.1 – PROCESSAMENTO DOS DADOS

O desenho experimental foi composto de:

- Setor (S) com 2 níveis: ANT (Antonina) e IPC (Ilha das Peças);
- Tratamento (T) com 3 níveis: C – controle natural, O – adição de óleo, e OC – adição de óleo seguida de corte;
- Período (P) com 9 níveis: dez/07, jan/08, fev/08, mar/08, abr/08, mai/08, jun/08, ago/08 e set/08.

A construção da análise de variância trifatorial para este experimento seguiu os procedimentos gerais descritos por Underwood (1997, p. 358). Os graus de liberdade, quadrados médios estimados, razões-F e p-valores, assim como os pressupostos da análise, foram calculados com auxílio do software R versão 2.8.0 (R Development Core Team, 2008).

## 5 – RESULTADOS

### 5.1. REGISTRO VISUAL DAS ATIVIDADES DE CAMPO AO LONGO DO EXPERIMENTO

11/12/07 – Realização do impacto em Antonina - Impacto com 36 litros de óleo bunker MF-180 em uma proporção de  $1\text{ l}/\text{m}^2$ . As cortinas de contenção mostraram-se adequadas (Figura 11).



FIGURA 11 – SIMULAÇÃO DO IMPACTO EM UMA DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS DE ANTONINA.

- 13/12/07 – Realização do impacto na Ilha das Peças - Impacto com 36 litros de óleo bunker MF-180 em uma proporção de  $1\text{ l}/\text{m}^2$  (Figuras 12 e 13).



FIGURA 12 – PREPARAÇÃO PARA IMPACTO NA ILHA DAS PEÇAS.

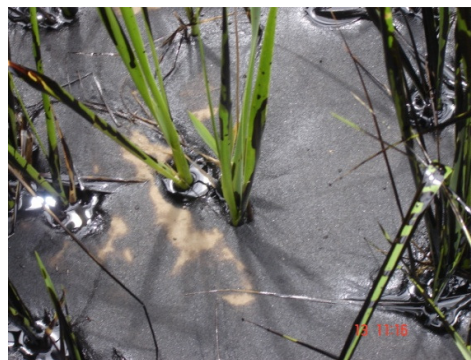


FIGURA 13 – TOUCEIRAS IMPACTADAS POR ÓLEO NA ILHA DAS PEÇAS.

18/12/07 – Antonina - Realizado corte com sucesso (Figuras 14 e 15). A contenção mostrou-se eficiente, pois as plantas fora do cercado foram pouco impactadas. Não foram encontrados vestígios de filme de óleo no manguezal adjacente.



FIGURA 14 – ÁREA EXPERIMENTAL ANTES DO CORTE (ANTONINA)



FIGURA 15 – ÁREA EXPERIMENTAL DEPOIS DO CORTE (ANTONINA).

20/12/07 - Ilha das Peças - Corte realizado com sucesso (Figuras 16 e 17). Novamente foi verificada a eficácia da contenção, com pouca dispersão em plantas fora da área cercada.



FIGURA 16 – ÁREA EXPERIMENTAL ANTES DO CORTE (ILHA DAS PEÇAS).



FIGURA 17 – ÁREA EXPERIMENTAL DEPOIS DO CORTE (ILHA DAS PEÇAS).

26/12/07 – Primeira coleta em Antonina - Observados poucos vestígios de óleo na marisma, seja de óleo bruto ou de filme. Visualmente, a recuperação em OC mostrou-se mais rápida do que em O, pois houve crescimento das plantas cortadas (Figura 18 e 19).



FIGURA 18 – CRESCIMENTO DAS PLANTAS DO TRATAMENTO OC EM ANTONINA, 15 DIAS APÓS O IMPACTO E 7 DIAS APÓS O CORTE.



FIGURA 19 – PLANTAS IMPACTADAS COM ÓLEO NO TRATAMENTO O EM ANTONINA, 15 DIAS APÓS O IMPACTO.

27/12/07 – Primeira coleta na Ilha das Peças - Presença de óleo no sedimento. Visualmente, o tratamento OC foi mais eficaz do que O (Figura 20 e 21), como observado em Antonina, com exceção da área A2, onde não foi observada recuperação (Figura 22).



FIGURA 20 – CRESCIMENTO DAS PLANTAS DO TRATAMENTO OC NA ILHA DAS PEÇAS 15 DIAS APÓS O IMPACTO E 7 APÓS O CORTE.



FIGURA 21 – PLANTAS IMPACTADAS COM ÓLEO, TRATAMENTO O NA ILHA DAS PEÇAS 15 DIAS APÓS O IMPACTO.



FIGURA 22 – ÁREA A2 COM TRATAMENTO OC, APARENTEMENTE SEM RECUPERAÇÃO.

24/01/08 – Segunda coleta em Antonina - Encontrados poucos vestígios de óleo, sob a forma de filmes superficiais. Plantas impactadas com decomposição acentuada (Figura 23).



FIGURA 23 – PLANTAS EM ANTONINA COM DECOMPOSIÇÃO ACENTUADA (2ª COLETA).

30/01/08 – Segunda coleta na Ilha das Peças - Intervalo entre as coletas devido ao mau tempo, que impediu o seqüenciamento originalmente previsto. Não foram encontrados quaisquer vestígios visuais de óleo no ambiente. Plantas impactadas com decomposição acentuada (Figura 24).



FIGURA 24 – DECOMPOSIÇÃO DAS PLANTAS NA ILHA DAS PEÇAS.

26/02/08 – Terceira coleta em Antonina – Não foi observado nenhum vestígio visual de óleo no ambiente e nas plantas. As plantas impactadas de ambos os tratamentos foram totalmente degradadas, configurando um ambiente visualmente “limpo” (Figura 25).



FIGURA 25 – AMBIENTE SEM PRESENÇA DE ÓLEO EM ANTONINA NO 3º MÊS (OBSERVAÇÃO VISUAL).

05/03/08 – Terceira coleta na Ilha das Peças - Ao contrário de Antonina, as plantas impactadas ainda estavam contaminadas por óleo (Figura 26).



FIGURA 26 – PRESENÇA DE PLANTAS AINDA COM ÓLEO NA ILHA DAS PEÇAS NO 3º MÊS.

02/04/08 – Quarta coleta em Antonina - Foi aberto um caminho nas marismas próximas ao experimento para passagem de batera (embarcação de pescadores artesanais), sem, no entanto, afetar diretamente a área do experimento (Figura 27).



FIGURA 27 – PASSAGEM PARA EMBARCAÇÃO FEITA PRÓXIMO A ÁREA DO EXPERIMENTO.

03/04/08 – Quarta coleta na Ilha das Peças - Algumas estacas removidas por ação natural foram repostas. Não foi observado nenhum vestígio de óleo no ambiente e nas plantas. As plantas impactadas foram totalmente degradadas, gerando um ambiente visualmente limpo (Figura 28). A área A2 apresentava uma parcela do tratamento OC sem recuperação (Figura 29).



FIGURA 28 – AMBIENTE SEM REGISTROS VISUAIS DE ÓLEO NA ILHA DAS PEÇAS NO 4º MÊS.



FIGURA 29 – ÁREA A2, TRATAMENTO OC, ÁREA COM RECUPERAÇÃO PARCIAL.

Nesta coleta as plantas com tratamento O se mostraram visualmente mais saudáveis do que as do tratamento OC, em ambos os setores.

25/04/08 – Quinta coleta em Antonina - Vegetação um pouco amarelada/queimada em toda marisma, provavelmente por variabilidade sazonal natural e não devido aos tratamentos (Figura 30). Não foram mais observados os colmos cortados e que não haviam rebrotado. Efeito do pisoteio foi evidente nas áreas deixadas para passagem (Figura 31). Pelo menos visualmente, o tratamento OC não se mostrou não ser a técnica de recuperação mais eficaz.



FIGURA 30 – PLANTAS SENESCENTES, COM COLORAÇÃO AMARELADA, EM ANTONINA.



FIGURA 31 – EFEITOS DO PISOTEIO AO REDOR DA ÁREA DO EXPERIMENTO EM ANTONINA.

26-04-08 – Quinta coleta na Ilha das Peças - Vegetação um pouco amarelada/queimada em toda marisma, provavelmente por variabilidade sazonal e não devido aos tratamentos. Não foram mais observados os colmos

cortados e que não haviam rebrotado. Dificuldade em reconhecer a área do experimento na A3, devido à recuperação da marisma (Figura 33). Pelo menos visualmente o tratamento OC não apareceu como a técnica de recuperação mais eficaz. Nesta coleta foi notado início de erosão próximo a A2, mas sem afetar diretamente a área do experimento (Figura 32).



FIGURA 32 – EROSIÃO PRÓXIMA DA ÁREA A2 (5ª COLETA).



FIGURA 33 – IMAGEM DA ÁREA A3, INDICANDO UMA RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS IMPACTADAS (5ª COLETA), QUE JÁ NÃO DIFERIAM VISUALMENTE DAS ÁREAS ADJACENTES.

28/05/08 – Sexta coleta na Ilha das Peças – Área A2 com progressivo aumento da erosão (Figura 34).



FIGURA 34 – ÁREA ERODIDA NA ILHA DAS PEÇAS (6ª COLETA).

29/05/08– Sexta coleta em Antonina - Coleta realizada, sem alterações aparentes em relação ao mês anterior.

26/06/08 – Sétima coleta na Ilha das Peças - Aumento da área erodida atingindo a área A2 do experimento (Figura 35).



FIGURA 35 – ÁREA ERODIDA NA ILHA DAS PEÇAS (7ª COLETA).

27/06/08 – Sétima coleta em Antonina.

30/07/08 – Oitava coleta em Antonina – Nesta coleta observou-se mortalidade e senescência de várias touceiras próximas a área A2 por motivos desconhecidos. Tal fato não parece ter sido causado pelos tratamentos (Figura 36).



FIGURA 36 – MORTALIDADE EM MASSA PRÓXIMO A ÁREA DO EXPERIMENTO (A2), POR MOTIVOS DESCONHECIDOS..

31/07/08 – Oitava coleta na Ilha das Peças - Não pôde ser realizada devido ao mau tempo.

27/08/09 – Nona coleta na Ilha das Peças – Erosão acentuada nas áreas A1 e A2 (Figura 38).



FIGURA 37 – EROSÃO ACENTUADA NA ILHA DAS PEÇAS (9ª COLETA).

28/08/09 – Nona coleta em Antonina – Coleta realizada.

29/09/08 – Décima coleta na Ilha das Peças - Erosão muito acentuada com a completa destruição do tratamento O da área A2 (Figuras 38 e 39). Isso motivou o encerramento do experimento (Figura 40).



FIGURA 38 – EROSÃO ATINGINDO A ÁREA DO EXPERIMENTO (10ª COLETA).



FIGURA 39 – EROSÃO PRÓXIMO A ÁREA DO EXPERIMENTO (10ª COLETA).



FIGURA 40 – VISTA GERAL DA MARISMA DA ILHA DAS PEÇAS APÓS 10 MESES DE IMPACTO.

30/09/08 – Décima coleta em Antonina – Última coleta realizada (Figura 41).



FIGURA 41 – VISTA GERAL DA MARISMA DE ANTONINA APÓS 10 MESES DE IMPACTO.

## 5.2. ANÁLISE DAS RESPOSTAS DAS VARIÁVEIS FLORÍSTICAS

### 5.2.1. Os pressupostos estatísticos e as tendências gerais de variação biológica

A distribuição dos dados de altura máxima foi normal, o que descartou a necessidade de transformação para análises estatísticas subsequentes; por outro lado, os valores de biomassa seca foram transformados para raiz quarta para alcançar esse pressuposto. A normalidade dos dados também não foi alcançada para densidade, sendo utilizada a transformação para raiz quarta pela melhor distribuição no diagrama quantil-quantil. A distribuição normal dos dados, no entanto, é o pressuposto menos importante da análise de variância (Box, 1953; Underwood, 1997) e o resultado da análise, assim como sua interpretação, não são necessariamente afetados ou comprometidos pelo rompimento desse pressuposto. Isso é particularmente verdadeiro em experimentos relativamente grandes e com amostragem balanceada, ou seja, com o mesmo esforço amostral nos vários níveis de um tratamento. A homogeneidade das variâncias (ou homocedasticidade) foi atingida para as variáveis densidade após a sua transformação para a raiz quadrada (teste de Bartlett,  $p = 0,16$ ) e para altura máxima (teste de Bartlett,  $p = 0,49$ ), que não necessitou ser transformada. A biomassa seca (transformada para raiz quadrada) apresentou homogeneidade marginalmente significativa ( $p = 0,047$ ) e o número de flores não apresentou variâncias homogêneas (teste de Bartlett,  $p = 0,001$ ). A variável número de plantas com flores foi excluída das análises devido ao elevado número de zeros existentes na planilha que reduziram a robustez do teste. A biomassa apresentou homogeneidade marginalmente significativa, e foi considerada para as análises devido à baixa ocorrência de zeros. A análise de variância é robusta frente ao rompimento de seus pressupostos, particularmente em experimentos balanceados e com um grande número de observações (Underwood, 1997).

A densidade variou significativamente para a combinação tratamento e período (T x P;  $p = 0,0034$ ), ou seja, existem diferenças significativas entre tratamentos, mas estas diferenças variaram conforme o período (Tabela 2). Houve variação altamente significativa da altura máxima entre tratamentos, períodos e

setores ( $T \times P \times S$ ;  $p = 0,0000$ ) (Tabela 3), sendo esta variável um fator importante na diferenciação dos dois setores.

A biomassa seca (Tabela 4) variou significativamente entre tratamentos e períodos ( $T \times P$ ;  $p = 0,0000$ ) e entre tratamentos e setores ( $T \times S$ ;  $p = 0,0367$ ).

Cada combinação configura uma dependência entre os fatores envolvidos, que não podem ser interpretados de forma isolada (Underwood, 1997). Por esse motivo, apenas as diferenças entre  $T \times P$ ,  $T \times S$  e  $T \times P \times S$  podem ser consideradas, interpretadas e discutidas.

Tabela 2. Resultados da análise de variância para densidade de *Spartina alterniflora*. gl: graus de liberdade; SQ: soma dos quadrados QM: quadrados médios.

Fonte de variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Tratamento = T	2	11,4418	5,7209	125,9013	0,0079
Período = P	8	6,3331	0,7916	4,1654	0,0298
Setor = S	1	43,4980	43,4980	211,4353	0,0000
$T \times P$	16	5,9414	0,3713	4,1679	0,0034
$T \times S$	2	0,0909	0,0454	0,2209	0,8022
$P \times S$	8	1,5204	0,1901	0,9238	0,5000
$T \times P \times S$	16	1,4255	0,0891	0,4331	0,9704
Resíduo	108	22,2186	0,2057		

Tabela 3. Resultados da análise de variância para altura máxima de *Spartina alterniflora*. gl: graus de liberdade; SQ: soma dos quadrados QM: quadrados médios.

Fonte de variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Tratamento = T	2	20756,59	10378,30	5,10643	0,16376
Período = P	8	10059,66	1257,46	4,55681	0,02311
Setor = S	1	72848,86	72848,86	635,28322	0,00000
$T \times P$	16	23985,16	1499,07	3,17613	0,01329
$T \times S$	2	4064,79	2032,40	17,72364	0,00000
$P \times S$	8	2207,61	275,95	2,40645	0,01979
$T \times P \times S$	16	7551,70	471,98	4,11594	0,00000
Resíduo	108	12384,52	114,67		

Tabela 4. Resultados da análise de variância para biomassa de *Spartina alterniflora*. gl: graus de liberdade; SQ: soma dos quadrados QM: quadrados médios.

Fonte de variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Tratamento = T	2	21,0369	10,5184	22,6294	0,0423
Período = P	7	7,5530	1,0790	5,7135	0,0175
Setor = S	1	0,0012	0,0012	0,0090	0,9247
T × P	14	12,5310	0,8951	10,3378	0,0000
T × S	2	0,9296	0,4648	3,4212	0,0367
P × S	7	1,3220	0,1889	1,3900	0,2184
T × P × S	14	1,2122	0,0866	0,6373	0,8276
Resíduo	96	13,0428	0,1359		

#### 5.2.2. A variabilidade natural das marismas nos setores Antonina (ANT) e Ilha das Peças (IPC)

Para analisar as diferenças de *background* entre os dois setores (ANT e IPC), utilizamos apenas dados dos controles. Com isto, foi possível avaliar de forma mais eficaz os efeitos dos tratamentos e recuperação do sistema *a posteriori*.

As marismas dos setores Antonina e Ilha das Peças possuem características fisiográficas distintas, devido às diferentes características ambientais de cada setor, como salinidade, granulometria, quantidade de matéria orgânica no sedimento, tipo de sedimento, aporte de nitrogênio, entre outros.

Antonina foi o setor com plantas mais altas, com altura máxima de 173 cm, em oposição a 80 cm na Ilha das Peças. A densidade média de colmos foi maior na Ilha das Peças, com uma média de 407,62 ind/m<sup>2</sup> contra 145,52 ind/m<sup>2</sup> de Antonina. A biomassa seca foi similar nos dois setores, apesar de ligeiramente mais alta em Antonina com média de 267g/m<sup>2</sup> e com pico nos meses de dezembro, janeiro e março, e Ilha das Peças com 255,66 g/m<sup>2</sup>. Plantas com flores foram encontradas apenas na Ilha das Peças entre os meses de fevereiro e maio, com um pico no mês de abril (82,66 plantas com flores/m<sup>2</sup>).

### 5.2.3. – Efeitos dos tratamentos Óleo (O) e óleo corte (OC)

#### 5.2.3.1 – Altura máxima

Houve uma óbvia diminuição da altura máxima logo após o impacto, maior no tratamento OC devido ao corte, seguindo-se uma rápida recuperação (Figura 42).

Os tratamentos O e OC apresentaram resultados muito semelhantes, com diferenças significativas apenas nos três primeiros meses em Antonina e nos quatro primeiros meses na Ilha das Peças.

Em ambos os setores, o mês de abril/08, foi o primeiro mês aonde não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e o controle a partir de abril de 2008, cinco meses após o impacto, podendo-se inferir que, independente do tratamento, a recuperação da altura das marismas se dá em cinco meses.

A variabilidade natural, de ordem sazonal, durante o experimento é um fator de grande importância, pois a correta interpretação dos dados depende do seu prévio conhecimento. Picos de altura máxima foram bem marcados nos meses de verão do setor Antonina, com ligeira queda após o mês de abril. Já na Ilha das Peças, não foi observado padrão bem marcado, salientando-se uma queda após o mês de agosto/08.

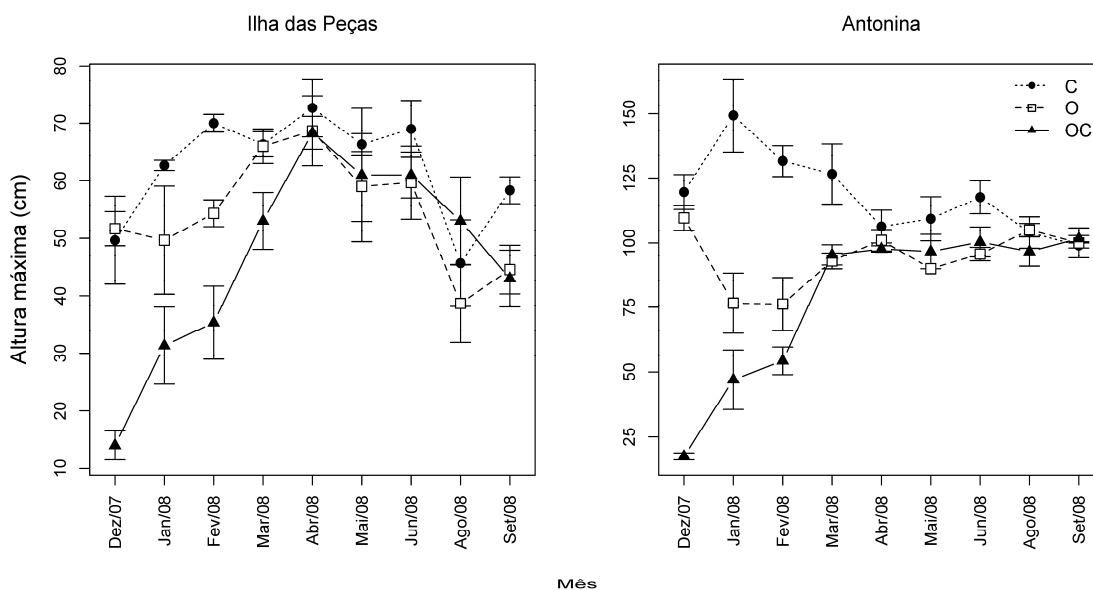


FIGURA 42 – VARIACÃO DA ALTURA MÁXIMA DAS MARISMAS DE SPARTINA ALTERNIFLORA NOS TRATAMENTOS ÓLEO, ÓLEO CORTE E CONTROLE DOS SETORES ILHA DAS PEÇAS E ANTONINA.

### 5.2.3.2 – Biomassa seca

Os valores da biomassa seca no tratamento O foram elevados no início do experimento devido ao óleo aderido às plantas, acompanhados de uma óbvia queda dos valores no tratamento OC, devido à poda (Figura 43).

Em ambos os setores, os valores de biomassa seca foram muito próximos em ambos os tratamentos, já não havendo diferenças significativas já a partir do segundo mês de experimento.

A proximidade dos valores de biomassa seca dos tratamentos com os do controle se deu após maio/08 (seis meses após o impacto) na Ilha das Peças e em setembro/08 (dez meses após o impacto) em Antonina.

Não foram considerados os valores obtidos nas coletas 8 e 9, por problemas amostrais (não realização da coleta por problemas de mau tempo e extravio dos dados).

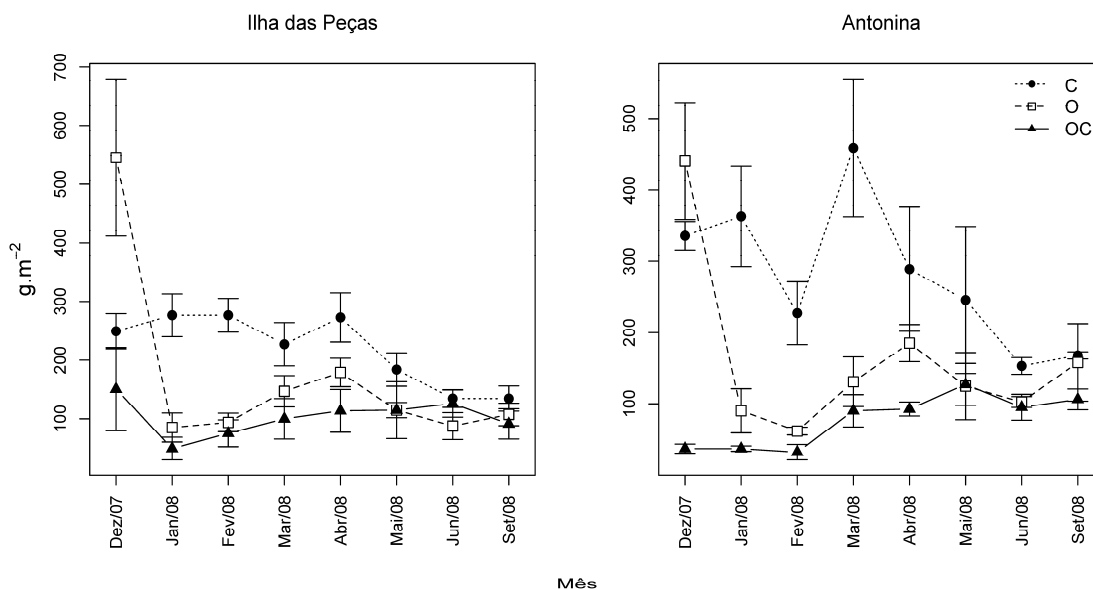


FIGURA 43 – VARIAÇÃO DA BIOMASSA SECA DAS MARISMAS DE SPARTINA ALTERNIFLORA NOS TRATAMENTOS ÓLEO, ÓLEO CORTE E CONTROLE DOS SETORES ILHA DAS PEÇAS E ANTONINA

### 5.2.3.3 – Densidade

A variação natural da densidade e sua recuperação após o impacto foram muito semelhantes em ambos os setores. A densidade em áreas controle tem um período de pico nos meses de outono (março a maio), com queda expressiva após esse período, ou seja, no inverno.

Os tratamentos O e OC não diferiram significativamente a partir do segundo mês (janeiro/08). A recuperação dos valores de densidade foi maior no tratamento O até o 6º mês. A partir do 7º mês (junho/08) ambos os tratamentos e o controle apresentaram valores de densidade praticamente iguais.

No mês de setembro/08 (último mês), os valores médios de densidade para Ilha das Peças foram 299,97 indiv/m<sup>2</sup> no tratamento O, 294,97 indiv/m<sup>2</sup> no OC e 298,63 indiv/m<sup>2</sup> no controle. Em Antonina também não se observou diferença significativa em setembro/08 (Figura 44).

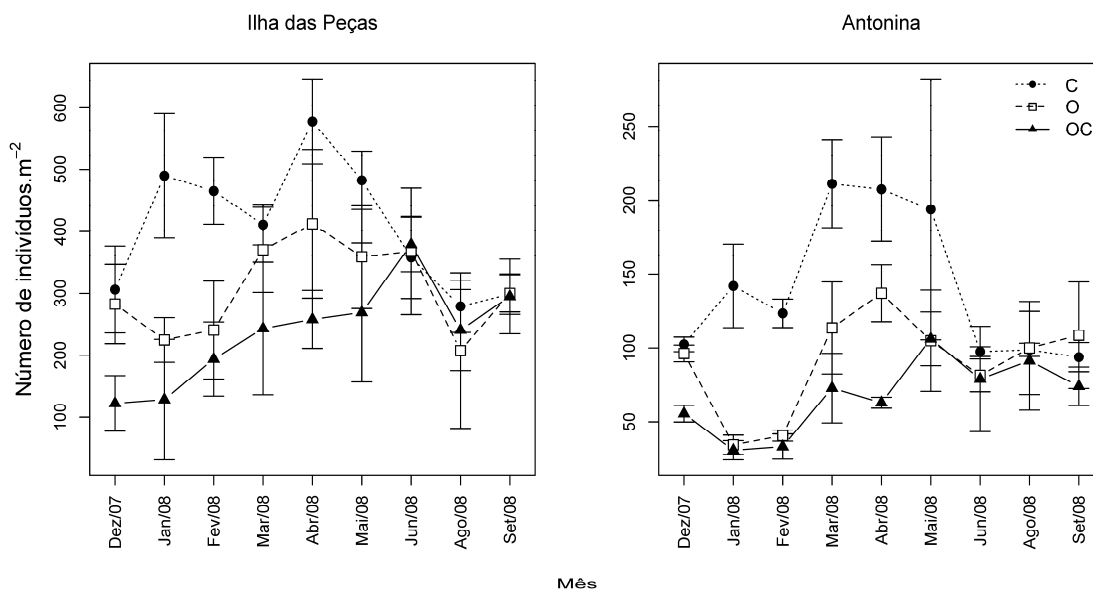


FIGURA 44 – VARIACÃO DA DENSIDADE DAS MARISMAS DE SPARTINA ALTERNIFLORA NOS TRATAMENTOS ÓLEO, ÓLEO CORTE E CONTROLE DOS SETORES ILHA DAS PEÇAS E ANTONINA.

### 5.2.3.4 – Plantas com flores

Florescência ocorreu de janeiro a maio de 2008 e foi observada apenas na Ilha das Peças. Houve uma redução de aproximadamente 37% na quantidade de plantas com flores nas áreas de tratamento O e OC em comparação com as áreas controle. Em todo esse período foram encontradas 184 plantas com flores nas áreas do controle, 70 nas áreas com tratamento O e 66 nas áreas com tratamento OC, representando uma queda de 61,95% e 64,13% respectivamente (Figura 52).

Em fevereiro/08 houve diferença significativa entre o controle e os tratamentos (O e OC), mas os tratamentos não diferiram entre si (Figura 45). Já no mês de março/08, houve diferença entre controle e o tratamento OC, mas não entre os tratamentos O e OC. Em abril/08 foi encontrada diferença menos significativa entre o controle e o tratamento O.

Outra mudança ocorrida foi o atraso do período de florescência nas áreas de tratamento, com início em fevereiro e pico em março no tratamento O e início em março com pico em abril no tratamento OC.

Em síntese, não houve diferença entre os tratamentos no setor Ilha das Peças ao final do experimento. Por outro lado, não foi possível constatar se houve recuperação total desta variável, pois o experimento foi encerrado antes do início do período subsequente de florescência.

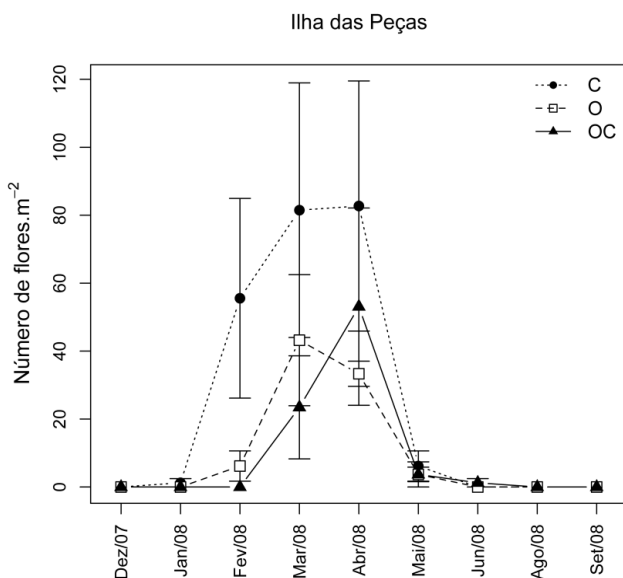


FIGURA 45 – VRIAÇÃO NO NÚMERO DE PLANTAS COM FLORES DOS TRATAMENTOS ÓLEO, OLÉO CORTE E CONTROLE DO SETOR ILHA DAS PEÇAS.

## 6 - DISCUSSÃO

A técnica de limpeza por corte da biomassa aérea pouco ou nada influenciou a recuperação das marismas em ambos os setores estudados, na medida em que as respostas aos dois tratamentos foram muito similares. Neste sentido, a utilização desta técnica em escala experimental não apresentou resultados positivos ou negativos, não se podendo inferir que tenha contribuído para otimizar ou acelerar a recuperação dos sistemas afetados.

Zengel & Michel (1996) compararam 22 casos na literatura técnica pertinente nos quais a técnica do corte das marismas foi utilizada como forma de intervenção pós-derrames. Desses, em apenas 32% (7) as marismas foram beneficiadas, em 41% (9) foram negativamente afetadas e as respostas foram indiferentes em 27% (6) dos casos. Uma análise síntese da **National Oceanic and Atmospheric Administration** (Lopes et al, 2006) mostrou que em 26 cenários de derrames seguidos de corte, as marismas tiveram recuperação mais eficaz em apenas 8 (31%), enquanto em 12 (46%) o dano foi ampliado e em 6 (23%) não houve resposta informativa, ou seja, a recuperação de áreas cortadas não diferiu da recuperação de áreas impactadas mas não cortadas. Segundo estas avaliações, se a técnica do corte for utilizada, há aproximadamente 70% de chances de ampliarmos o dano ou de não haver qualquer benefício evidente para as marismas após o corte.

Em 1985 houve um derrame de 1.700 m<sup>3</sup> de petróleo Ninian no Rio Delaware na Pennsylvania – Estados Unidos, onde 32 acres de marismas de água doce e salgada foram impactadas com óleos leves e pesados. Pelo fato da área ser de importância recreacional e ecológica foi feito o corte em alguns locais. Os locais podados não se recuperaram mesmo após dois anos e o impacto foi ampliado pela recontaminação e pisoteio. Por outro lado, as áreas sem corte estavam saudáveis após dois anos (Zengel & Michel, 1996).

Ao contrário das tendências apontadas pela literatura técnica, as poucas experiências conduzidas pela CETESB, utilizando a poda controlada da vegetação, apresentaram bons resultados tanto na zona costeira como em ambientes fluviais do estado de São Paulo (Lopes et al, 2006). No entanto, é difícil avaliar o que são “bons resultados” na maioria dos relatórios técnicos pertinentes, pois muitos deles não

incluem dados empíricos sobre a velocidade de recuperação ou avaliações quantitativas das respostas das marismas.

Neste experimento não houve diferença entre os tratamentos O (óleo) e OC (óleo corte), como se pode depreender da Tabela 5, que indica os meses com diferença significativa entre os tratamentos. As diferenças significativas na altura máxima, biomassa seca e densidade no primeiro mês do experimento (dez/08) não se deveram ao impacto por óleo, mas sim por causa do corte, que obviamente afetou todas as variáveis.

Tabela 5 – Tabela comparativa dos meses em que foram registradas diferenças significativas nas variáveis florísticas entre os tratamentos O (óleo) e OC (óleo corte) por setor. As quadrículas preenchidas indicam diferenças significativas.

		dez/07	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08	set/08
ANT	Altura máxima										
	Biomassa seca										
	Densidade										
	Plantas com flores										
IPC	Altura máxima										
	Biomassa seca										
	Densidade										
	Plantas com flores										

Nos primeiros meses do experimento pode-se ter uma falsa noção de que um tratamento está se apresentando mais eficaz do que o outro. Quando avaliamos apenas os dados visuais de campo nos primeiros meses, temos uma impressão de que o tratamento OC esteja produzindo os melhores resultados, pois grande parte do óleo foi retirada com o corte das plantas impactadas e há o crescimento de novos colmos, tornando o ambiente visualmente mais agradável.

Na tabela 6 podemos ver os períodos onde houve diferença significativa entre os tratamentos O e OC e o controle em ambos os setores, e pode-se observar claramente que ambos os tratamentos tiveram resultados muito semelhantes, tanto em relação com cada variável especificamente, quanto ao período de recuperação ao dano e também quanto aos setores. Com base nisso podemos afirmar que, em geral, não há diferença entre os tratamentos e que a resposta da *Spartina alterniflora* ao impacto foi semelhante em ambos os setores.

Tabela 6 – Tabela comparativa dos meses em que foram registradas diferenças significativas nas variáveis florísticas entre os tratamentos O (óleo) e OC (óleo corte) e controle por setor. As quadrículas preenchidas indicam diferenças significativas.

			dez/07	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08	set/08
ANT	O	Altura máxima										
		Biomassa seca										
		Densidade										
		Plantas com flores										
	OC	Altura máxima										
		Biomassa seca										
		Densidade										
		Plantas com flores										
IPC	O	Altura máxima										
		Biomassa seca										
		Densidade										
		Plantas com flores										
	OC	Altura máxima										
		Biomassa seca										
		Densidade										
		Plantas com flores										

O óleo afeta as plantas tanto física como quimicamente (Pezeshki et al, 2000; Andrade et al, 2004), porém, tais efeitos dependem do tipo de óleo. Óleos refinados como o bunker aparentemente penetram nas plantas e impedem a regeneração de folhas e colmos (Pezeshki et al, 2000). A curto prazo, o efeito adverso do óleo nas plantas se dá através do bloqueamento dos estômatos e recobrimento das folhas reduzindo a transpiração e a fotossíntese, além de gerar estresse de temperatura (Pezeshki et al, 1993; 2000) e a longo prazo dependem de como os hidrocarbonetos afetam as bactérias e os processos biogeoquímicos (Proffitt, 1998).

Em experimento com a marisma *Spartina alterniflora* impactada com óleo bunker C (mais denso e viscoso com 3,5 a 12% de óleo diesel em sua composição, e com menos quantidade de aromáticos comparando com o óleo bunker MF-180) não produziram novas folhas e as plantas morreram (Pezeshki, 1993 apud Pezeshki et al, 2000), porém, esse efeito não foi observado no presente experimento. Observou-se queda em todas as variáveis, biomassa seca, densidade, altura máxima e número de plantas com flores, porém, houve recuperação sendo esta completa em 10 meses comparando os dados dos tratamentos O e OC com os dados do controle no mesmo período.

Pezeshki & DeLaune (1993), utilizando a proporção de 2 l/m<sup>2</sup> de petróleo em um experimento onde *Spartina alterniflora* teve suas folhas totalmente cobertas, encontrou queda da produção fotossintética de 20 a 47% em comparação com o controle no mesmo período, seguido de recuperação em quatro semanas sem que houvesse efeito letal nem alteração na produção de novos colmos.

O pisoteio das marismas também é um fator que pode aumentar o dano. Esse efeito não foi observado na Ilha das Peças devido ao sedimento arenoso e firme, que impedia o soterramento das plantas, a percolação adicional de óleo no sedimento e maiores danos às raízes. Já em Antonina, esse efeito foi observado e muito severo em áreas utilizadas para passagem de usuários, principalmente pescadores, nas proximidades das áreas experimentais, porém, não foram observados dentro das áreas experimentais devido aos cuidados tomados desde o início do experimento. Este é um condicionante adicional, que pode tornar problemático o uso da técnica de poda em lugares com sedimentos lodosos, na medida em que envolve o trânsito de pessoas ou de equipamentos.

Zengel & Michel (1996) sintetizaram informações de alguns autores sobre a importância do tipo de sedimento na escolha pela técnica do corte das marismas, afirmando que deve ser realizado apenas em sedimento firme, chegando a sugerir que o corte pudesse ser feito durante preamares com a utilização de botes a fim de evitar o pisoteio.

No tratamento OC na área A2, da Ilha das Peças, parte da vegetação morreu e não apresentou indícios de recuperação ao final do experimento (Figura 46). Esta resposta atípica pode ter sido causada por uma diminuição do suprimento de oxigênio para as plantas, pois o sistema de raízes depende dos colmos para suprimento de oxigênio (IPIECA, 1994), particularmente em substratos pouco aerados. Observou-se que esta área era um pouco mais baixa do que as demais, permanecendo imersa por mais tempo. A soma do impacto com óleo, do corte das plantas e o maior tempo de submersão podem ter causado maiores taxas de mortalidade. A literatura técnica também é ambígua neste ponto. Pezeshki et al. (2000) sugeriram evitar o corte das plantas antes da subida da maré, para não limitar o suprimento de oxigênio necessário às plantas, opondo-se as afirmações sobre a poda nas preamares contidas no artigo de Zengel & Michel (1996)



FIGURA 46 – ÁREA SEM RECUPERAÇÃO APÓS 9 MESES DO IMPACTO. SETOR ILHA DAS PEÇAS, ÁREA A2, TRATAMENTO OC.

Não foi observada qualquer estimulação do crescimento das marismas após a poda, como relatado por alguns autores (Baker, 1970; 1971; 1979; IPIECA, 1994; Michel & Hayes, 2006). Em experimento utilizando petróleo Kuwait intemperizado, observou-se a estimulação de crescimento da marisma *Spartina*, causada provavelmente pelo aumento da quantidade de nitrogênio disponível para as plantas resultante da atividade de fixação por bactérias estimulado pelo aumento da quantidade de carbono provido pelo óleo (IPIECA, 1994).

Não foi observada a substituição da *Spartina alterniflora* nem o favorecimento de outras espécies, provavelmente porque os bancos das marismas encontradas na baía de Paranaguá sejam mono-específicos. A substituição de espécies acontece devido a diferentes vantagens competitivas entre espécies, onde as mais resistentes ao impacto por óleo e com reprodução mais rápida tendem a substituir as mais sensíveis e menos resilientes. A *Spartina alterniflora* e *Spartina patens* possuem um substancial sistema subterrâneo de reserva de energia, o que favorece a produção de novos colmos após impacto (DeLaune et al, 2003), porém, em comparação com o *Juncus*, que possui epiderme resistente a óleo (CETESB, 2002), são mais sensíveis (Pezeshki & DeLaune, 1992; PROFFITT, 1998).

O experimento simulou o impacto em uma das estações de maior vulnerabilidade, o verão (Baker, 1971; IPIECA, 1994; Zengel & Michel, 1996; CETESB, 2002), período em que crescem novos brotos e as sementes germinam, o que facilitaria a penetração do óleo nas estruturas internas da planta e reduziria a floração (Baker, 1971; Proffitt, 1998; Lana, 2003). De fato, foi registrada uma queda de mais de 60% na produção de sementes na Ilha das Peças e não houve registro de flores ou sementes em Antonina, seja nas áreas experimentais seja no banco como um todo (obs. pess.). Observações de campo mostraram que a proporção relativa de raízes e rizomas é significativamente menor em substratos lodosos, como os de Antonina, do que em substratos arenosos, como na Ilha das Peças. Em Antonina, as touceiras de *Spartina alterniflora* surgem como estruturas isoladas, independente do seu tamanho ou estágio de desenvolvimento, ao contrário do que acontece na Ilha das Peças, onde as touceiras estão interligadas por uma densa biomassa subterrânea, o que chegou inclusive a determinar os procedimentos de coleta, restrita à biomassa aérea. Isto sugere que a reprodução assexuada por brotamento e dispersão lateral seja mais importante em marismas de áreas arenosas e que a reprodução sexuada seja mais relevante em áreas lodosas, nas quais a redução na produção de sementes pode ser um fator adicional de estresse. No entanto, o aparecimento de novas touceiras não foi afetado em Antonina, provavelmente pelo aporte de sementes provenientes de áreas não impactadas, já que não foram observadas evidências de brotamento vegetativo subterrâneo ou de produção de flores e sementes no local.

Todas estas evidências enfatizam a importância da sazonalidade como determinante da conveniência ou não de corte, como sugerido por Zengel & Michel (1996). Neste sentido, cortes na primavera ou verão podem ser ainda mais prejudiciais do que cortes feitos no inverno ou outono.

Através de observações visuais, a degradação natural do óleo e das plantas impactadas na Ilha das Peças, com baixa atividade bacteriana, sedimento arenoso e hidrodinâmica mais acentuada, se deu em aproximadamente 4 meses. Por outro lado, em Antonina, com sedimento lodoso, alta atividade bacteriana e baixa energia hidrodinâmica, a degradação e desaparecimento visual do óleo levou 3 meses. Esta aparente incongruência sugere fortemente que em áreas estuarinas confinadas, ambientes propícios para o desenvolvimento de marismas, a atividade microbiana é tão ou mais importante para degradação do óleo do que os níveis de energia

ambiental. Vários autores reforçam a importância das bactérias como degradadoras de óleo (Baker, 1971, 1979; Proffitt, 1998; Owens, 1999; Noernberg & Lana, 2002; Cantagallo et al., 2007; Crapez et al., 2008). Andrade et al. (2004) enfatizaram a importância da integração do óleo com a população microbiana do solo, que não somente fazem a biodegradação do poluente mas também controlam outras propriedades e processos que influenciam a taxa de biodegradação, incluindo a remineralização de nutrientes, potencial redox e pH.

Owens (1999) sugeriu um modelo explicativo para este processo, observado originalmente após o acidente do Exxon Valdez, afirmando que a limpeza natural de costas abrigadas, sem ação de ondas, aconteça devido a uma interação entre micropartículas minerais e o próprio óleo. Esta interação, chamada de floculação óleo-argila, resulta no aumento da superfície das partículas, tornando-a mais disponíveis para bactérias e outros processos de degradação, além de reduzir a capacidade de adesão do óleo a superfícies sólidas como sedimento e rochas, ao formar gotículas estáveis que se dispersam na coluna d'água.

A altura máxima, a biomassa seca e a densidade das marismas evidentemente diminuíram com os impactos simulados. No entanto, houve recuperação das marismas em níveis próximos das áreas controle em ambos os setores e em ambos os tratamentos em aproximadamente 6 meses. Os períodos relatados na literatura técnica para a recuperação de marismas em latitudes mais altas são bem maiores, podendo variar de 1 a 5 anos na maior parte dos casos, ou chegando a 20 anos em casos extremos, como no Estreito de Magalhães, no Chile (Baker, 1979; 1993; 1999; Zengel & Michel, 1996; Kingston, 2002; Michel & Hayes, 2006). A maior velocidade de recuperação em ambientes tropicais e subtropicais é esperada, em função da própria fenologia das espécies afetadas (Lana, 2003) e da maior velocidade de intemperismo e degradação do óleo (Lopes et al., 2006).

Estudos de avaliação do impacto de hidrocarbonetos sobre macrófitas marinhas costeiras têm gerado resultados ambíguos e complexos (Lana, 2005), causando incertezas quanto à eficácia dessas técnicas de limpeza. Neste sentido, as diferentes respostas encontradas na literatura podem resultar dos condicionantes ambientais, da severidade dos impactos e da natureza dos poluentes envolvidos, mas também de diferenças metodológicas de cada experimento ou das técnicas de limpeza utilizada nos derrames, que podem ampliar ou reduzir os impactos. Isso apenas reforça a necessidade de que a distribuição e fisiografia das marismas e

demais formações vegetais costeiras da região sejam bem conhecidas, como pré-requisito para uma melhor previsão dos efeitos de derrames, da capacidade de resposta e resiliência dos sistemas afetados e para a definição de ações mitigadoras ou reparadoras a serem tomadas.

## 7 - CONCLUSÃO

O corte e a remoção da vegetação não se mostraram eficazes para promover ou acelerar a recuperação de marismas impactadas por óleo, expressa por variáveis como altura máxima das plantas, densidade, biomassa aérea seca e número de plantas com flores. Independente da adoção ou não do corte, as marismas se recuperaram no prazo de seis meses, tanto em áreas de baixa como de alta energia. Evidências visuais de óleo deixaram de ser registradas após três meses em marismas de substrato lodoso e quatro meses em marismas de substrato arenoso. Os resultados deste experimento mostram que procedimentos de mitigação deste tipo têm justificativas mais estéticas do que técnicas e devem ser evitadas sempre que possível. Cortes deveriam ser praticados apenas em situações excepcionais, quando há riscos efetivos de contaminação do lençol freático próximo de zonas urbanas que captam água de poços artesianos, quando há evidentes prejuízos estéticos ou sócio-econômicos em áreas de interesse turístico ou quando há riscos reais para espécies de interesse conservacionista.

O corte, mesmo seletivo, traz impactos negativos adicionais, na medida em que reduz a capacidade de reprodução sexuada ou propagação vegetativa das plantas, remove tecidos fotossinteticamente ativos e impede a floração das touceiras sobreviventes, mais freqüente nos meses de verão. Impactos adicionais que retardam a recuperação destes habitats podem ser causados pelo pisoteio do substrato, mais danoso nos bancos com sedimentos mais finos. No caso das marismas e demais sistemas vegetados entre-marés, o trânsito das equipes de limpeza nas áreas afetadas pode causar a destruição do sistema de raízes pelo revolvimento do substrato, misturando o óleo com o sedimento em maiores profundidades ou causando re-contaminação.

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, P. **Saltmarsh ecology**. Cambridge University Press, 1990.

ANDRADE, M. L.; COVELO, E. F.; VEJA, F. A.; MARCET, P. Effect of the Prestige Oil Spill on Salt Marsh Soils on the Coast of Galicia (Northwestern Spain). **Journal of Environmental Quality**, Estados Unidos da América, v. 33, p. 2103-2110, 2004.

BAKER, J. M. The effects of oils on plants. **Environmental Pollution**, Inglaterra, v. 1, p. 27-44, 1970.

BAKER, J. M. Seasonal effects of oil pollution on salt marsh. **OIKOS**, Copenhagen, v. 22, p. 106-110, 1971.

BAKER, J. M. **Responses of salt marsh vegetation to oil Spills and Refinery Effluents**. In: ECOLOGICAL PROCESSES IN COASTAL ENVIRONMENTS: PROC. 19<sup>th</sup> SYMPOSIUM OF THE BRITISH ECOLOGICAL SOCIETY e 1<sup>ST</sup> EUROPEAN ECOLOGICAL SYMPOSIUM, p. 529-542, 1979.

BAKER, J. M. **Impact of Oil Pollution on Living Resources**. Suíça: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 1983.

BAKER, J. M. Ecological effectiveness of oil spillcountermeasures: how clean is clean? **Pure Appl. Chem.**, Inglaterra, v. 71, n. 1, p. 135–151, 1999.

BOX, G. E. P. Non-normality and tests on variances. **Biometrika**, v. 40, p. 318-335, 1953.

BRASIL - DECRETO N° 83.540, de 04 de junho de 1979. Regulamenta a aplicação da Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo, de 1969, e dá outras providencias. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1979. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/83540-79.htm>>. Acesso em: 05/02/09.

CANTAGALLO, C.; MILANELLI, J.C.C.; DIAS-BRITO, D. Limpeza de ambientes costeiros brasileiros contaminadospor petróleo: uma revisão. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2007.

CETESB. **Apostila do Curso Derrame de óleo no Mar e Ecossistemas Costeiros**. 2002.

CETESB. Vazamentos de óleo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes/vazamento/vazamento.asp>>. Acesso em: 08 maio 2008.

COSTA, C. S. B. & DAVY, A. J. Coastal salt marsh communities of Latin America. **Coastal Plant Communities of Latin America**, New York, Academic Press, p. 179-199, 1992.

CRAPEZ, M. A. C; FONTANA, L. F.; SILVA, F. S.; KREPSKY, N.; BISPO, M. G. S.; FALCÃO, C. **Biorremediação em plantas de manguezal impactadas por óleo**. Disponível no site: <[www.ebape.fgv.br](http://www.ebape.fgv.br)> . Acessado em 15/10/08.

DeLAUNE, R.D.; PEZESHKI, S.R.; JUGSUJINDA, A.; LINDAU, C.W. Sensitivity of US Gulf of Mexico coastal marsh vegetation to crude oil: Comparison of greenhouse and field responses. **Aquatic Ecology**, Holanda, v. 37, p. 351–360, 2003.

DICK, B. The environmental impact of marine spills – Effects, recovery and compensation. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON TANKER SAFETY, POLLUTION PREVENTION, SPILL RESPONSE AND COMPENSATION, Rio de Janeiro – Brasil, 1998.

EPA - U.S. Environmental Protection Agency. **Understanding Oil Spill and Oil Spill Response**. Dezembro, 1999. Disponível no site: <<http://www.epa.gov/emergencies/content/learning/pdfbook.htm>>. Acesso em: 28 ago. 2008.

ETKIN, D. S. **Historical Overview of Oil Spills from All Sources (1960-1998)**. In: INTERNATIONAL OIL SPILL CONFERENCE, n. 169., 1999.

FUNPAR - Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Universidade Federal do Paraná. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de uma usina termoeletrica na Baía de Paranaguá e do Porto de desembarque, subestação e linha de transmissão associados**. Companhia Paranaense de Eletricidade. 1997.

IPIECA. **Guidelines on Biological Impacts of Oil Pollution**. Inglaterra: IPIECA Report Series, v. 1, 1991.

IPIECA. **Biological impacts of oil pollution: Saltmarshes**. Inglaterra: IPIECA Report Series, v. 6, 1994.

IPIECA. **Choosing spill response options to Minimize Damage**. IPIECA Report Series, v. 10, 2000.

ITOPF - International Tanker Owners Pollution Federation Limited. **Effects of marine oil spills**. Disponível em: < <http://www.itopf.com/marine-spills/effects/> >. Acesso em: 03 março 2009.

ITOPF - International Tanker Owners Pollution Federation Limited. **Statistics**. Disponível em: <<http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/statistics/>>. Acesso em: 17 abril 2008.

KERAMBRUN, L.; PARKER, H. **When should clean-up operations be brought to a close: HOW CLEAN IS CLEAN?** In: 20 years after the Amoco Cadiz Symposium, França, 15-17 out. 1998.

KINGSTON, P. F.; Long-term Environmental Impact of Oil Spills. **Spill Science & Technology Bulletin**, Vol 7. 2002.

LANA, P.C.; GUISS, C.; DISARÓ, S. T. Seasonal variation of biomass and production dynamics for above and belowground components of a *Spartina alterniflora* marsh in a euhaline sector of Paranaguá Bay (SE Brazil). **Estuarine Coastal and Shelf Science**, n.32, p. 231-241, 1991.

LANA, P.C.; MARONE, E.; LOPES, R.M.; MACHADO, E.C. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. **Ecological Studies**, v. 144, p. 131-143, 2001.

LANA, P. C. As marismas da Baía de Paranaguá: características gerais, modos de apropriação e implicações para a legislação ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n.8, p.11-23, 2003.

LANA, P. C. **Manguezais, marismas e bancos não vegetados (2005)**. Relatório técnico apresentado ao IBAMA e IAP com o objetivo de apresentar uma avaliação expedita dos impactos do acidente do Vicuña sobre a fauna e flora de manguezais, marismas e baixios não vegetados da Baía de Paranaguá. NÃO PUBLICADO.

LIN, Q; MENDELSSOHN, I. A.; SUIDAN, M. T.; LEE, K.; VENOSA, A. D. The dose-response relationship between No. 2 fuel oil and the growth of the salt marsh grass, *Spartina alterniflora*. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, p. 897-902, 2002.

LONG, S. P.; MASON, C. F. **Saltmarsh Ecology**. Blackie & Sons Ltd., London, (1983).

LOPES, C.F.; MILANELI, J.C.C.; POFFO, I.R.F. **Ambientes Costeiros Contaminados por óleo: Procedimentos de Limpeza - Manual de orientação**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2006.

MARONE, E.; CAMARGO, R. Efeito de maré meteorológica na Baía de Paranaguá, PR. **Nerítica**: Curitiba, v. 8, p. 73-85, 1994.

MARONE, E.; JAMIYANAA, D. Tidal characteristics and a numerical model for the M2 tide at the estuarine complex of the Bay of Paranaguá, Paraná, Brasil. **Nerítica**: Curitiba, v. 11, p. 95-107, 1997.

MICHEL, J.; HAYES, M. O. **Sensitivity of Coastal Environments to Oil. In: Introduction to Coastal Habitats and Biological Resources for Spill Response**. Report No. HMRAD 92-4. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, publicado em 09 junho 2005, revisado em 25 maio 2006.

MILANELLI, J.C.C. & LOPES, C.F. **Recuperação de praias atingidas por derrames de óleo - procedimentos emergenciais adotados pela CETESB.** In: XIV Semana Nacional de Oceanografia - Oceanografia e Sociedade: Um desafio à Teoria e Prática, 2001. Rio Grande, Trabalho n° 83.

NETTO, S. A. **Composição, distribuição e variabilidade sazonal da macrofauna bêntica de marismas e bancos não-vegetados da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil).** Tese (Mestrado em Ciências Biológicas/Zoologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

NOERNBERG, M. A.; LANA, P.C. A sensibilidade de Manguezais e Marismas a Impactos por óleo: Fato ou Mito? Uma ferramenta para a avaliação da Vulnerabilidade de Sistemas costeiros a derrames de óleo. **Geografares**, Vitória, n. 3, 2002.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Oil in the Sea: Inputs, Fates and Effects.** Washington D.C.: National Academies Press, 1985.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Oil in the Sea III: Inputs, Fates and Effects.** Washington D.C.: National Academies Press, 2003.

OWENS, E. H. The interaction of fine particles with stranded oil. **Pure Appl. Chem.**, v. 71, n. 1, p. 83–93, 1999.

PETROBRAS (a). História da PETROBRAS. Disponível em: <[http://www2.petrobras.com.br/portugues/ads/ads\\_Petrobras.html](http://www2.petrobras.com.br/portugues/ads/ads_Petrobras.html)>. Acessado em 23 maio 2008.

PETROBRAS (b). Plano Estratégico 2020. Disponível em: <[http://www2.petrobras.com.br/portugues/ads/ads\\_Petrobras.html](http://www2.petrobras.com.br/portugues/ads/ads_Petrobras.html)>. Acessado em 21 maio 2008.

PETROBRAS (c). Bacia de Campos - A maior reserva de petróleo do Brasil. Disponível em: <[http://www2.petrobras.com.br/portugues/ads/ads\\_Petrobras.html](http://www2.petrobras.com.br/portugues/ads/ads_Petrobras.html)>. Acessado em 09 junho 2008.

PETROBRAS DISTRIBUIDORA S/A. FISPQ - **Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos.** Disponível em: <<http://www.br.com.br>> . Acessado em: 02/02/2008.

PEZESHKI, S.R.; DeLAUNE, R. D. Effect of crude oil on gas exchange functions of *Juncus roemerianus* and *Spartina alterniflora*. **Water, Air, and Soil Pollution**, Holanda, v. 68, p. 461-468, 1993.

PEZESHKI, S. R.; HESTER, M. W.; LIN, Q.; NYMAN, J. A. The effects of oil spill and clean-up on dominant US Gulf coast marsh macrophytes: a review. **Environmental Pollution**: v. 108, p. 129-139, 2000.

POFFO, I.R.F. **Vazamentos de óleo no litoral norte do Estado de São Paulo: análise histórica (1974-1999)**. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – PROCAM, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PROFFITT, C.E. (ed.). **Effects and management of oil spills in marsh ecosystems: a review produced from a workshop convened July 1996 at McNeese State University**. OCS Study MMS 98-0018. U.S . Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA., 46 pp, 1998.

R Development Core Team. R: **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2008.

RELATÓRIO TÉCNICO IAP/IBAMA (2005). Relatório técnico sobre o acidente ambiental do Navio Vicuña ocorrido na Baía de Paranaguá em 15/11/2004. NÃO PUBLICADO.

SOUZA, L. R. **Alterações fisiológicas e bioquímicas no Peixe-rei estuarino (*Atherinella brasiliensis*, *Atheriniformes: Atherinopsidae*) após a explosão do navio Vicuña na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Área de Concentração em Zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

TERZIAN, R. L. **Conceitos e Metodologias de Gestão de Projeto e sua aplicação ao caso da Integridade da Malha Dutoviária**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial), Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2005.

UNDERWOOD, A. J. **Experiments in ecology: Their logical design and interpretation using analysis of variance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

VENDEL, A. L.; LOPES, S. G.; SANTOS, C.; SPACH, H. L.; Fish assemblages in a tidal flat. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 46, n. 2, p. 233-242, 2003.

WEBB, James W. **Effects of Oil on Salt Marshes**. In: SYMPOSIUM PROCEEDINGS: GULF OF MEXICO AND CARIBBEAN OIL SPILLS IN COASTAL ECOSYSTEMS: ASSESSING EFFECTS, NATURAL RECOVERY AND PROGRESS IN REMEDIATION RESEARCH, p. 14-15, 1994.

ZENGEL, S.A.; MICHEL, J. Vegetation Cutting as a Clean-up Method for Salt and Brackish Marshes Impacted by Oil Spills: a Review and Case History of the Effects on Plant Recovery. **Marine Pollution Bulletin**, v. 32, n. 12, p. 876-885, 1996.

## ANEXO 1

PERÍODO	SETORES	COLETA	ÁREAS	TRAT	ALEAT	BIOMASSA AÉREA	DENSIDADE	ALTURA MÁXIMA (cm)	Nº DE FLORES
26/12/07	ANT	1	A1	C	28	32	10	105	0
26/12/07	ANT	1	A1	C	37	38	13	107	0
26/12/07	ANT	1	A1	C	47	31	6	102	0
26/12/07	ANT	1	A1	O	42	52	9	112	0
26/12/07	ANT	1	A1	O	43	49	6	115	0
26/12/07	ANT	1	A1	O	45	62	12	118	0
26/12/07	ANT	1	A1	OC	24	4	5	16	0
26/12/07	ANT	1	A1	OC	33	3	4	16	0
26/12/07	ANT	1	A1	OC	41	6	4	12	0
26/12/07	ANT	1	A2	C	35	23	9	108	0
26/12/07	ANT	1	A2	C	42	24	6	101	0
26/12/07	ANT	1	A2	C	45	36	10	122	0
26/12/07	ANT	1	A2	O	11	38	11	87	0
26/12/07	ANT	1	A2	O	12	37	9	101	0
26/12/07	ANT	1	A2	O	21	17	8	90	0
26/12/07	ANT	1	A2	OC	16	3	5	16	0
26/12/07	ANT	1	A2	OC	23	3	4	15	0
26/12/07	ANT	1	A2	OC	38	4	5	16	0
26/12/07	ANT	1	A3	C	17	38	10	130	0
26/12/07	ANT	1	A3	C	29	19	9	102	0
26/12/07	ANT	1	A3	C	35	31	10	109	0
26/12/07	ANT	1	A3	O	13	32	5	105	0
26/12/07	ANT	1	A3	O	45	35	8	105	0
26/12/07	ANT	1	A3	O	46	35	10	110	0
26/12/07	ANT	1	A3	OC	14	1	3	6	0
26/12/07	ANT	1	A3	OC	15	4	8	20	0
26/12/07	ANT	1	A3	OC	42	2	7	15	0
24/01/08	ANT	2	A1	C	33	21	8	124	0
24/01/08	ANT	2	A1	C	36	23	12	118	0
24/01/08	ANT	2	A1	C	44	16	4	108	0
24/01/08	ANT	2	A1	O	13	7	3	58	0
24/01/08	ANT	2	A1	O	26	0	0	0	0
24/01/08	ANT	2	A1	O	36	8	3	55	0
24/01/08	ANT	2	A1	OC	38	3	1	25	0
24/01/08	ANT	2	A1	OC	42	3	3	31	0
24/01/08	ANT	2	A1	OC	49	3	1	35	0
24/01/08	ANT	2	A2	C	18	29	10	128	0
24/01/08	ANT	2	A2	C	26	55	17	135	0
24/01/08	ANT	2	A2	C	46	31	14	173	0
24/01/08	ANT	2	A2	O	14	13	3	98	0
24/01/08	ANT	2	A2	O	18	23	3	74	0
24/01/08	ANT	2	A2	O	27	5	4	63	0
24/01/08	ANT	2	A2	OC	13	7	7	70	0

24/01/08	ANT	2	A2	OC	22	3	2	43	0
24/01/08	ANT	2	A2	OC	28	2	2	45	0
24/01/08	ANT	2	A3	C	14	19	10	134	0
24/01/08	ANT	2	A3	C	34	63	24	143	0
24/01/08	ANT	2	A3	C	44	37	16	151	0
24/01/08	ANT	2	A3	O	15	7	7	67	0
24/01/08	ANT	2	A3	O	37	10	5	74	0
24/01/08	ANT	2	A3	O	43	0	0	0	0
24/01/08	ANT	2	A3	OC	22	3	3	36	0
24/01/08	ANT	2	A3	OC	36	3	3	30	0
24/01/08	ANT	2	A3	OC	38	3	3	36	0
26/02/08	ANT	3	A1	O	11	5	2	52	0
26/02/08	ANT	3	A1	O	14	4	2	50	0
26/02/08	ANT	3	A1	O	23	5	6	56	0
26/02/08	ANT	3	A1	OC	23	8	6	61	0
26/02/08	ANT	3	A1	OC	26	6	7	65	0
26/02/08	ANT	3	A1	OC	44	0	0	0	0
26/02/08	ANT	3	A1	C	21	11	15	135	0
26/02/08	ANT	3	A1	C	22	30	12	113	0
26/02/08	ANT	3	A1	C	23	18	6	120	0
26/02/08	ANT	3	A2	O	32	7	4	85	0
26/02/08	ANT	3	A2	O	41	7	4	80	0
26/02/08	ANT	3	A2	O	44	5	2	8	0
26/02/08	ANT	3	A2	OC	35	0	0	0	0
26/02/08	ANT	3	A2	OC	37	0	0	0	0
26/02/08	ANT	3	A2	OC	45	4	5	48	0
26/02/08	ANT	3	A2	C	16	42	12	120	0
26/02/08	ANT	3	A2	C	17	33	20	120	0
26/02/08	ANT	3	A2	C	27	8	6	79	0
26/02/08	ANT	3	A3	O	11	6	3	88	0
26/02/08	ANT	3	A3	O	16	7	3	88	0
26/02/08	ANT	3	A3	O	25	4	7	44	0
26/02/08	ANT	3	A3	OC	17	0	0	0	0
26/02/08	ANT	3	A3	OC	19	3	2	46	0
26/02/08	ANT	3	A3	OC	27	5	7	50	0
26/02/08	ANT	3	A3	C	37	14	10	118	0
26/02/08	ANT	3	A3	C	38	13	11	105	0
26/02/08	ANT	3	A3	C	41	15	8	140	0
02/04/08	ANT	4	A1	O	41	14	12	87	0
02/04/08	ANT	4	A1	O	43	10	5	97	0
02/04/08	ANT	4	A1	O	46	0	0	0	0
02/04/08	ANT	4	A1	OC	29	15	11	95	0
02/04/08	ANT	4	A1	OC	33	0	0	0	0
02/04/08	ANT	4	A1	OC	43	11	8	103	0
02/04/08	ANT	4	A1	C	13	79	32	150	0
02/04/08	ANT	4	A1	C	18	50	20	130	0
02/04/08	ANT	4	A1	C	43	47	21	134	0

02/04/08	ANT	4	A2	O	25	24	27	95	0
02/04/08	ANT	4	A2	O	39	13	9	90	0
02/04/08	ANT	4	A2	O	49	17	10	90	0
02/04/08	ANT	4	A2	OC	11	0	0	0	0
02/04/08	ANT	4	A2	OC	14	5	5	93	0
02/04/08	ANT	4	A2	OC	47	8	4	83	0
02/04/08	ANT	4	A2	C	14	24	16	110	0
02/04/08	ANT	4	A2	C	31	32	18	100	0
02/04/08	ANT	4	A2	C	44	37	16	115	0
02/04/08	ANT	4	A3	O	14	13	13	80	0
02/04/08	ANT	4	A3	O	39	2	1	42	0
02/04/08	ANT	4	A3	O	41	13	15	87	0
02/04/08	ANT	4	A3	OC	26	5	4	90	0
02/04/08	ANT	4	A3	OC	33	11	13	70	0
02/04/08	ANT	4	A3	OC	43	18	14	79	0
02/04/08	ANT	4	A3	C	31	29	15	115	0
02/04/08	ANT	4	A3	C	43	44	22	109	0
02/04/08	ANT	4	A3	C	48	30	11	109	0
25/04/08	ANT	5	A1	O	18	24	22	100	0
25/04/08	ANT	5	A1	O	24	7	5	86	0
25/04/08	ANT	5	A1	O	35	13	10	103	0
25/04/08	ANT	5	A1	OC	14	3	1	77	0
25/04/08	ANT	5	A1	OC	32	5	3	95	0
25/04/08	ANT	5	A1	OC	48	21	14	100	0
25/04/08	ANT	5	A1	C	11	24	20	115	0
25/04/08	ANT	5	A1	C	14	30	28	110	0
25/04/08	ANT	5	A1	C	27	19	17	95	0
25/04/08	ANT	5	A2	O	22	30	24	97	0
25/04/08	ANT	5	A2	O	35	8	6	92	0
25/04/08	ANT	5	A2	O	46	26	16	107	0
25/04/08	ANT	5	A2	OC	29	11	4	96	0
25/04/08	ANT	5	A2	OC	33	0	0	0	0
25/04/08	ANT	5	A2	OC	41	15	14	76	0
25/04/08	ANT	5	A2	C	19	28	19	100	0
25/04/08	ANT	5	A2	C	22	41	20	110	0
25/04/08	ANT	5	A2	C	39	52	27	105	1
25/04/08	ANT	5	A3	O	17	5	4	60	0
25/04/08	ANT	5	A3	O	22	18	12	93	0
25/04/08	ANT	5	A3	O	33	19	12	93	0
25/04/08	ANT	5	A3	OC	13	11	7	97	0
25/04/08	ANT	5	A3	OC	41	6	6	75	0
25/04/08	ANT	5	A3	OC	45	3	2	58	0
25/04/08	ANT	5	A3	C	28	15	13	94	0
25/04/08	ANT	5	A3	C	45	14	11	90	0
25/04/08	ANT	5	A3	C	47	11	13	90	0
25/04/08	ANT	6	A1	O	38	6	8	64	0
28/05/08	ANT	6	A1	O	42	0	0	0	0

28/05/08	ANT	6	A1	O	47	22	19	90	0
28/05/08	ANT	6	A1	OC	12	17	11	103	0
28/05/08	ANT	6	A1	OC	16	4	3	77	0
28/05/08	ANT	6	A1	OC	18	29	21	110	0
28/05/08	ANT	6	A1	C	32	50	60	126	0
28/05/08	ANT	6	A1	C	35	50	29	120	0
28/05/08	ANT	6	A1	C	42	22	11	115	0
28/05/08	ANT	6	A2	O	17	29	23	90	0
28/05/08	ANT	6	A2	O	29	7	8	87	0
28/05/08	ANT	6	A2	O	42	22	14	85	0
28/05/08	ANT	6	A2	OC	24	19	14	90	0
28/05/08	ANT	6	A2	OC	26	2	2	40	0
28/05/08	ANT	6	A2	OC	36	3	3	60	0
28/05/08	ANT	6	A2	C	12	12	9	86	0
28/05/08	ANT	6	A2	C	36	14	11	98	0
28/05/08	ANT	6	A2	C	49	11	7	96	0
28/05/08	ANT	6	A3	O	17	4	3	90	0
28/05/08	ANT	6	A3	O	38	0	0	0	0
28/05/08	ANT	6	A3	O	47	11	10	86	0
28/05/08	ANT	6	A3	OC	18	6	6	76	0
28/05/08	ANT	6	A3	OC	23	15	18	77	0
28/05/08	ANT	6	A3	OC	29	8	8	90	0
28/05/08	ANT	6	A3	C	26	6	6	90	0
28/05/08	ANT	6	A3	C	32	9	7	90	0
28/05/08	ANT	6	A3	C	42	25	17	104	0
26/06/08	ANT	7	A1	O	15	13	11	91	0
26/06/08	ANT	7	A1	O	27	8	7	90	0
26/06/08	ANT	7	A1	O	39	10	7	90	0
26/06/08	ANT	7	A1	OC	17	2	2	33	0
26/06/08	ANT	7	A1	OC	21	12	5	101	0
26/06/08	ANT	7	A1	OC	27	3	1	60	0
26/06/08	ANT	7	A1	C	15	9	5	125	0
26/06/08	ANT	7	A1	C	41	21	14	115	0
26/06/08	ANT	7	A1	C	45	14	9	104	0
26/06/08	ANT	7	A2	O	19	16	10	96	0
26/06/08	ANT	7	A2	O	28	2	1	36	0
26/06/08	ANT	7	A2	O	34	6	5	90	0
26/06/08	ANT	7	A2	OC	21	14	9	110	0
26/06/08	ANT	7	A2	OC	34	6	4	90	0
26/06/08	ANT	7	A2	OC	48	6	3	110	0
26/06/08	ANT	7	A2	C	15	32	17	123	0
26/06/08	ANT	7	A2	C	33	9	5	100	0
26/06/08	ANT	7	A2	C	48	4	3	80	0
26/06/08	ANT	7	A3	O	35	8	7	97	0
26/06/08	ANT	7	A3	O	48	8	6	100	0
26/06/08	ANT	7	A3	O	49	12	12	100	0
26/06/08	ANT	7	A3	OC	21	18	20	90	0

26/06/08	ANT	7	A3	OC	35	12	14	80	0
26/06/08	ANT	7	A3	OC	46	4	6	80	0
26/06/08	ANT	7	A3	C	19	10	10	85	0
26/06/08	ANT	7	A3	C	23	12	7	105	0
26/06/08	ANT	7	A3	C	33	13	9	100	0
30/07/08	ANT	8	A1	O	19	20	17	94	0
30/07/08	ANT	8	A1	O	25	12	11	93	0
30/07/08	ANT	8	A1	O	49	21	15	105	0
30/07/08	ANT	8	A1	OC	25	16	18	87	0
30/07/08	ANT	8	A1	OC	36	17	12	95	0
30/07/08	ANT	8	A1	OC	37	14	6	135	0
30/07/08	ANT	8	A1	C	16	23	14	103	0
30/07/08	ANT	8	A1	C	24	17	13	100	0
30/07/08	ANT	8	A1	C	26	24	15	105	0
30/07/08	ANT	8	A2	O	23	5	4	68	0
30/07/08	ANT	8	A2	O	31	5	6	60	0
30/07/08	ANT	8	A2	O	36	5	4	96	0
30/07/08	ANT	8	A2	OC	17	20	13	116	0
30/07/08	ANT	8	A2	OC	18	9	6	94	0
30/07/08	ANT	8	A2	OC	39	7	3	90	0
30/07/08	ANT	8	A2	C	11	15	12	115	0
30/07/08	ANT	8	A2	C	37	13	8	108	0
30/07/08	ANT	8	A2	C	38	11	8	102	0
30/07/08	ANT	8	A3	O	12	5	6	60	0
30/07/08	ANT	8	A3	O	24	11	14	90	0
30/07/08	ANT	8	A3	O	28	7	11	83	0
30/07/08	ANT	8	A3	OC	16	9	12	87	0
30/07/08	ANT	8	A3	OC	28	10	18	75	0
30/07/08	ANT	8	A3	OC	49	5	9	75	0
30/07/08	ANT	8	A3	C	24	9	12	98	0
30/07/08	ANT	8	A3	C	39	11	14	90	0
30/07/08	ANT	8	A3	C	49	9	12	90	0
27/08/08	ANT	9	A1	O	12	datos extraviados	15	110	0
27/08/08	ANT	9	A1	O	32	datos extraviados	7	75	0
27/08/08	ANT	9	A1	O	34	datos extraviados	22	98	0
27/08/08	ANT	9	A1	OC	15	datos extraviados	7	90	0
27/08/08	ANT	9	A1	OC	19	datos extraviados	11	90	0
27/08/08	ANT	9	A1	OC	47	datos extraviados	9	91	0
27/08/08	ANT	9	A1	C	25	datos extraviados	10	85	0
27/08/08	ANT	9	A1	C	34	datos extraviados	14	93	0
27/08/08	ANT	9	A1	C	48	datos extraviados	5	94	0
27/08/08	ANT	9	A2	O	24	datos extraviados	7	80	0
27/08/08	ANT	9	A2	O	38	datos extraviados	4	103	0
27/08/08	ANT	9	A2	O	43	datos extraviados	7	67	0
27/08/08	ANT	9	A2	OC	42	datos extraviados	0	0	0
27/08/08	ANT	9	A2	OC	43	datos extraviados	7	108	0
27/08/08	ANT	9	A2	OC	44	datos extraviados	1	100	0

27/08/08	ANT	9	A2	C	28	datos extraviados	9	90	0
27/08/08	ANT	9	A2	C	41	datos extraviados	10	103	0
27/08/08	ANT	9	A2	C	43	datos extraviados	6	85	0
27/08/08	ANT	9	A3	O	19	datos extraviados	0	0	0
27/08/08	ANT	9	A3	O	32	datos extraviados	14	102	0
27/08/08	ANT	9	A3	O	44	datos extraviados	5	71	0
27/08/08	ANT	9	A3	OC	12	datos extraviados	22	91	0
27/08/08	ANT	9	A3	OC	25	datos extraviados	17	90	0
27/08/08	ANT	9	A3	OC	44	datos extraviados	0	0	0
27/08/08	ANT	9	A3	C	16	datos extraviados	9	80	0
27/08/08	ANT	9	A3	C	27	datos extraviados	15	115	0
27/08/08	ANT	9	A3	C	36	datos extraviados	2	69	0
30/09/08	ANT	10	A1	O	16	15	15	110	0
30/09/08	ANT	10	A1	O	17	16	11	80	0
30/09/08	ANT	10	A1	O	37	17	11	100	0
30/09/08	ANT	10	A1	OC	11	6	3	81	0
30/09/08	ANT	10	A1	OC	45	12	10	100	0
30/09/08	ANT	10	A1	OC	46	16	10	104	0
30/09/08	ANT	10	A1	C	12	13	6	95	0
30/09/08	ANT	10	A1	C	17	17	12	89	0
30/09/08	ANT	10	A1	C	49	18	10	97	0
30/09/08	ANT	10	A2	O	13	24	20	95	0
30/09/08	ANT	10	A2	O	16	11	7	90	0
30/09/08	ANT	10	A2	O	26	30	14	100	0
30/09/08	ANT	10	A2	OC	12	8	7	74	0
30/09/08	ANT	10	A2	OC	46	0	0	0	0
30/09/08	ANT	10	A2	OC	49	13	6	100	0
30/09/08	ANT	10	A2	C	13	7	2	80	0
30/09/08	ANT	10	A2	C	25	11	5	100	0
30/09/08	ANT	10	A2	C	34	26	13	94	0
30/09/08	ANT	10	A3	O	21	15	10	90	0
30/09/08	ANT	10	A3	O	23	0	0	0	0
30/09/08	ANT	10	A3	O	31	0	0	0	0
30/09/08	ANT	10	A3	OC	14	7	5	84	0
30/09/08	ANT	10	A3	OC	34	11	9	92	0
30/09/08	ANT	10	A3	OC	37	13	10	101	0
30/09/08	ANT	10	A3	C	22	5	8	58	0
30/09/08	ANT	10	A3	C	25	16	9	90	0
30/09/08	ANT	10	A3	C	46	23	11	100	0
27/12/07	IPC	1	A1	C	28	19	18	35	0
27/12/07	IPC	1	A1	C	37	14	11	38	0
27/12/07	IPC	1	A1	C	47	30	16	34	0
27/12/07	IPC	1	A1	O	42	45	15	54	0
27/12/07	IPC	1	A1	O	43	28	8	50	0
27/12/07	IPC	1	A1	O	45	47	19	56	0
27/12/07	IPC	1	A1	OC	24	15	18	19	0
27/12/07	IPC	1	A1	OC	33	11	12	15	0

27/12/07	IPC	1	A1	OC	41	7	8	12	0
27/12/07	IPC	1	A2	C	35	24	34	41	0
27/12/07	IPC	1	A2	C	42	18	31	44	0
27/12/07	IPC	1	A2	C	45	14	40	47	0
27/12/07	IPC	1	A2	O	11	35	38	46	0
27/12/07	IPC	1	A2	O	12	34	28	40	0
27/12/07	IPC	1	A2	O	21	34	24	41	0
27/12/07	IPC	1	A2	OC	16	0	0	0	0
27/12/07	IPC	1	A2	OC	23	8	6	11	0
27/12/07	IPC	1	A2	OC	38	4	4	7	0
27/12/07	IPC	1	A3	C	17	21	35	62	0
27/12/07	IPC	1	A3	C	29	35	40	50	0
27/12/07	IPC	1	A3	C	35	27	23	64	0
27/12/07	IPC	1	A3	O	13	83	36	53	0
27/12/07	IPC	1	A3	O	45	62	32	47	0
27/12/07	IPC	1	A3	O	46	74	29	43	0
27/12/07	IPC	1	A3	OC	14	17	15	9	0
27/12/07	IPC	1	A3	OC	15	36	15	10	0
27/12/07	IPC	1	A3	OC	42	24	21	12	0
24/01/08	IPC	2	A1	C	33	15	27	54	0
24/01/08	IPC	2	A1	C	36	19	23	58	0
24/01/08	IPC	2	A1	C	44	24	28	64	0
24/01/08	IPC	2	A1	O	13	10	22	44	0
24/01/08	IPC	2	A1	O	26	5	20	39	0
24/01/08	IPC	2	A1	O	36	7	23	38	0
24/01/08	IPC	2	A1	OC	38	3	2	22	0
24/01/08	IPC	2	A1	OC	42	3	3	19	0
24/01/08	IPC	2	A1	OC	49	8	8	37	0
24/01/08	IPC	2	A2	C	18	28	64	62	1
24/01/08	IPC	2	A2	C	26	23	49	56	0
24/01/08	IPC	2	A2	C	46	23	47	63	0
24/01/08	IPC	2	A2	O	14	4	14	33	0
24/01/08	IPC	2	A2	O	18	4	14	37	0
24/01/08	IPC	2	A2	O	27	4	14	34	0
24/01/08	IPC	2	A2	OC	13	2	2	13	0
24/01/08	IPC	2	A2	OC	22	2	2	18	0
24/01/08	IPC	2	A2	OC	28	0	0	0	0
24/01/08	IPC	2	A3	C	14	32	56	54	0
24/01/08	IPC	2	A3	C	34	24	39	56	0
24/01/08	IPC	2	A3	C	44	36	64	61	0
24/01/08	IPC	2	A3	O	15	7	18	59	0
24/01/08	IPC	2	A3	O	37	18	32	68	0
24/01/08	IPC	2	A3	O	43	10	25	47	0
24/01/08	IPC	2	A3	OC	22	7	26	37	0
24/01/08	IPC	2	A3	OC	36	8	22	39	0
24/01/08	IPC	2	A3	OC	38	7	39	32	0
05/03/08	IPC	3	A1	O	11	6	6	55	0

05/03/08	IPC	3	A1	O	14	6	8	40	0
05/03/08	IPC	3	A1	O	23	5	9	28	0
05/03/08	IPC	3	A1	OC	23	10	27	39	0
05/03/08	IPC	3	A1	OC	26	12	37	37	0
05/03/08	IPC	3	A1	OC	44	4	11	24	0
05/03/08	IPC	3	A1	C	21	22	41	67	0
05/03/08	IPC	3	A1	C	22	30	48	60	0
05/03/08	IPC	3	A1	C	23	17	38	52	0
05/03/08	IPC	3	A2	O	32	10	29	58	2
05/03/08	IPC	3	A2	O	41	10	26	39	1
05/03/08	IPC	3	A2	O	44	11	38	45	1
05/03/08	IPC	3	A2	OC	35	0	0	0	0
05/03/08	IPC	3	A2	OC	37	4	10	23	0
05/03/08	IPC	3	A2	OC	45	4	11	22	0
05/03/08	IPC	3	A2	C	16	24	36	61	3
05/03/08	IPC	3	A2	C	17	37	64	71	9
05/03/08	IPC	3	A2	C	27	29	50	62	6
05/03/08	IPC	3	A3	O	11	6	13	43	0
05/03/08	IPC	3	A3	O	16	8	27	47	0
05/03/08	IPC	3	A3	O	25	14	39	50	1
05/03/08	IPC	3	A3	OC	17	11	34	43	0
05/03/08	IPC	3	A3	OC	19	9	18	42	0
05/03/08	IPC	3	A3	OC	27	7	9	44	0
05/03/08	IPC	3	A3	C	37	15	19	72	5
05/03/08	IPC	3	A3	C	38	31	52	65	13
05/03/08	IPC	3	A3	C	41	19	29	66	9
03/04/08	IPC	4	A1	O	41	6	19	45	2
03/04/08	IPC	4	A1	O	43	14	25	69	1
03/04/08	IPC	4	A1	O	46	7	22	43	0
03/04/08	IPC	4	A1	OC	29	0	0	0	0
03/04/08	IPC	4	A1	OC	33	6	9	42	0
03/04/08	IPC	4	A1	OC	43	6	5	54	0
03/04/08	IPC	4	A1	C	13	14	31	58	1
03/04/08	IPC	4	A1	C	18	16	36	68	2
03/04/08	IPC	4	A1	C	43	12	27	50	1
03/04/08	IPC	4	A2	O	25	22	56	60	10
03/04/08	IPC	4	A2	O	39	19	39	60	6
03/04/08	IPC	4	A2	O	49	11	35	52	5
03/04/08	IPC	4	A2	OC	11	4	9	40	0
03/04/08	IPC	4	A2	OC	14	3	4	39	0
03/04/08	IPC	4	A2	OC	47	18	56	44	5
03/04/08	IPC	4	A2	C	14	24	31	61	11
03/04/08	IPC	4	A2	C	31	30	53	62	10
03/04/08	IPC	4	A2	C	44	13	31	52	2
03/04/08	IPC	4	A3	O	14	16	42	55	2
03/04/08	IPC	4	A3	O	39	13	33	69	8
03/04/08	IPC	4	A3	O	41	11	29	48	1

03/04/08	IPC	4	A3	OC	26	12	36	51	3
03/04/08	IPC	4	A3	OC	33	12	43	57	4
03/04/08	IPC	4	A3	OC	43	20	35	61	7
03/04/08	IPC	4	A3	C	31	29	50	69	11
03/04/08	IPC	4	A3	C	43	24	38	68	16
03/04/08	IPC	4	A3	C	48	22	36	69	12
26/04/08	IPC	5	A1	O	18	2	6	28	0
26/04/08	IPC	5	A1	O	24	20	26	79	2
26/04/08	IPC	5	A1	O	35	23	15	78	5
26/04/08	IPC	5	A1	OC	14	8	23	48	1
26/04/08	IPC	5	A1	OC	32	5	16	45	0
26/04/08	IPC	5	A1	OC	48	11	18	66	5
26/04/08	IPC	5	A1	C	11	20	38	63	4
26/04/08	IPC	5	A1	C	14	14	30	60	3
26/04/08	IPC	5	A1	C	27	18	51	60	3
26/04/08	IPC	5	A2	O	22	11	41	58	0
26/04/08	IPC	5	A2	O	35	11	42	58	5
26/04/08	IPC	5	A2	O	46	17	53	49	5
26/04/08	IPC	5	A2	OC	29	18	57	65	7
26/04/08	IPC	5	A2	OC	33	0	0	0	0
26/04/08	IPC	5	A2	OC	41	0	0	0	0
26/04/08	IPC	5	A2	C	19	26	59	80	7
26/04/08	IPC	5	A2	C	22	31	60	76	7
26/04/08	IPC	5	A2	C	39	22	59	62	1
26/04/08	IPC	5	A3	O	17	17	50	56	2
26/04/08	IPC	5	A3	O	22	21	47	60	4
26/04/08	IPC	5	A3	O	33	23	54	69	4
26/04/08	IPC	5	A3	OC	13	14	21	65	3
26/04/08	IPC	5	A3	OC	41	20	46	63	10
26/04/08	IPC	5	A3	OC	45	16	28	74	17
26/04/08	IPC	5	A3	C	28	37	64	58	17
26/04/08	IPC	5	A3	C	45	25	49	75	14
26/04/08	IPC	5	A3	C	47	28	58	70	11
28/05/08	IPC	6	A1	O	38	9	14	60	1
28/05/08	IPC	6	A1	O	42	3	11	28	0
28/05/08	IPC	6	A1	O	47	16	28	70	0
28/05/08	IPC	6	A1	OC	12	12	31	65	1
28/05/08	IPC	6	A1	OC	16	8	17	65	0
28/05/08	IPC	6	A1	OC	18	14	23	80	2
28/05/08	IPC	6	A1	C	32	12	31	64	0
28/05/08	IPC	6	A1	C	35	12	35	50	1
28/05/08	IPC	6	A1	C	42	18	42	58	0
28/05/08	IPC	6	A2	O	17	11	46	45	0
28/05/08	IPC	6	A2	O	29	9	36	49	0
28/05/08	IPC	6	A2	O	42	7	28	48	0
28/05/08	IPC	6	A2	OC	24	0	0	0	0
28/05/08	IPC	6	A2	OC	26	3	6	40	0



29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
29/07/08	IPC	8				não realizada			
27/08/08	IPC	9	A1	O	19	dados extraviados	3	24	0
27/08/08	IPC	9	A1	O	25	dados extraviados	5	30	0
27/08/08	IPC	9	A1	O	49	dados extraviados	5	20	0
27/08/08	IPC	9	A1	OC	25	dados extraviados	20	58	0
27/08/08	IPC	9	A1	OC	36	dados extraviados	21	45	0
27/08/08	IPC	9	A1	OC	37	dados extraviados	21	58	0
27/08/08	IPC	9	A1	C	16	dados extraviados	19	39	0
27/08/08	IPC	9	A1	C	24	dados extraviados	25	45	0
27/08/08	IPC	9	A1	C	26	dados extraviados	22	44	0
27/08/08	IPC	9	A2	O	23	dados extraviados	32	34	0
27/08/08	IPC	9	A2	O	31	dados extraviados	0	0	0
27/08/08	IPC	9	A2	O	36	dados extraviados	0	0	0
27/08/08	IPC	9	A2	OC	17	dados extraviados	13	22	0
27/08/08	IPC	9	A2	OC	18	dados extraviados	8	23	0
27/08/08	IPC	9	A2	OC	39	dados extraviados	15	38	0
27/08/08	IPC	9	A2	C	11	dados extraviados	11	33	0
27/08/08	IPC	9	A2	C	37	dados extraviados	24	30	0
27/08/08	IPC	9	A2	C	38	dados extraviados	27	30	0
27/08/08	IPC	9	A3	O	12	dados extraviados	42	52	0
27/08/08	IPC	9	A3	O	24	dados extraviados	41	37	0
27/08/08	IPC	9	A3	O	28	dados extraviados	40	50	0
27/08/08	IPC	9	A3	OC	16	dados extraviados	41	51	0
27/08/08	IPC	9	A3	OC	28	dados extraviados	27	40	0
27/08/08	IPC	9	A3	OC	49	dados extraviados	29	63	0
27/08/08	IPC	9	A3	C	24	dados extraviados	36	57	0
27/08/08	IPC	9	A3	C	39	dados extraviados	30	59	0
27/08/08	IPC	9	A3	C	49	dados extraviados	32	52	0

29/09/08	IPC	10	A1	O	12	24	39	53	0
29/09/08	IPC	10	A1	O	32	8	12	38	0
29/09/08	IPC	10	A1	O	34	6	16	53	0
29/09/08	IPC	10	A1	OC	15	9	26	44	0
29/09/08	IPC	10	A1	OC	19	10	30	44	0
29/09/08	IPC	10	A1	OC	47	5	11	39	0
29/09/08	IPC	10	A1	C	25	9	15	54	0
29/09/08	IPC	10	A1	C	34	9	14	54	0
29/09/08	IPC	10	A1	C	48	22	35	56	0
29/09/08	IPC	10	A2	O	24	área erodida			
29/09/08	IPC	10	A2	O	38	área erodida			
29/09/08	IPC	10	A2	O	43	área erodida			
29/09/08	IPC	10	A2	OC	42	4	21	34	0
29/09/08	IPC	10	A2	OC	43	4	20	27	0
29/09/08	IPC	10	A2	OC	44	5	19	27	0
29/09/08	IPC	10	A2	C	28	7	27	39	0
29/09/08	IPC	10	A2	C	41	6	25	40	0
29/09/08	IPC	10	A2	C	43	12	32	56	0
29/09/08	IPC	10	A3	O	19	8	37	40	0
29/09/08	IPC	10	A3	O	32	5	30	27	0
29/09/08	IPC	10	A3	O	44	7	28	33	0
29/09/08	IPC	10	A3	OC	12	11	34	42	0
29/09/08	IPC	10	A3	OC	25	14	34	51	0
29/09/08	IPC	10	A3	OC	44	12	44	48	0
29/09/08	IPC	10	A3	C	16	12	20	63	0
29/09/08	IPC	10	A3	C	27	18	45	56	0
29/09/08	IPC	10	A3	C	36	14	29	50	0

## ANEXO 2



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

## Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 13178-1	Data da Emissão: 27/09/2007 15:52	Data de Validade: 26/09/2008
<b>Dados do titular</b>		
Registro no Ibama: 2132287	Nome: André Luis Tadeu Olivo Wolinski	CPF: 003.693.379-13
Título do Projeto: IMPACTO DE DERRAME EXPERIMENTAL DE ÓLEO BUNKER MF-180 SOBRE MARISMAS, COM AVALIAÇÃO DO BENEFÍCIO AMBIENTAL DO CORTE DA VEGETAÇÃO		
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ		CNPJ: 75.095.679/0001-49

## Observações, ressalvas e condicionantes

1	A participação do(a) pesquisador(a) estrangeiro(a) nas atividades previstas nesta autorização depende de autorização expedida pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (CNPq/MCT).
2	Esta autorização não cobre o titular e a sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade.
3	Esta autorização não poderá ser utilizada para fins comerciais, industriais, esportivos ou para realização de atividades inerentes ao processo de licenciamento ambiental de empreendimentos. O material biológico coletado deverá ser utilizado exclusivamente para atividades didáticas ou científicas sem potencial de uso econômico.

## Outras ressalvas

1	Essa licença não autoriza a pesquisa em áreas particulares ou Unidades de Conservação Estadual ou Municipal sem a expressa autorização do proprietário.
---	---

## Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		PR	Antonina	UC Estadual
2		PR	Comunidade do Maciel	UC Estadual
3		PR	Ilnha das Peças	UC Estadual

## Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta de material botânico, fúngico ou microbiológico	Spartina alterniflora
2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Spartina alterniflora

## Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	As plantas coletadas serão levadas a estufa para secagem, pesagem e posterior descarte.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa Ibama nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Ibama/Sisbio na internet ([www.ibama.gov.br/sisbio](http://www.ibama.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 16698573



Página 1/2

