

Copyright 2005, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor (es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

**COMPILAÇÃO DE DADOS DA LAGOA DOS PATOS (RS) E
ELABORAÇÃO DE MAPAS DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL PARA
DERRAMES DE PETRÓLEO DA MARGEM LESTE LAGUNAR.**

Giseli Aguiar de Oliveira¹, Gilberto Griep²

¹ Lab. Oc. Geológica(LOG), Av. Itália, Km 8 Campus Carreiros –
LOG/DEGEO/ANP/PRH27 Cep: 96201-900; Rio Grande – RS. ocegao@yahoo.com.br

² Lab. Oc. Geológica(LOG), Av. Itália, Km 8 Campus Carreiros –
LOG/DEGEO/ANP/PRH27 Cep: 96201-900; Rio Grande – RS. ggriep@log.furg.br

Resumo - O Sistema Lagunar Patos-Mirim abrange a maior área lagunar do continente sul-americano; conectada com o Oceano Atlântico, é a bacia hidrográfica mais importante do Estado do Rio Grande do Sul, além de ser considerada um criadouro natural para inúmeras espécies marinhas e limnícolas e uma área de descanso para aves migratórias. A navegação e transporte de derivados de petróleo expõem a região a severos riscos de derrames de hidrocarbonetos. Os Mapas de Sensibilidade Ambiental para derrames de óleo, segundo metodologia adotada pelo NOAA (1997), são importantes instrumentos para direcionar os planos de contingência de derramamento, podendo ser utilizados no manejo integrado na zona costeira, pois esta ferramenta concentra três tipos de informações num banco de dados digital: a geomorfologia das margens, as atividades sócio-econômicas e o patrimônio biológico. A digitalização dos mapas foi realizada com uma imagem de satélite LANDSAT 7 (2000) como base cartográfica. As informações contidas no banco dados estão baseadas em levantamento bibliográfico, aerofotografias digitais e reconhecimento local, com a utilização de aparelhos de posicionamento por satélite (GPS). A costa lagunar apresenta relativa heterogeneidade espacial, com pontais arenosos e praias de areias finas, intercaladas com áreas de vegetação de banhados.

Palavras-Chave: contingência, impacto ambiental; zona costeira.

Abstract – The lagoon system Patos-Mirim encloses the biggest lagoon area to of the South American continent; connected with the Atlantic Ocean, it is the most important hydrographic basin of the State of the Rio Grande do Sul, besides being considered a natural breeder for innumerable sea and lagoon species and an area of rest for migratory birds. The navigation and transport of oil derivatives display the region the severe risks of spills of hydrocarbons. The Maps of Ambient Sensitivity for oil spills, according to methodology adopted for the NOAA (1997), are important instruments to direct the plans of spilling contingency, being able to be used in the handling integrated in the coastal zone, therefore this tool to concentrate three types of information in a digital data base: the geomorphologic of the edges, economical activities and the biological patrimony. The maps digitalization was made with an image of satellite LANDSAT 7 (2000) as cartographic base. The information contained in the data base given is based on bibliographical survey, digital aerial photographs and local recognition, with the use of devices of positioning for satellite (GPS). The lagoon coast presents relative space heterogeneity, with sand spits and fine sand beaches, intercalated with marsh areas.

Keywords: contingency, environmental impact, coastal zone.

1. Introdução

O petróleo é o combustível fóssil principal nos moldes da sociedade mundial; devido à sua intensa e indispensável utilização industrial pode ser introduzido no meio aquático. O petróleo e seus derivados figuram como sendo os principais poluentes dos oceanos.

A Lagoa dos Patos é uma extensa laguna localizada na Planície costeira do Rio Grande do Sul, em suas águas ocorre a navegação e o transporte de derivados de petróleo entre os dois pólos petroquímicos do estado (Triunfo, Porto Alegre/ Rio Grande), conforme demonstrado na figura 1. Estas atividades expõem o ambiente lagunar em toda a sua extensão a severos impactos devido aos possíveis derrames de hidrocarbonetos. O presente trabalho mapeou o litoral mediano da margem leste lagunar, entre a extremidade sul representada pela Ponta dos Lençóis (420250, 6481147) e ao norte o Pontal de Cristóvão Pereira (484287, 6563396), conforme Figura 1.



Figura 1. Lagoa dos Patos e área de estudo.

Devido a sua geomorfologia, grande dimensão e permanente conexão com o mar, a Lagoa dos Patos pode ser classificada como a maior laguna do tipo estrangulada do mundo (Kjerfve, 1986).

Para amenizar os impactos causados por acidentes com petróleo, são utilizados os Mapas de Sensibilidade Ambiental, segundo metodologia adotada pelo NOAA (1997) contendo informações sobre a geomorfologia, aspectos biológicos e recursos sócio-econômicos. Estes mapas representam uma importante ferramenta técnico-gerencial na execução de planos de contingência, como instrumento de respostas a um derramamento, para auxiliar a tomada de decisões rápidas necessárias; pelo pessoal de avaliação de riscos, para determinar os recursos que podem estar em perigo e onde o equipamento de resposta possa ficar bem situado; como elemento auxiliar na tomada de decisão de implantação de empreendimentos da indústria de petróleo; no planejamento e gerenciamento costeiro. Devem, inclusive, fazer parte das diretrizes dos Planos de Emergência Individuais.

2. Material e Métodos

2.1. Informações para o Banco de Dados

O banco de dados anexado ao mapa foi elaborado a partir de intensa pesquisa bibliográfica, realizou-se um a análise dos aspectos oceanográficos, geomorfológicos, biológicos e sócio-econômicos da Lagoa dos Patos. Foi desenvolvido um levantamento aerofotográfico digital da margem leste lagunar, com o sistema ADAR 1000, permitindo um diagnóstico detalhado das feições lagunares e direcionando as estratégias a serem utilizadas no trabalho de campo. Este ocorreu por meio terrestre, em abril e novembro de 2003, a equipe de campo realizou um trabalho de reconhecimento local e observação das informações necessárias para completar as planilhas padronizadas referentes ao bando de dados do sistema. Foram utilizados instrumentos de posicionamento por satélite (GPS), trena, mapas, inclinômetro, inventário visual através de filmagem e fotografias e coleta de amostras sedimentares para análise granulométrica. A classificação do estado de preservação da vegetação e das praias seguiu o critério de observação visual. Todas estas informações foram reunidas a partir do material fotográfico e as tabelas padronizadas de acordo com a metodologia seguida NOAA (1997). A base cartográfica para a digitalização dos mapas foi uma imagem de satélite LANDSAT 7 (2000) e as feições de pontos, retas e polígonos digitalizados e incorporados à mesma base cartográfica utilizando-se do Software CARTALINX, para posterior compilação das informações e construção dos mapas na forma de Sistema de Informações Geográficas através da utilização do software ARCVIEW 3.2

2.2. Mapa de Sensibilidade Ambiental

Os primeiros mapeamentos dos ambientes costeiros relacionados com uma classificação, usando uma escala de sensibilidade para derrames de óleo, surgiram na década de 70, nos estudos de Plano de Contingência dos EUA. O índice de sensibilidade ambiental utilizado foi o padrão para ambientes lacustres, estuarinos e de rios (ITOPF/ ESI-NOAA-1995), evidenciado na tabela 1. O índice de sensibilidade baseia-se uma escala de 1 a 10, seguindo o princípio básico de que a sensibilidade da costa ao óleo aumenta com a proteção à ação de ondas, penetração do óleo no substrato, o tempo natural de degradação do óleo e a produtividade dos organismos da costa. O índice de sensibilidade é apenas uma maneira de representar resumidamente as características geomorfológicas, ainda fazem parte dos mapas as informações quanto ao patrimônio biológico e uso humano.

Tabela 1. índice de Sensibilidade Ambiental (ITOPF/ESI-NOAA-1995)

ISA Nº	Ambiente Lacustre
1A	Costa rochosa exposta
1B	Costa exposta com estruturas sólidas artificiais
1C	Costa exposta rochosa com fraturas
2	Costa rochosa protegida
3	Escarpas de erosão em sedimentos inconsolidados
4	Praias arenosas
5	Praia mista de areia e cascalho
6	Praia de cascalho
6B	Rip-rap
7	Planície de maré exposta
8A	Escarpas protegidas em rocha, lama ou argila
8B	Costa protegida, estrutura sólida artificial
8C	Rip rap protegido
9A	Planície protegida de areia/lama
9B	Bancos baixos vegetados
10A	Banhados de água doce com vegetação de pequeno porte
10B	Banhados de água doce protegidos e ou constantemente inundados
10C	Banhados de água doce com vegetação de médio e grande porte

O índice de sensibilidade baseia-se uma escala de 1 a 10, seguindo o princípio básico de que a sensibilidade da costa ao óleo aumenta com a proteção à ação de ondas, penetração do óleo no substrato, o tempo natural de degradação do óleo e a produtividade dos organismos da costa. Na elaboração do mapa a margem é dividida em segmentos e estes são representados por uma linha da cor correspondente ao seu índice de sensibilidade, número do ISA. O índice de sensibilidade é apenas uma maneira de representar resumidamente as características geomorfológicas, ainda fazem parte dos mapas as informações quanto ao patrimônio biológico e uso humano.

O patrimônio biológico e os recursos socioeconômicos são representados nos mapas, por símbolos padronizados, e estes estão ligados com tabelas, as quais contêm informações detalhadas de cada espécie, em se tratando de biota. As tabelas, as fotos aéreas e terrestres formam o banco de dados do SIG como hiperlinks sobre as feições (linhas das margens e símbolos). Os mapas receberam também uma versão PDF para impressão como estipulado nas normas de elaboração de Mapas do Ministério do Meio Ambiente – MMA.

3. Resultados e Discussão

A margem leste da Lagoa dos Patos apresenta uma costa formada por irregularidades descontínuas, constituídas de baías protegidas intercaladas com os esporões arenosos mais expostos à energia de ondas. As praias possuem extensões variáveis, que pode atingir até 30 km de largura oscilando entre 50 e 100 metros, com suave mergulho para oeste.

Segundo Toldo (1994) a Lagoa dos Patos pode ser classificada com um ambiente protegido, pois permanece calma a maior parte do ano, com ondas de energia moderada, exceto em eventos de tempestade e fortes ventos quando são geradas ondas de média energia e curto período. Este padrão de comportamento revela que em situações de derrames a mancha de óleo permanecerá aprisionada na costa até ser naturalmente removida durante o próximo evento de tempestade que pode levar dias ou meses para ocorrer.

Na margem leste, predomina a areias quartzosa, madura, bem selecionada, com tamanho de grão fino, resultante dos processos deposicionais costeiros.

3.1. Mapeamento da costa lagunar

A classificação dos segmentos costeiros segundo Índice de Sensibilidade Ambiental determinou a seguinte escala, adaptada para as feições encontradas nas margens da Lagoa dos Patos conforme vemos na tabela 2.

Tabela 2. Índice de Sensibilidade Ambiental adaptado para a Lagoa dos Patos.

ISA	Ambiente Lacustre
3	Escarpa de erosão em sedimentos
4	Praia arenosa
10A	Banhado de água doce inundado
10B	Banhado de água doce inundado e protegido
10C	Banhado de água doce com Mata de restinga

A margem da laguna foi classificada com pendente de inclinação suave (cinco graus), assim a energia de onda é dissipada antes de alcançar a praia o que contribui para uma maior permanência do óleo no substrato. O tipo de substrato encontrado foi classificado como sedimentos inconsolidados, o qual permite a penetração e soterramento do óleo, quando estes processos ocorrem, aumenta o tempo de permanência do óleo no substrato, tornando os impactos biológicos de longo prazo, e dificultando os esforços de limpeza da praia. A granulometria encontrada foi predominantemente de areia média, fina e finos que correspondem ao intervalo de phi dois a quatro. Ambientes vegetados, como marismas e banhados, recebem o maior índice de sensibilidade, devido aos impactos serem de longo-prazo, resultado da fraca atuação de energia hidrodinâmica e da dificuldade de operação das estratégias de limpeza neste tipo de ambiente. As funções ecológicas deste ambiente, de alta produtividade, levam décadas para a total recuperação.

Ao todo foram gerados 10 mapas de sensibilidade ambiental para a restinga da Lagoa dos Patos, com escala de 1:50.000. Na parte sul da área de estudo, entre a Ponta dos Lençóis e o Pontal de Bojuru, encontraram-se os maiores índices de sensibilidade ambiental, pois as margens são vegetadas e ainda sofrem constantes inundações representados nos mapas pelos terraços lagunares. Estas características agravam o depósito de óleo que pode alcançar extensas áreas embrenhando-se além da face da praia. A Figura 2 demonstra o Mapa 1, Folha LP-01 correspondente a região sul da restinga lagunar, na Ponta dos Lençóis. A figura 3 exhibe parte das informações disponíveis no banco de dados digital referentes ao Mapa 1.

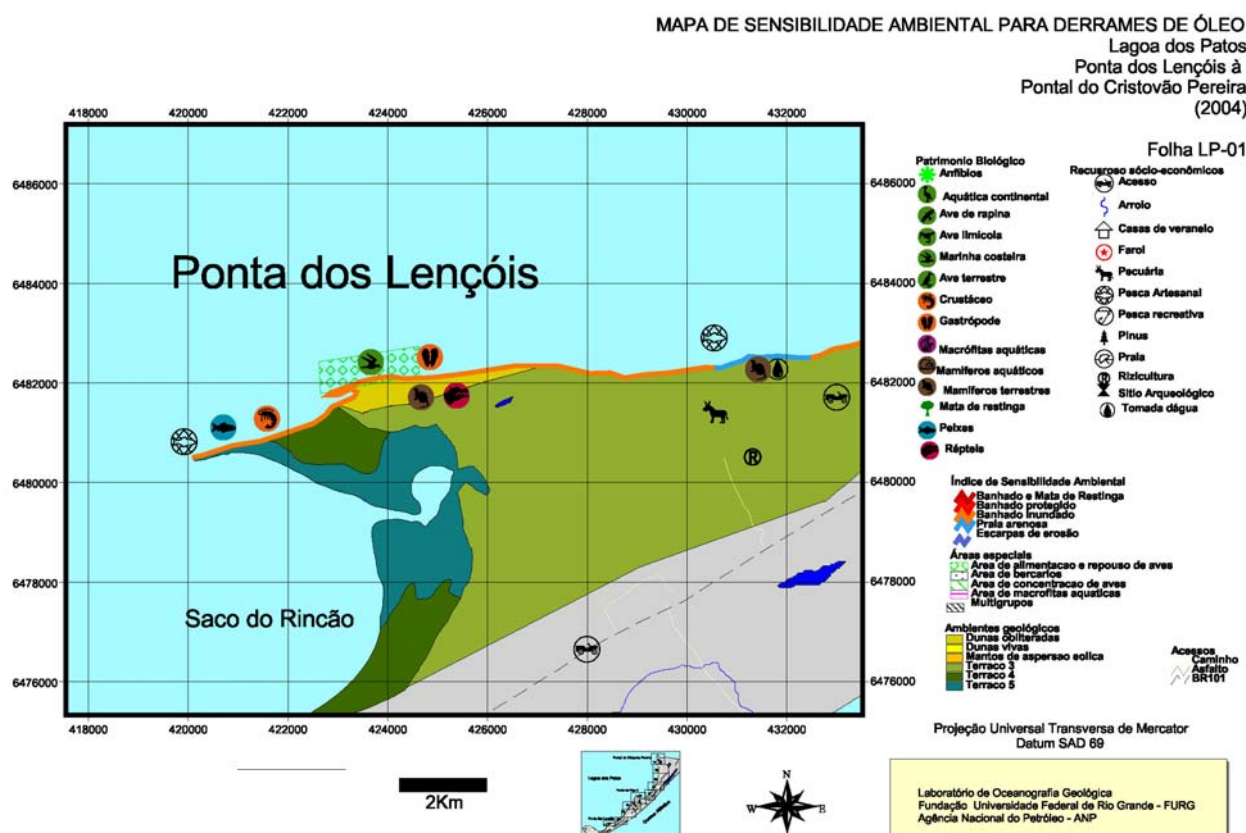


Figura 2. Mapa 1 - Ponta dos Lençóis

Local do mapa	Ponta dos Lençóis	
Nome do local	Ponta dos Lençóis	
Segmento	LPRS-001	
Sensibilidade	10A	
Tipo de ambiente	Banhado água doce	
Características	Exposição a ondas	fraco-moderado
	Granulometria	areia fina e finos
	Pendente inclinação	baixa
	Preservação da praia	ótima
	Preservação da vegetação	ótima
	Ocupação	mínima
	Usos	Pesca, cultivos,
	Fotos/Folha	9 e 10 / LP-01
Solo /Vegetação	Praia lagunar, campo litorâneo, vegetação de	
Unidade Ambiental	Crista praial lagunar alagada	



Foto 9. Segmento LPRS-001 - Pargem vegetada com banhado de água doce



Foto 10. Segmento LPRS-001 - Praia lagunar e vegetação de dunas

Figura 3. Banco de dados referente ao Mapa 1.

A região norte da área de estudo entre o Pontal de Bojuru e o Pontal de Cristóvão Pereira diferencia-se do trecho anterior por ser predominantemente arenosa e topograficamente mais elevada. A figura 3 demonstra o Mapa 10, LP-10 da região do Pontal do Cristóvão Pereira.

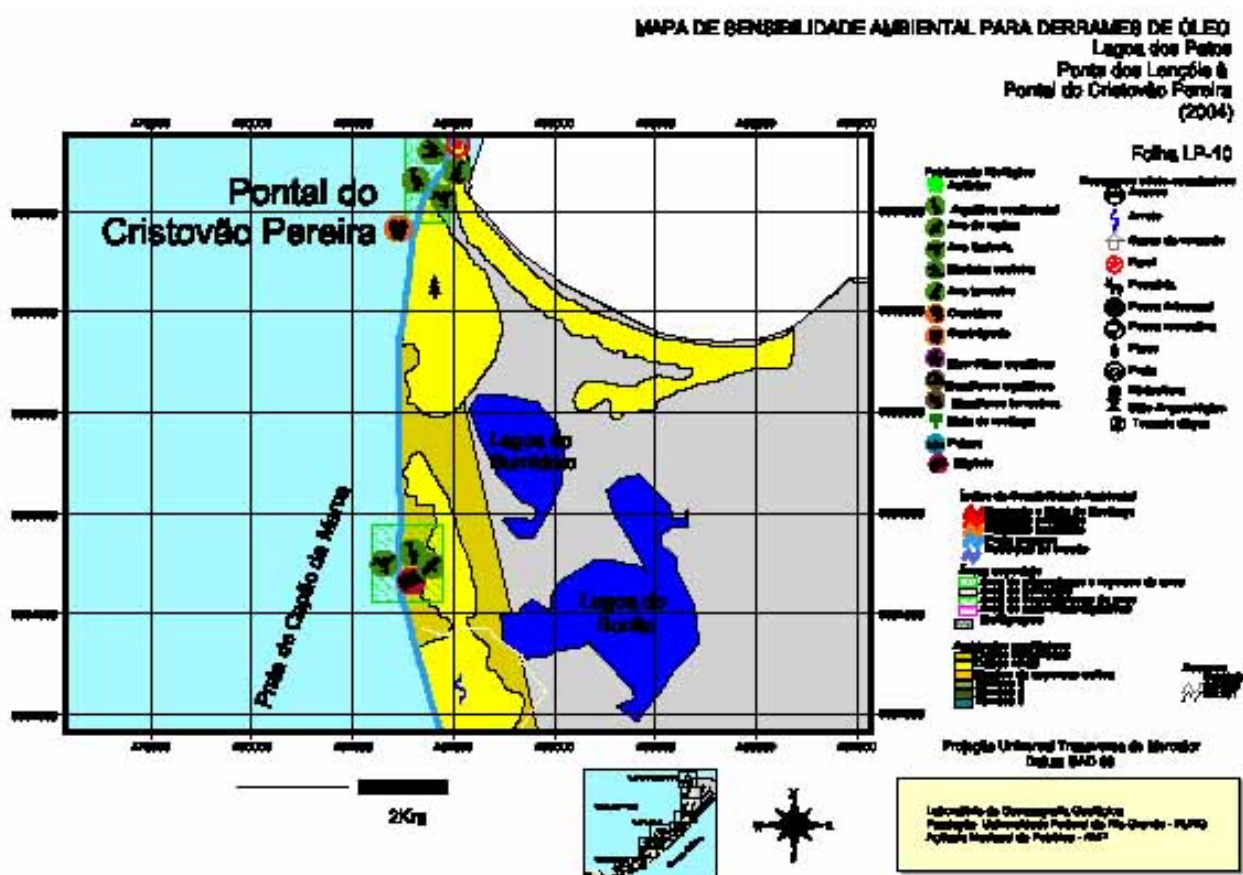


Figura 4. Mapa 10 - Pontal de Cristóvão Pereira.

3.2 Patrimônio Biológico

A área de estudo correspondendo à região central lagunar pode ser considerada como intermediária ou de transição entre a zona Límica e a zona Estuarina. O gradiente do mar até a zona límica influencia para uma mudança gradual na dominância das principais espécies, uma substituição gradativa de espécies marinhas por espécies de água doce, redução drástica da abundância das espécies e um crescimento relativo dos indivíduos.

O patrimônio biológico contido no banco de dados contém informações a respeito da vegetação e dos grupos de fauna dos invertebrados, peixes, aves, anfíbios, répteis e mamíferos. Estes foram representados no mapa por ícones padronizados. As informações detalhadas sobre cada espécie foram arranjadas na forma de tabelas padronizadas pela metodologia do mapa de sensibilidade e anexadas ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), somando ao todo seis tabelas da biota. A tabela 3 exemplifica parte da tabela dos peixes que foi acoplada ao SIG do mapa. A fauna da região é abundante e diversificada, e ainda muito pouco estudada.

Tabela 3. Tabela de peixes

Nome comum	Nome científico	Presença sazonal (meses)												Desova	Migração	Larva	Juvenil	Adulto
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D					
Tainha	<i>Mugil platanus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	abr/out	abr/jun	anual	anual	out/mai
Tainha	<i>Mugil curema</i>	X	X	X	X	X							X	setembro	primavera	primavera	dezembro	outono
Bagre	<i>Netuma barba</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	set/dez	agosto		anual	ago/mai
Traíra	<i>H. malabaricus</i>																	
undiá	<i>Rhamdia sp</i>	X	X	X									X					

3.2 Atividades Socioeconômicas

De acordo com Tagliani (1998) a restinga da Lagoa dos Patos demonstra um quadro de estagnação socioeconômica desde o século XIX. As condições precárias das estradas dificultam o acesso principalmente às regiões mais isoladas. O transporte rodoviário é feito pela RST-101 e é conhecida como “Estrada do Inferno”, apresenta 108 Km sem pavimentação e sendo o transporte hidroviário a melhor solução em caso de derrames de hidrocarbonetos.

Dentre as atividades socioeconômicas diretamente relacionadas com o recurso hídrico lagunar está a tomada de água nas atividades agrícolas para o cultivo de arroz e cebola, na pecuária, no florestamento voltada à produção de madeira, pesca artesanal e recreativa, desempenhando importante papel também na recreação e lazer durante o verão. A restinga da Lagoa dos Patos foi recentemente incorporada juntamente com o restante da Planície Costeira do Rio Grande do Sul à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

4. Conclusão

A metodologia empregada para a elaboração do Mapa de Sensibilidade Ambiental utiliza uma reta para representar a linha de costa, porém ao representá-la desta forma desconsideram-se os processos dinâmicos atuantes na laguna. A linha da margem é instável e definida por eventos imprevisíveis responsáveis pela subida e descida do nível de água da laguna. A margem lagunar é dividida em segmentos, cada qual representada por uma cor e um número referente a classificação do índice de sensibilidade ambiental. No entanto estas classificações podem sofrer variações sazonais, isto é: um ambiente alagado e vegetado, na época em que a lagoa transborda pode tornar-se arenoso em épocas de seca. Portanto este mapa representa as condições encontradas nos meses de verão, de menores índices pluviométricos, quando o nível de água na laguna é baixo.

As informações sobre a Lagoa dos Patos são escassas e muitas lacunas no conhecimento sobre a ocorrência das espécies foram identificadas, portanto o banco de dados do SIG necessita estar constantemente sendo revisado e alimentado com novos resultados de pesquisas científicas.

5. Referências

- GUNDLACH, E.R., HAYES, M.O. Vulnerability of Coastal Environment to Oil Spill Impacts. University of South California. M. T. S. Journal 12(4): 18-27. 1978.
- ITOPF (The International Tanker Owners Pollution Federation Limited) – www.itof.com
- KJERFVE, B. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: Wolfe DA (ed) Estuarine variability. Academic Press, New York, pp 63-81.1986.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Especificações e normas técnicas para a elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de óleo. 2002.
- MOLLER, JR, O.O., CASTAING, P., SALOMON, J.C., LAZURE, P. The Influence os local and Non-Local Forcing Effects on the Subtidal Circulation of Patos Lagoon. Estuarine Research Federation. Vol 24, N02, p.297-311. 2001.
- NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Enviromental Environmental Sensivity Index Guidelines, v-2, Seatle, Washington ,79pp,1997.
- TAGLIANI, P.R.A., GRIEP, G. (Coord.). Estudo de impacto Ambiental da pavimentação da rodovia br 1001/RS. Trecho - Tavares - São José do Norte e contorno. Documento técnico. 750pp. 1998.
- TOLDO Jr., E.E. Sedimentação, Predição do Padrão de ondas e dinâmica sedimentar da antepraia e zona de surfe do sistema lagunar da Lagoa dos Patos. Curso de pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul . Tese de doutorado. 183p. 1994.