



Universidade Federal do Rio Grande

**Avaliação do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) no âmbito das Cartas
SAO: Identificação de lacunas e proposição das variáveis biológicas em sua
composição.**

Chayonn Marinho

Orientador: Dr. João Luiz Nicolodi

Monografia apresentada à Universidade
Federal do Rio Grande, como parte dos
requisitos para conclusão do curso de
Oceanologia.

Rio Grande, dezembro 2012.

**Avaliação do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) no âmbito das Cartas
SAO: Identificação de lacunas e proposição das variáveis biológicas em sua
composição.**

Chayonn Marinho

Orientador: Dr. João Luiz Nicolodi

Banca examinadora: Orientador Dr. João Luiz Nicolodi

Dr. Carlos Roney Armanini Tagliani

Msc. Paulo Henrique Mattos

Rio Grande, dezembro 2012.

Sumário

I	Agradecimentos.....	v
II	Resumo.....	vi
III	Lista de figuras.....	vii
IV	Lista de siglas.....	ix
V	Lista de símbolos.....	x
VI	Lista de tabelas e gráficos.....	xi
1.	Introdução.....	2
1.1	Derramamentos de óleo.....	5
1.2	O petróleo e o meio ambiente.....	7
1.2.1	Impactos a comunidade biológica.....	9
1.3	Convenções Internacionais e Legislação Brasileira.....	10
1.3.1	Contexto atual.....	11
1.4	Mapas de Sensibilidade Ambiental.....	12
1.5	Índice de Sensibilidade do Litoral.....	15
1.6	Problemáticas da metodologia ISL.....	17
2.	Objetivo geral.....	19
2.1	Objetivos específicos.....	19
3.	Área de estudo.....	20
3.1	O Guaíba.....	21
3.2	Sedimentação no Guaíba.....	25
3.3	Dinâmica no lago.....	26
3.4	Áreas protegidas.....	27
3.4.1	Parque Estadual de Itapuã.....	28
3.4.2	Reserva Biológica do Lami.....	30
3.5	Recursos biológicos.....	31
3.5.1	Fauna.....	31

3.5.2	Flora.....	32
4.	Metodologia.....	33
4.1	Levantamento bibliográfico e trabalho de campo.....	33
4.2	Identificação de falhas e lacunas.....	36
4.3	Proposição de variáveis biológicas.....	36
4.4	Atribuição dos pesos relativos.....	38
4.5	Levantamento de dados biológicos.....	40
4.6	Inserção no ISL.....	41
5.	Resultados e discussões.....	42
5.1	Lacunas da metodologia MMA.....	42
5.2	Aplicação da matriz pareada.....	45
5.3	Mapeamento do ISL da área de estudo.....	49
5.4	Mapeamento oficial x mapeamento proposto.....	58
6.	Conclusões.....	61
7.	Sugestões futuras.....	63
8.	Referências.....	64
	ANEXO 1.....	71
	ANEXO 2.....	72

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais por todo apoio dado durante o decorrer da graduação. Ao Laboratório de Oceanografia Geológica – LOG, seus professores e funcionários por toda ajuda e pelo maravilhoso ambiente de trabalho, especialmente ao meu orientador João Luiz Nicolodi pela oportunidade e toda atenção dada. Também a todos os meus amigos que me acompanharam nessa trajetória.

Resumo

O aumento mundial do consumo de petróleo e seus derivados incentivaram a descoberta e exploração de novos campos petrolíferos, sendo os mesmos responsáveis pelo aumento da produção e do transporte marítimo, elevando também o risco de acidentes com óleo. Neste contexto enquadram-se os instrumentos de políticas públicas, desenvolvidos para a minimização destes efeitos. No Brasil, a partir da Lei 9966/00 (Lei do Óleo), o MMA vem empreendendo esforços no sentido de normatizar e implementar as medidas necessárias para efetivação de ações de prevenção e controle dos problemas causados pelas atividades petrolíferas, através da identificação de áreas ecologicamente sensíveis ao contato com óleo. Nesse sentido, apresentam-se as Cartas SAO. Estas agrupam as características geomorfológicas, as quais são agregadas em um índice que defini a sensibilidade da costa a partir do tipo de substrato, hidrodinâmica e declividade do litoral, denominado Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), as biológicas e as socioeconômicas, ambas dispostas em ícones. A metodologia para definição do ISL desconsidera as características biológicas da região, o que subestima a sensibilidade ambiental ao óleo. O presente trabalho integrou algumas variáveis biológicas (Unidade de Conservação de Proteção Integral, Unidade de Conservação de Uso Sustentável, espécie endêmica, espécie em extinção, áreas de reprodução e áreas de alimentação) na composição do índice através do método de matriz de comparação pareada, Saaty, 1996, na região do Parque Estadual de Itapuã e áreas do entorno. Através da agregação de letras indicando a sensibilidade biológica (A= alta; B= moderada; C= baixa) a Ponta do Cego, na Reserva Biológica do Lami obteve ISL 10-C, a Praia da Pedreira e Praia do Tigre, no Parque Estadual de Itapuã, obtiveram ISL 4-C e 4-B, respectivamente. Com a aplicação deste método, procurou-se sanar, em parte, uma das principais deficiências encontradas na metodologia de mapeamento de sensibilidade ao óleo no Brasil: a não integração de variáveis biológicas na composição dos índices.

Lista de figuras

Figura 1: Aumento da produção e do consumo de petróleo e derivados por região. Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2012.	2
Figura 2: Produção x consumo de petróleo no Brasil (mil barris/dia). Fonte: Empresa de Pesquisa Energética EPE, 2011b.....	3
Figura 3: Produção de petróleo segundo regiões geográficas em 2011 (milhões de barris/dia). Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2012.	4
Figura 4: Consumo mundial de óleo segundo regiões geográficas em 2011 (milhões de barris/dia). Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2012.....	4
Figura 5: Padrão das maiores rotas de transporte de óleo no mundo. Fonte: Milanelli, 2012.....	5
Figura 6: Números de médios (7-700 ton) a grandes (> 700 ton) derramamentos por década. Fonte: ITOPF (International Tanker Owners Pollution Federation), 2011	6
Figura 7: Principais fontes de emissão de óleo para o ambiente marinho. Fonte: Milanelli, 2012.....	7
Figura 8: Intemperização do óleo no mar. Fonte: CETESB, 2007.	8
Figura 9: Carta operacional da Ilha do Mel (PR). Fonte: Atlas de Sensibilidade Ambiental ao óleo da Bacia Marítima de Santos, MMA 2007.	14
Figura 10: Localização da área de estudo	20
Figura 11: Bacias da região hidrográfica do Guaíba. Fonte: Pró-Guaíba, Programa do Governo do Estado do Rio Grande do Sul. 2012.....	22
Figura 12: A Lagoa dos Patos com suas principais unidades biológicas. Fonte: Asmus, 1998	23
Figura 13: Temperatura média anual para o Rio Grande do Sul. Fonte: Atlas Eólico do RS, 2002.....	24
Figura 14: Mapa detalhado do Parque Estadual de Itapuã	29
Figura 15: Localização da Reserva Biológica do Lami. Fonte: Tomazzoni, 2003	30
Figura 16: Praia do Tigre	34
Figura 17: Praia da Pedreira	35
Figura 18: Praia de Fora.....	35
Figura 19: Formato geral da matriz de comparações. Fonte: Dutra e Fogliatto, 2007.....	38
Figura 20: Escala contínua de nove pontos para elaboração da matriz de comparação pareada. Fonte: Eastman, 2001	38
Figura 21: Matriz de comparação pareada entre n atributos. Fonte: Kimura et al, 2003	39
Figura 22: Aplicação do método de matriz pareada na ferramenta WEIGHT do IDRISI.....	46

Figura 23: Resultado dos pesos das variáveis na ferramenta WEIGHT do IDRISI.....	48
Figura 24: Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 106	50
Figura 25: Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 107	52
Figura 26: Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 108	54
Figura 27: Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 110	56
Figura 28: Ephedra tweediana. Fonte: FDRGS, Flora digital do Rio Grande do Sul. 2012.....	57
Figura 29: Tartaruga tigre d'água. Fonte: www.ninha.bio.br	57
Figura 30: Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 108, modificada	59
Figura 31: Recorte do Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 110, modificado	60

Lista de siglas

ANP: Agência Nacional do Petróleo.

BP: British Petroleum.

CARTAS SAO: Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo.

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

CLC-69: Civil Liability Convention.

DMAE: Departamento Municipal de Água e Esgotos.

DNAEE: Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica.

DRNRE: Departamento de Recursos Naturais Renováveis.

EPA: Environmental Protection Agency.

ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

IPIECA: International Petroleum Industry Environmental Conservation Association.

ISL: Índice de Sensibilidade do Litoral ao derramamento de Óleo.

ITOPF: International Tanker Owners Pollution Federation Limited.

JCG: Japan Coast Guard.

MARPOL: Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios.

MMA: Ministério do Meio Ambiente.

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration.

OPA: Oil Pollution Act.

OPRC: International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation.

PEI: Parque Estadual de Itapuã.

PISA: Programa Integrado Socioambiental.

RBL: Reserva Biológica do Lami.

UC's: Unidades de Conservação.

Lista de símbolos

W_i = pesos relativos.....	39
X_{ij} = importâncias relativas	39
n = número de variáveis	39
β = Índice de consistência de uma matriz de comparação pareada aleatória.....	40

Lista de tabelas e gráficos

Tabela 1: ISL para ambientes costeiros e estuarinos proposto pelo MMA, 2007. Fonte: MMA. 2007. Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo (Cartas SAO).....	16
Tabela 2: Intervalo para definição das letras a serem agregadas no ISL.....	41
Tabela 3: Lacunas na metodologia de definição dos ISL do Ministério do Meio Ambiente - MMA...	42
Tabela 4: Matriz de comparação pareada de Saaty, entre as variáveis propostas para integração no Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL)	45
Tabela 5: Pesos calculados pelo autovetor para cada variável proposta na integração do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL). Índice de Consistência aceitável de 0,05	47
Gráfico 1: Pesos referentes às variáveis propostas	48

1. Introdução

O petróleo, que levou milhões de anos para ser formado nas rochas sedimentares, se tornou a principal fonte de energia do mundo moderno, servindo como matéria-prima para diversos produtos do nosso cotidiano, como a gasolina, o diesel, os plásticos e fertilizantes, a borracha e diversos compostos químicos.

Devido a esta dependência energética, o consumo mundial de petróleo e seus derivados, desde as últimas décadas, apresenta um grande crescimento, tendo como suporte o aumento da produção marinha, do transporte marítimo e da transferência e estocagem em zonas costeiras (BROEDEL, 2004). Entre as décadas de 60 e 70, até o ano de 2005, houve um crescimento total de 151% no consumo destes produtos (PETROBRAS, 2007). Dados da Agência Nacional de Petróleo, 2012 mostram um aumento de 0,7% de 2010 para 2011, chegando a 88,03 milhões de barris/dia.

O volume de petróleo produzido no mundo em 2011 obteve um crescimento estimado em 1,33%, sendo que a produção de óleo nas Américas Central e do Sul apresentou alta de 1,2%, impulsionada pelos incrementos na Colômbia (16,2%), Equador (2,7%) e Brasil (2,6%).

Acompanhando o cenário mundial, o Brasil é considerado um grande produtor e consumidor de petróleo (ALVES, 2006). Segundo a Revisão Estatística Mundial de Energia da British Petroleum, 2012 a partir da descoberta do pré-sal, o Brasil pulará do 24º lugar no ranking de maiores reservas do mundo para a 8º ou 9º colocação (British Petroleum, 2012). A figura 1 mostra o aumento da produção e do consumo de petróleo e derivados por região no mundo.

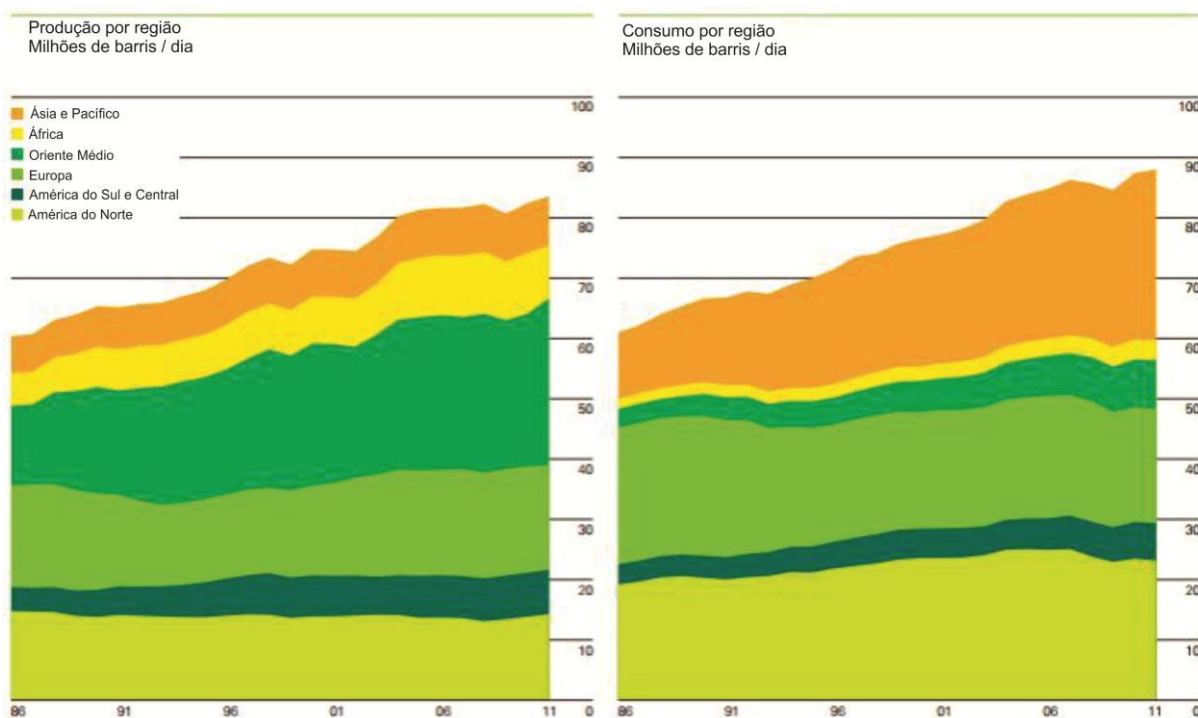


Figura 1: Aumento da produção e do consumo de petróleo e derivados por região.

Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2012.

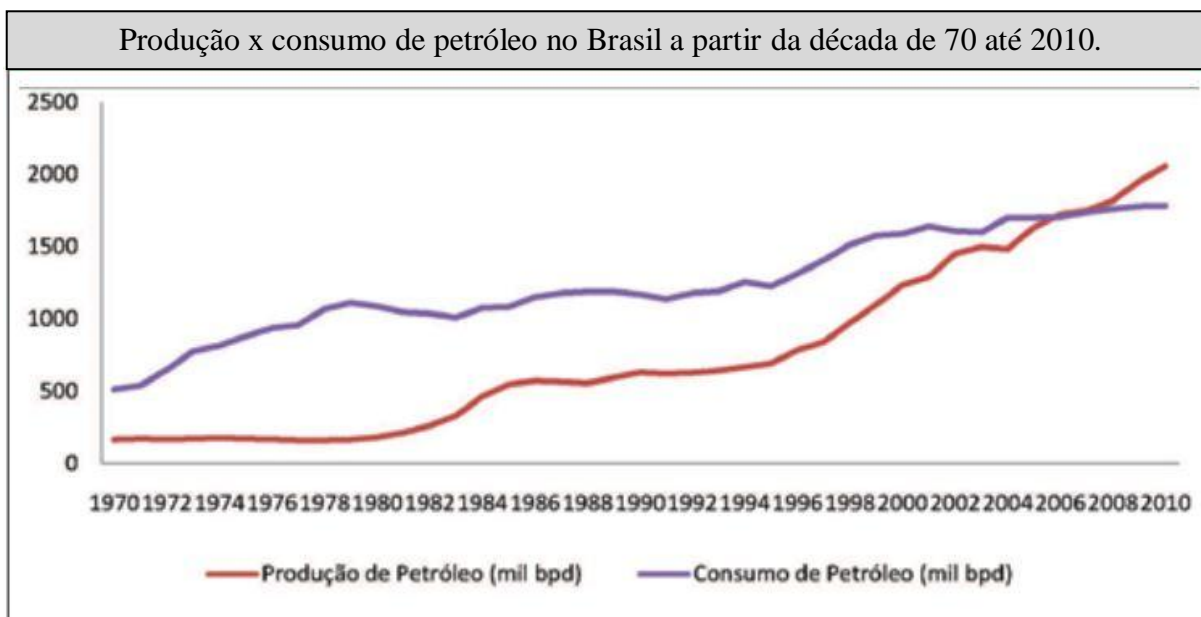


Figura 2: Produção x consumo de petróleo no Brasil (mil barris/dia).

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética EPE, 2011b.

Esse aumento de consumo, por sua vez, acarreta o desenvolvimento de novas tecnologias e descoberta de novos campos petrolíferos (CETESB, 2007). Apesar disso, a produção de petróleo de alguns países continua insuficiente para atender a sua grande demanda, tendo que importá-lo das regiões que possuem capacidade de produção maior do que a necessidade de consumo. Essa capacidade está associada às condições geológicas ideais para a formação de depósitos petrolíferos, que são distribuídos irregularmente ao longo do planeta (PETROBRÁS, 2006).

Como se observa na figura 3, a maior produção de petróleo concentra-se nos países do Oriente Médio, com valores estimados de 27,7 milhões de barris por dia. Neste patamar está a Arábia Saudita, como a maior produtora, com média de 11,2 milhões de barris por dia, ultrapassando a Rússia (ANP, 2012). Já os maiores consumidores estão na região da Ásia-Pacífico e América do Norte, sendo a China responsável pelo crescimento de 71% no consumo mundial (BP, 2012).

Visto que a localização dos campos petrolíferos não é, necessariamente, próxima das áreas de maior consumo (fig. 4), torna-se necessário o transporte através de embarcações, caminhões ou tubulações (oleodutos e gasodutos). Segundo Clark, 2001 já no início deste século a metade da produção mundial de petróleo é transportada pelos oceanos, cerca de 31,5 bilhões de galões por dia, sendo o Oriente Médio o maior exportador.

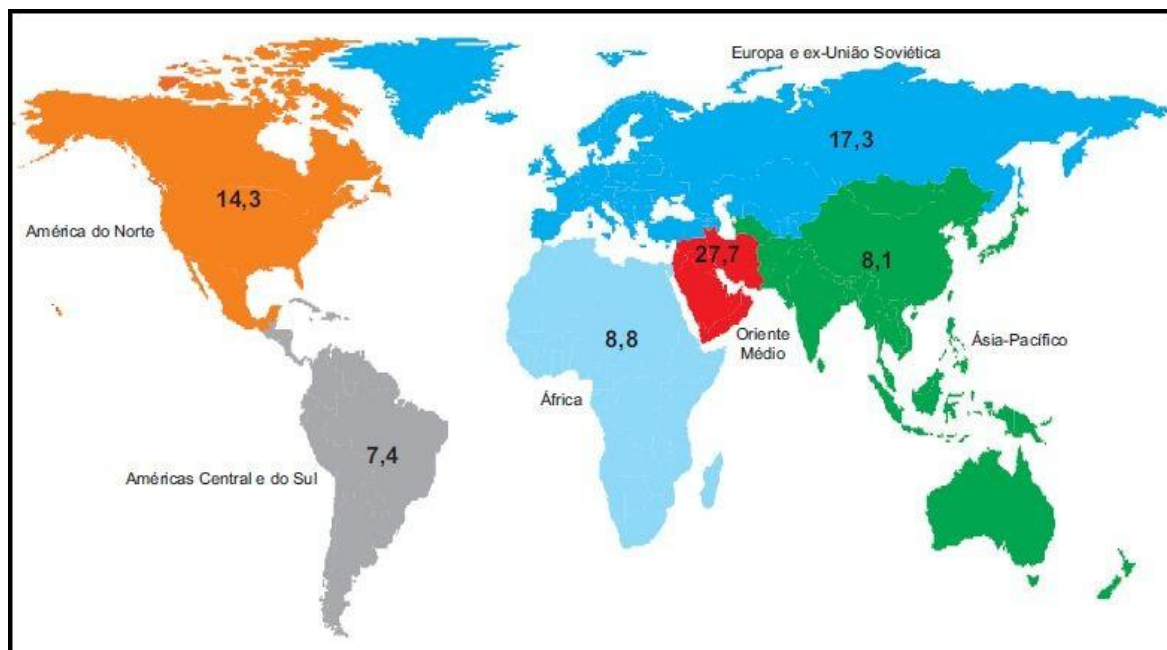


Figura 3: Produção de petróleo segundo regiões geográficas em 2011 (milhões de barris/dia).

Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2012.

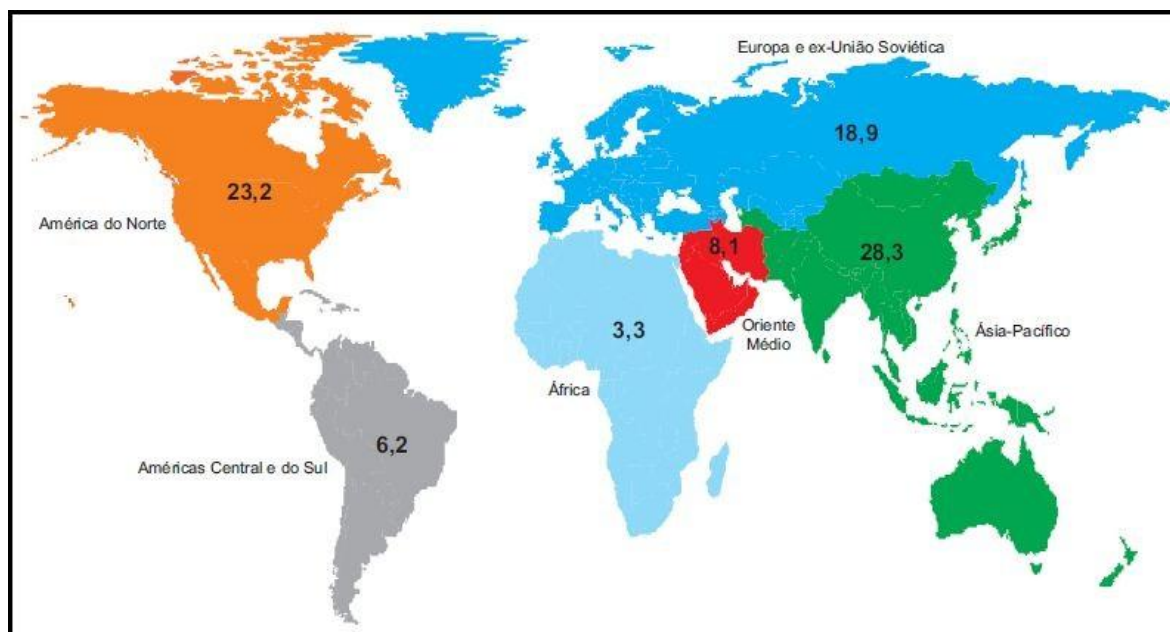


Figura 4: Consumo mundial de óleo segundo regiões geográficas em 2011 (milhões de barris/dia).

Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2012.

Acompanhando os dados de produção e consumo acima mencionados, observa-se que as maiores rotas de transporte concentram-se do Oriente Médio para a América do Norte e Ásia-Pacífico, como mostra a figura abaixo (fig. 5).

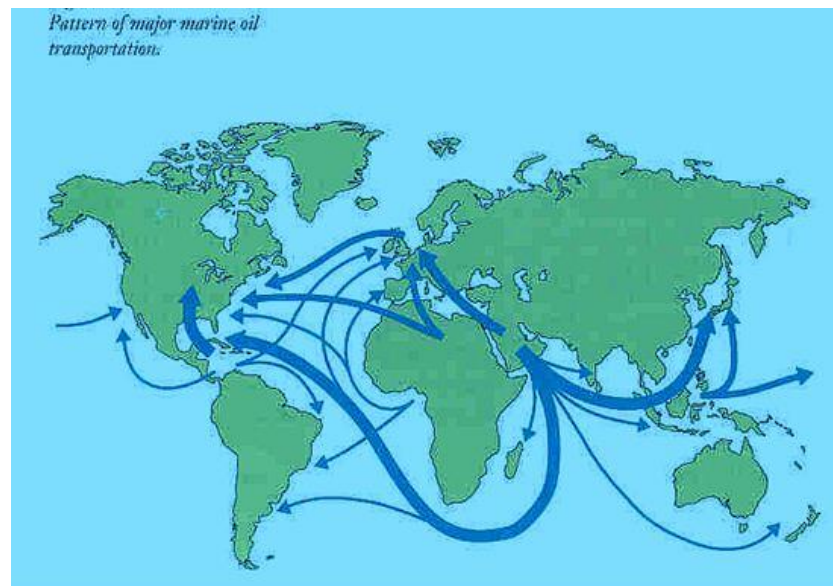


Figura 5: Padrão das maiores rotas de transporte de óleo no mundo.

Fonte: Milanelli, 2012.

1.1 Derramamentos de óleo

Com o aumento da produção e consumo do petróleo, intensifica-se cada vez mais o transporte por meio de embarcações, crescendo o risco de acidentes tanto com navios petroleiros quanto decorrente de falhas operacionais durante atividades rotineiras de transferência de óleo nos portos e terminais e acidentes envolvendo diretamente as plataformas marítimas na Exploração e Produção – E&P de Petróleo (LIMA *et al*, 2008).

O incidente com óleo é definido como qualquer forma de liberação do óleo para o ambiente, decorrente de fato ou ação intencional ou acidental que ocasione risco potencial, dano ao meio ambiente ou à saúde humana (Lei nº 9966/00). Esses eventos afetam uma série de atividades e usos. Dentre os piores vazamentos que ocorreram nas últimas décadas podemos citar:

- **1968** – Encalhe do navio Torrey Canyon. Derramou 120.000 ton de óleo que atingiu a zona costeira da Inglaterra e da França causando mortalidade de aves e prejuízos à pesca e ao turismo.
- **1978** – Encalhe do navio Amoco Cadiz. Também ocorreu na costa da Inglaterra derramando 230.000 ton de óleo que causou um verdadeiro desastre ambiental.

- **1989** – Acidente com o petroleiro Exxon Valdez, que colidiu com recifes na costa do Alaska afetando praticamente toda fauna da região. O volume vazado não foi tão grande comparado aos outros derrames, porém ocorreu em uma área abrigada e sensível, com importantes recursos biológicos e socioeconômicos, sendo considerado um dos piores vazamentos da nossa história (CETESB, 2012).
- **2000** – Acidente na Baía de Guanabara, RJ. Derramamento de 1,3 milhões de litros de óleo cru. Causou grandes danos aos manguezais, praias e à população de pescadores.
- **2002** – Naufrágio do navio Prestige, das Bahamas. Afundou na costa oeste da Galícia deixando vazar 40.000 ton de óleo pesado. A poluição afetou a costa da Espanha, Portugal e França (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2003).
- **2010** – Golfo do México. Uma explosão na plataforma da *British Petroleum Deepwater Horizon* rompeu tubulações deixando escapar uma quantidade estimada entre 3 e 4 milhões de barris de petróleo.

Apesar do grande número de vazamentos houve, a partir dos anos 70, um significativo decréscimo nos acidentes (fig. 6), demonstrando o resultado prático de políticas mais rigorosas e maior cuidado por parte de algumas empresas (ITOPF, 2011).

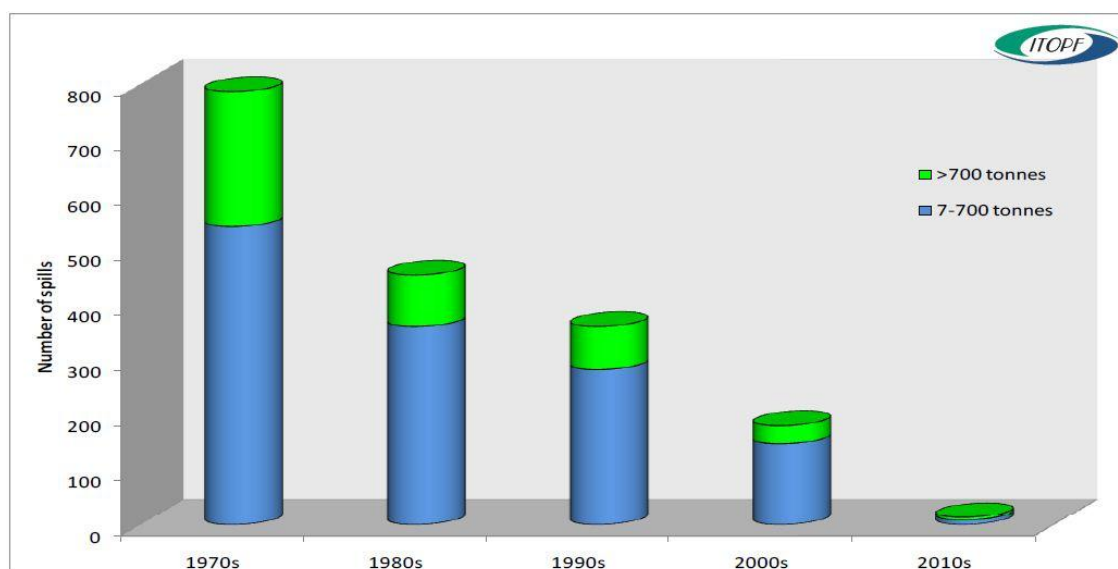


Figura 6: Números de médios (7-700 ton) a grandes (> 700 ton) derramamentos por década.

Fonte: ITOPF (International Tanker Owners Pollution Federation), 2011.

1.2 O petróleo e o meio ambiente

Por um lado o petróleo move a economia mundial, por outro, os derrames podem afetar seriamente o ambiente marinho causando uma vasta gama de impactos que são frequentemente tratados pela mídia como “desastre ambiental”. Em um acidente de maiores proporções o impacto ambiental de curto prazo pode ser severo, atingindo o ecossistema e a população próxima a área contaminada, afetando seus meios de subsistência e prejudicando sua qualidade de vida (ITOPF, 2012).

As principais fontes de emissão de óleo para o ambiente marinho são os esgotos e drenagem urbana, afloramentos naturais, plataformas de produção, atividades ligadas aos terminais e portos, acidentes/naufrágios e fontes atmosféricas (fig. 7).

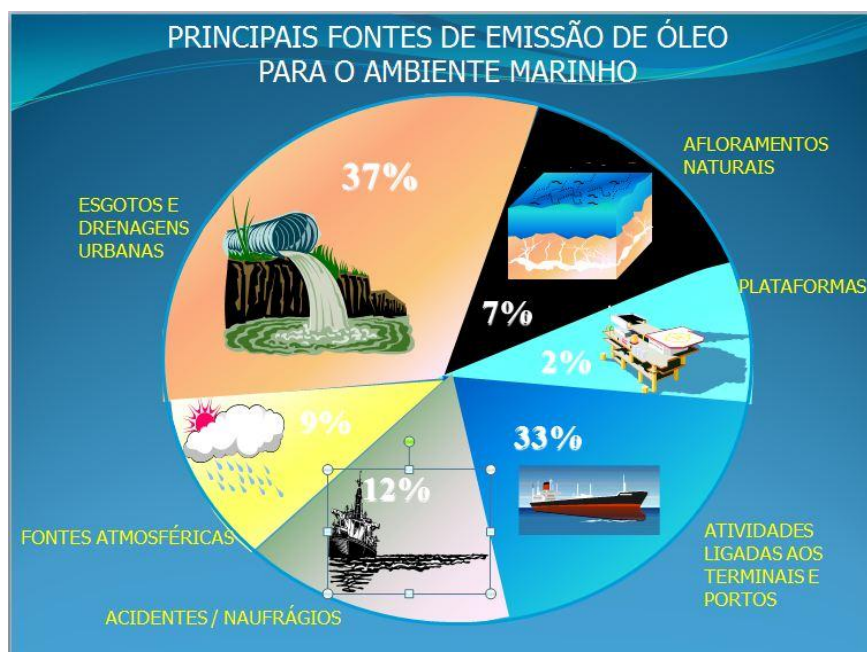


Figura 7: Principais fontes de emissão de óleo para o ambiente marinho.

Fonte: Milanelli, 2012.

Ao entrar em contato com a água a mancha de óleo passa por uma série de processos naturais (fig. 8), denominada de intemperismo, o qual é influenciado pelas características físicas e químicas do produto vazado, pela irradiação solar, pelas variações na temperatura ambiente e da água, pela chegada de frentes frias, pela força dos ventos e pelo impacto das ondas e correntezas (CETESB, 2007).

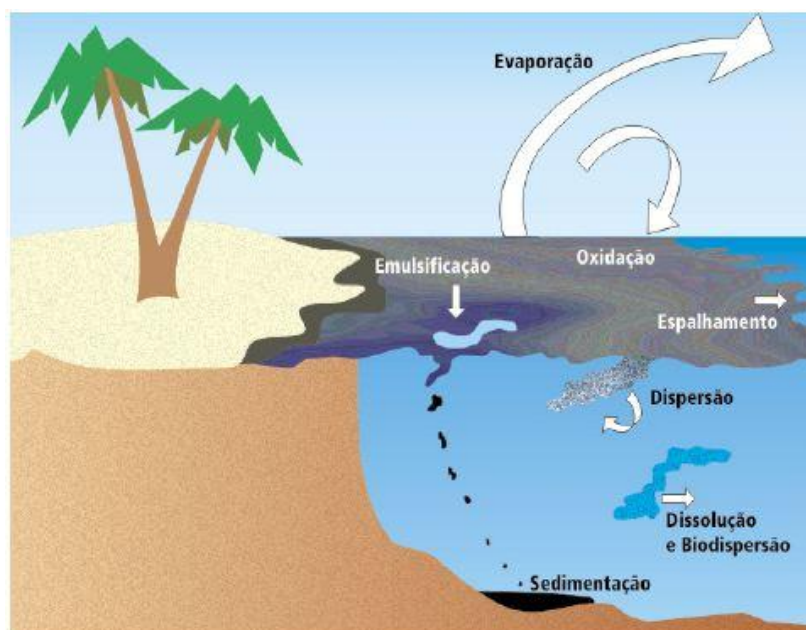


Figura 8: Intemperização do óleo no mar.

Fonte: CETESB, 2007.

A partir da fonte do vazamento a mancha de óleo, influenciada pela ação dos ventos, marés, ondas e correntes, espalha-se horizontalmente na superfície da água deslocando-se para áreas distantes da origem. Quanto mais rápida for a contenção da mancha, menor será a taxa de espalhamento. Com a mancha de óleo ainda na superfície os compostos aromáticos, os mais tóxicos dos hidrocarbonetos, passam para a atmosfera num processo chamado de evaporação (CETESB, 2007).

Além dos dois processos percorridos acima ocorre também a dissolução, na qual os compostos deixam a superfície e migram para a coluna d'água e a dispersão, responsável por fragmentar a mancha de óleo em gotículas. Este último processo pode ser acelerado através da aplicação de dispersantes ou por ação mecânica, como a passagem de embarcações sobre a mancha (CETESB, 2007).

A resolução CONAMA 269/00 é quem regula a aplicação dos dispersantes, que poderão ser utilizados em situações nas quais a mancha de óleo estiver se deslocando para áreas designadas como ambientalmente sensíveis, devendo ser aplicados no mínimo a 2.000 m da costa, quando for necessária a adoção de medidas emergenciais, entre outras (RESOLUÇÃO CONAMA 269/00).

Com a movimentação da camada superficial da água as moléculas de hidrocarbonetos incorporam moléculas de água num processo chamado de emulsificação, formando emulsão água-óleo. As emulsões de óleo em ambientes de baixa hidrodinâmica tendem a ser mais persistentes do que os óleos leves (CETESB, 2007).

Com a incidência da radiação ultravioleta sobre a mancha de óleo há um aumento no teor de oxigênio (oxidação/foto-oxidação), o que torna o óleo mais tóxico e solúvel em água, passando da

superfície para a coluna d'água. Os componentes mais pesados do óleo, que não se dissolvem na água, aderem às pequenas partículas inorgânicas e materiais sólidos flutuantes tendendo a sedimentar no fundo (sedimentação). E, por fim, ocorre a degradação natural (biodegradação) realizada por fungos e bactérias aderidos nos sedimentos, superfície, coluna d'água, e nos demais ambientes como praias, mangues e costões. (CETESB, 2007).

1.2.1 Impactos a comunidade biológica

O impacto inicial da poluição por óleo pode ser mínimo no caso de um derrame em oceano aberto, ou mais agravante, com a morte de organismos em uma comunidade (IPIECA, 1991). A grande maioria dos vazamentos ocorre em alto mar, distantes da zona costeira, sem impactar a fauna e trazer prejuízos à pesca e ao turismo (CETESB, 2012).

A natureza física do óleo e seus componentes químicos são os responsáveis pelos efeitos danosos nos seres vivos (MARCANO *et al*, 2006). Dentre eles podemos citar:

- O efeito físico do recobrimento que pode causar morte por asfixia, aumento da temperatura corporal, perturbações fisiológicas, alteração na locomoção e reprodução além do bloqueio da fotossíntese.
- E os efeitos químicos da toxicidade aguda, causada nas primeiras horas após o vazamento quando a fração de hidrocarboneto de menor peso molecular ainda está presente, podendo levar a morte dos organismos por intoxicação, efeitos subletais e, bioacumulação.

Os ambientes aquáticos são compostos de inter-relações complexas entre as espécies vegetais e animais e o meio físico no qual vivem. Qualquer desequilíbrio neste ambiente poderá prejudicar uma ou mais espécies, bem como a cadeia alimentar. A maioria dos ecossistemas é suscetível aos efeitos de um derrame de óleo (EPA, 1999). Dentre os principais efeitos podemos citar:

- Redução na riqueza das espécies.
- Alteração na composição de espécies.
- Redução na densidade das populações sensíveis.
- Viabilização de espécies oportunistas.
- Desestruturação da teia trófica.
- Distúrbios estruturais e funcionais.

A recuperação do ambiente afetado pode levar dezenas de anos, sendo que alguns danos podem ser irreversíveis (LUNA, 2010). Como exemplo, podemos citar a região do Alasca, que até hoje não se recuperou totalmente dos prejuízos do acidente com o Exxon Valdez ocorrido em 1989.

Devido aos diversos incidentes com óleo e seus impactos negativos, tanto ambientais como na saúde humana, exigiu-se a necessidade de políticas responsáveis por prevenir e controlar a poluição ocasionada pelo óleo. Segundo Seifert Jr. *et al*, 2012 apesar da intensidade e dimensão desses impactos, os mesmos foram os responsáveis por instituir e legitimar grande parte das convenções internacionais e a legislação em vigor. Ainda, de acordo com Calixto, 2004 foram precisos grandes desastres para que se firmassem essas grandes convenções internacionais.

1.3 Convenções Internacionais e Legislação Brasileira

No ano de 1969, após o acidente com o navio Torrey Canyon, foi realizada em Bruxelas a *Civil Liability Convention (CLC-69)* – Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo, tendo por objetivo estabelecer os limites da responsabilidade civil por danos causados a terceiros, aplicada aos casos de poluição por óleo causada por navios petroleiros dos países signatários dessa convenção. No Brasil a aplicação da CLC-69 foi regulamentada apenas 10 anos depois, tornando-se signatário a partir do Decreto 83.540/79.

Neste mesmo âmbito e também impulsionada pelo Torrey Canyon, deve-se ressaltar a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios – MARPOL, estabelecida no ano de 1973 como um marco legal a ser usado por décadas pela comunidade internacional e indústria naval quando se trata da fonte de poluição por navios (CALIXTO, 2004). Posteriormente, visando maior segurança na prevenção de acidentes pelos petroleiros, a Marpol foi alterada pelo protocolo de 1978, ficando conhecida como MARPOL 73/78. O Brasil tornou-se signatário apenas em 1998 com o Decreto 2.508/98.

Outro evento de extrema importância para a criação de normas foi o acidente com o petroleiro Exxon Valdez, o qual instituiu a Oil Pollution Act of 1990 (OPA 90) nos EUA, firmando aspectos de prevenção e resposta a incidentes com óleo no cenário americano. Apesar dela ser estabelecida apenas nos EUA, tornou-se providencial para a elaboração de outras normas em todo o mundo no que se refere a este tema (CALIXTO, 2004).

Em 1990 outra convenção foi estabelecida, a OPRC, Convenção Internacional sobre o Preparo, Responsabilidade e Cooperação em Casos de Poluição por Óleo, tendo por objetivo a elaboração de uma série de instrumentos com a finalidade de prevenção e controle de incidentes com óleo, que foi instituída no Brasil com o Decreto 2.870 em 1998.

Mais recentemente no Brasil e especificamente no campo do Direito Ambiental temos a Lei 9966/00 (Lei do Óleo), a qual estabelece os princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo ou outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional. Em 2003, com o Decreto 4.871, foram instituídos os Planos de Área para combate a poluição por óleo, devendo conter, em seu Art. 4º, mapas de sensibilidade ambiental.

1.3.1 Contexto atual

No Brasil, após o acidente ocorrido em 2000 na Baía de Guanabara (RJ), os órgãos ambientais e reguladores foram obrigados a implantar medidas mais efetivas para a prevenção e o controle dos problemas causados pelas atividades da indústria do petróleo. A partir da Lei do Óleo, que atua de forma complementar a MARPOL 73/78 e OPRC, o Ministério do Meio Ambiente vem empreendendo esforços no sentido de normatizar e implementar as medidas necessárias para a efetividade dessas ações.

Esta Lei tem como objetivo instituir as ações de prevenção, controle e fiscalização da poluição ocasionada por óleo, substâncias nocivas ou perigosas. Para isso estabelece quais são os órgãos, suas competências na execução das ações e os instrumentos correlatos que visam o cumprimento desses objetivos. Assim sendo, determina que o Órgão Federal Ambiental (MMA), ouvida à autoridade marítima (Marinha do Brasil), definirá a localização e os limites das áreas ecologicamente sensíveis, que deverão constar das cartas náuticas nacionais.

Áreas sensíveis correspondem aquelas com maiores riscos, tanto biológico como socioeconômico, sendo que medidas de resposta bem sucedidas podem resultar em significativa redução da contaminação. Os impactos de um derramamento podem ser minimizados se os locais mais sensíveis ao contato com o óleo, como por exemplo os manguezais, puderem ser protegidos.

Nesse contexto estão inseridas as Cartas de Sensibilidade Ambiental a derramamentos de Óleo – Cartas SAO – que definem as áreas ecologicamente sensíveis ao óleo e áreas vistas como zonas de sacrifício em caso de contaminação inevitável.

Não somente no Brasil, mas também nos EUA e Japão, a responsabilidade da elaboração de cartas de sensibilidade é dos órgãos governamentais como a NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) e JCG (Japan Coast Guard) respectivamente.

Assim, o MMA em conjunto com o IBAMA, responsável direto pelo controle ambiental e licenciamento das atividades petrolíferas, e em parceria com a ANP, órgão regulador do setor petrolífero, publicou as *"Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade a Derramamentos de Óleo nas Águas Jurisdicionais Brasileiras"* com o objetivo de padronizar e orientar a confecção dos referidos mapeamentos (MMA, 2007).

1.4 Mapas de Sensibilidade Ambiental

As Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo (Cartas SAO) começaram a ser elaboradas na década de 70 no Golfo do México e desde então são elaboradas em diversos países, obedecendo a diferentes metodologias. Países como EUA, Austrália, Bermudas, Canadá, Egito, México, Noruega, Japão e Venezuela já tem todo o seu litoral mapeado. No Brasil a elaboração das Cartas SAO começou somente a partir da década de 90, seguindo a metodologia oficial do MMA.

Estas devem atender a todos os níveis de derramamentos de óleo, que consolidados de acordo com um plano cartográfico, definem as prioridades do mapeamento (MMA, 2007) sendo compostas basicamente por:

- Cartas estratégicas (de abrangência regional/bacia marítima).
- Cartas táticas (de escala intermediária/recobrindo todo o litoral da bacia).
- Cartas operacionais ou de detalhe (loais de alto risco/sensibilidade).

As Cartas SAO são utilizadas como ferramenta nos Planos de Contingência, nas operações de combate a derramamentos de óleo e no planejamento ambiental, a partir da avaliação de recursos que possam estar em perigo, auxiliando na definição de locais de instalação de empreendimentos para a indústria de petróleo (VASCONCELOS *et al*, 2010).

Elas fornecem informações biológicas, socioeconômicas e geomorfológicas sobre os ecossistemas costeiros. De maneira específica, os recursos biológicos, e socioeconômicos são expressos na forma de ícones, indicando a existência de espécies e atividades que possam ser impactadas em caso de incidente com óleo. Já as características geomorfológicas estão incorporadas em um Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), sendo este a principal informação contida na carta.

A figura 9 mostra com mais clareza a disposição dos aspectos biológicos nas Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo.

O conjunto das Cartas de uma determinada Bacia Sedimentar Marítima deve ser organizado em um Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da bacia que apresenta, além das cartas, informações adicionais, como descrição dos habitats costeiros ocorrente na região, com seu devido ISL e imagens; lista com os recursos biológicos existentes e dados sobre densidade ecológica/concentração, sazonalidade, fases especiais do ciclo biológico; informações complementares sobre as atividades socioeconômicas; entre outros (MMA, 2007).

Tal requerimento está totalmente inserido nos instrumentos que o Brasil dispõe para a gestão da sua zona costeira e marinha. Dentre todas as bacias sedimentares brasileiras, apenas quatro bacias já se encontram mapeadas, tendo seus respectivos Atlas e Cartas já publicados ou em fase final de publicação: Ceará-Potiguar, Sergipe-Alagoas-Pernambuco-Paraíba, Sul da Bahia e Santos.

Como forma de mapear as demais bacias o Ministério do Meio Ambiente publicou o edital 22/2011, que busca atender as quatro bacias brasileiras restantes: Amazonas, Maranhão-Barreirinhas, Campos e Pelotas, por meio das Universidades Brasileiras.

A Universidade Federal do Rio Grande (FURG), por meio do Laboratório de Sensibilidade em Ambientes Costeiros e Marinhos (LASENSI) vinculado ao Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG/IO/FURG), é a responsável pelo projeto de mapeamento da bacia de Pelotas¹, tendo como parceiros o Laboratório de Gerenciamento Costeiro da FURG, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a empresa Mapsmut LTDA.

O mapeamento de sensibilidade ambiental da Bacia de Pelotas, Cartas SAO – Bacia de Pelotas está em andamento e tem previsão de finalização em 2014, com a apresentação dos produtos finais das Cartas SAO, Atlas de Sensibilidade Ambiental e o banco de dados geográficos da bacia de Pelotas. Cabe ressaltar que os dados obtidos na presente monografia estão inseridos neste projeto.

¹ www.saopelotas.furg.br

1.5 Índice de Sensibilidade do Litoral

O Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) é baseado apenas nas características geomorfológicas das áreas do litoral. A sua metodologia de determinação foi adaptada de Araújo *et al*, 2000 com base na metodologia da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) e segue as "*Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo (Cartas SAO)*" MMA, 2007.

A classificação da sensibilidade ambiental da costa a derramamentos de óleo considera o grau de exposição à energia de ondas e marés, declividade do litoral e tipo de substrato para classificar os diversos tipos de contorno de costa em uma escala de 1 a 10, cada qual representado por uma cor, sendo que quanto menos sensível o ambiente menor o valor do índice.

O grau de exposição à energia de ondas e marés vai determinar o tempo de permanência do óleo em diferentes ambientes. Em ambientes de alta energia o tempo de permanência do óleo tende a ser menor quando comparado a ambientes abrigados. Níveis mais elevados de incidência de ondas juntamente com as correntes próximas à costa podem limpar naturalmente o ambiente e afastar o óleo, minimizando seus efeitos.

Já as variações das marés tornam-se importantes na determinação do potencial de impacto sobre os habitats costeiros, influenciando a largura da zona entre marés, que é a superfície mais sujeita a ser coberta por óleo no caso de um derrame.

A declividade do litoral pode ser classificada como alta (maior que 30°), moderada (entre 30° e 5°) e pequena (menor que 5°), interferindo na área de contato com o óleo. Ambientes com maior declividade terão menores áreas de contato quando comparados a ambientes com menor declividade em que o óleo pode se espalhar por maiores distâncias.

O tipo de substrato estabelece uma correlação direta com a infiltração e, portanto, com a permanência do óleo. Em substratos inconsolidados, como as praias arenosas, quanto maior o diâmetro dos grãos maior será penetração. Em praias de cascalho a penetração de óleo pesado por chegar a até um metro. Já, os substratos consolidados tendem a ser impermeáveis (MMA, 2007).

Sendo assim, a linha de costa é classificada de acordo com a tabela abaixo (tab. 1).

Tabela 1: ISL para ambientes costeiros e estuarinos proposto pelo MMA, 2007.

COR	ÍNDICE	CÓDIGO			TIPOS DE COSTA
		R	G	B	
	ISL 1	119	38	105	<ul style="list-style-type: none"> • Costões rochosos lisos. • Falésias em rochas sedimentares. • Estruturas artificiais lisas.
	ISL 2	174	153	191	<ul style="list-style-type: none"> • Terraço, plataforma de abrasão ou terraço arenítico exumado, de declividade média, exposto.
	ISL 3	0	151	212	<ul style="list-style-type: none"> • Praias dissipativas, de areia fina a média, expostas. • Praias de areia fina a média, abrigadas. • Restingas – faixa contígua à praia, ainda sujeita à ação de ressacas.
	ISL 4	146	209	241	<ul style="list-style-type: none"> • Praias de areia grossa. • Praias intermediárias, de areia média a fina, expostas.
	ISL 5	152	206	201	<ul style="list-style-type: none"> • Praias mistas de cascalho e areia, areia e conchas, ou areia e corais. • Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou coberto de vegetação.
	ISL 6	0	149	32	<ul style="list-style-type: none"> • Praias de cascalho (seixos e calhaus). • Depósito de tálus. • Enrocamentos ("rip-rap", quebra-mar) expostos. • Plataforma ou terraço recoberto por concreções lateríticas ou bioconstrucionais.
	ISL 7	214	186	0	<ul style="list-style-type: none"> • Planície de maré arenosa exposta. • Terraço de baixa-mar.
	ISL 8	225	232	0	<ul style="list-style-type: none"> • Escarpa / encosta de rocha lisa abrigada. • Escarpa / encosta de rocha não-lisa abrigada. • Enrocamentos abrigados.
	ISL 9	248	163	0	<ul style="list-style-type: none"> • Planícies de maré arenosa / lamosa abrigada. • Terraço de baixa-mar lamoso abrigado.
	ISL 10	214	0	24	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas. • Marismas. • Mangues e pântanos costeiros.

Fonte: MMA, 2007. Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo (Cartas SAO).

1.6 Problemáticas da metodologia ISL

O conceito de sensibilidade utilizado para a caracterização da linha de costa não agrega informações biológicas. De acordo com Milanelli, 2012 a sensibilidade indica o nível de resposta (estresse) gerado por um determinado tensor antrópico, no caso poluição por óleo, podendo estar associada às características da comunidade, como diversidade e composição de espécies, complexidade trófica, ciclos reprodutivos, migração, ciclo de vida e alimentação.

Por exemplo, um costão rochoso exposto é classificado como ISL 2 devido à sua impermeabilidade e alta hidrodinâmica, já uma praia de areia fina é classificada como ISL 3 devido à sua menor permeabilidade em relação as praias de sedimentos mais grosseiros e uma praia de cascalho como ISL 6, devido à sua alta permeabilidade. Entretanto, quanto maior for o tamanho do grão de sedimento mais íngreme é o perfil da praia (VILLWOCK, 1994) e menor é a diversidade e abundância biológica, sendo estas características, portanto, inversamente proporcionais ao diâmetro do grão (MC LACHLAN, 1983).

Assim, o ISL pode resumir e sinalizar parte do quadro ambiental, necessitando complementação com informações dos recursos biológicos. Por exemplo, o mesmo costão rochoso exposto que foi classificado como ISL 2 pode abrigar uma colônia de aves marinhas de alta sensibilidade e a praia arenosa de ISL 3 pode ter uma elevada importância para desova de tartarugas marinhas (VASCONCELOS *et al*, 2010), apresentando diferentes sensibilidades de acordo com o conceito exposto por Milanelli, 2012.

Cardoso, 2006 estudando a macrofauna bêntica de praias do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, mostrou que praias com características físicas semelhantes podem apresentar composição faunística distinta e, conseqüentemente, diferente nível de sensibilidade ao óleo.

Os costões rochosos expostos, de acordo com a metodologia oficial, são classificados como ISL 2, porém segundo Nybakken, 1997 são considerados um dos mais importantes ambientes por abrigarem um grande número de espécies de grande importância ecológica e econômica, tais como mexilhões, ostras, crustáceos e peixes, além das fortes interações biológicas entre as espécies presentes (COUTINHO, 2002).

Ainda, de acordo com a CETESB, 2007 o grau de impacto do petróleo derramado em um ambiente também vai depender do tipo de comunidade ali presente. Os ambientes mais estáveis, como os costões rochosos abrigados, são mais ricos em espécies sensíveis e tendem a sofrer grande impacto.

A visão prática e mais focalizada nos aspectos geomorfológicos de Gundlach e Hayes, 1978, responsáveis por introduzir esta metodologia nos EUA, justificou a classificação das praias de areia fina como menos vulneráveis do que as praias de areia grossa. No entanto, nas praias com sedimentos finos a riqueza biológica é maior, o que do ponto de vista ambiental as torna mais sensíveis ao óleo do que as praias de granulometria grossa. As conseqüências desta interpretação são fundamentais porque

subsidiar decisões envolvendo a escolha de áreas prioritárias de proteção e zonas de sacrifício (CETESB, 2007).

Carvalho, 2003 em sua dissertação de mestrado, na qual foram feitos mapeamentos de sensibilidade ao impacto por óleo de segmentos de costa entre os estados do Rio Grande do Norte e Ceará, através de imagens de satélite, obteve como resultado que grande parte da extensão da área de estudo é representada por praias arenosas e costões rochosos, que possuem baixa sensibilidade ambiental. Porém, a sensibilidade da área foi acentuada pela presença de recursos biológicos sensíveis, como diversas aves costeiras, quelônios e mamíferos marinhos.

O presente trabalho insere-se nesse contexto, ou seja, propor um refinamento da classificação do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) em ambientes geomorfologicamente semelhantes, mas com peculiaridades biológicas distintas.

2. Objetivo geral

Refinar o mapeamento da sensibilidade ao óleo da margem leste do Lago Guaíba por meio da inserção de variáveis biológicas na composição do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL).

2.1 Objetivos específicos

- Avaliar o método de definição do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) e identificar as falhas e lacunas da metodologia oficial brasileira (MMA).
- Comparar o ISL padrão como o novo ISL da área de estudo.
- Gerar subsídios para a qualificação da definição do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL).

3. Área de Estudo

A área de estudo do presente trabalho concentra-se na margem leste do Lago Guaíba, englobando desde a praia de Ipanema, em Porto Alegre, até o limite sul do Parque Estadual de Itapuã, Viamão – RS (linha vermelha). As identificações em verde remetem áreas de abrangência das Unidades de Conservação da região, como mostra a figura 10.



Figura 10: Localização da área de estudo.

A cidade de Porto Alegre e sua região metropolitana, desde a década de 20 do século passado vêm sofrendo um processo de crescimento econômico, mas principalmente demográfico, sendo que a partir de 1920 até a década de 70 sua população subiu de 179 mil habitantes para 903 mil (PRESTES 2009).

Este crescimento favoreceu a expansão da cidade em direção a sua orla, aumentando a procura pelas praias fluviais. Pode ser difícil de acreditar, mas Porto Alegre, embora distante da zona costeira, já foi uma cidade praiana, em que tanto as praias de Ipanema, Belém Novo, Pedra Redonda, entre outras, e também de cidades vizinhas como Viamão, foram intensamente frequentadas, especialmente a partir dos anos 40 até o início da década de 70.

Porém, esta expansão trouxe também um forte impacto ambiental no Lago Guaíba e seus afluentes, em função da falta de acompanhamento dos serviços de saneamento básico. Desde o final deste período até os dias de hoje, a poluição vem impedindo o banho em quase a totalidade das praias de água doce. Atualmente, vem sendo implantadas medidas para a restauração plena das condições de balneabilidade do Lago Guaíba, com a esperança de que a memória dos porto-alegrenses seja recuperada, aquelas de quando as praias eram limpas e forneciam uma boa pesca.

Neste contexto enquadra-se o Programa Integrado Socioambiental (PISA), do Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE), com uma contribuição de financiamento internacional, visa aumentar o índice de tratamento de esgoto, dos atuais 27% para 77% em cinco anos (GRUBER & BRANCO, 2010).

Além do tratamento de esgoto outro aspecto que preocupa na região do Lago Guaíba é a contaminação por petróleo. Utilizado como rota marítima do transporte de óleo e derivados, o Guaíba torna-se susceptível ao contato com óleo, necessitando um cuidado maior por parte dos órgãos ambientais.

3.1 O Guaíba

Encaixado nas terras mais baixas da região de Porto Alegre encontra-se o Lago Guaíba, que em tupi-guarani significa *baía de todas as águas*. Com seus 496 Km² de superfície, espalhados em 50 km de comprimento e 19 km de largura máxima, tem seu limite iniciando na ponta do Delta do Jacuí ao norte, até a Ponta de Itapuã ao sul, onde encontra a Lagoa dos Patos. Diversos usos e atividades são praticados no Guaíba, como a navegação, a recreação, a extração de areia, e a mais importante delas, o abastecimento de água de boa parte da região metropolitana de Porto Alegre.

Diversas são as discussões acerca da conceituação do Guaíba como lago, estuário ou rio. Para este trabalho será utilizado o conceito de lago, embora sejam admitidos argumentos controversos provenientes de pesquisas sobre a morfologia e o padrão de circulação e transporte de sedimentos (NICOLODI, 2007).

Localizado na Bacia hidrográfica de mesmo nome (84.763,5 Km²), o Guaíba recebe o deságue de rios de nove sub-bacias, do centro e nordeste do Rio Grande do Sul (fig. 11), sendo o rio Jacuí (84,6%), dos Sinos (7,5%), Caí (5,2%) e Gravataí (2,7%) os maiores responsáveis pela sua formação, além de receber também as águas dos arroios situados às suas margens, abrangendo uma área de drenagem de 1/3 do território do Rio Grande do Sul (DMAE, 2012). Nessa região vivem aproximadamente 6,5 milhões de habitantes, sendo a mais populosa do estado, correspondendo a 70% do PIB do Rio Grande do Sul.

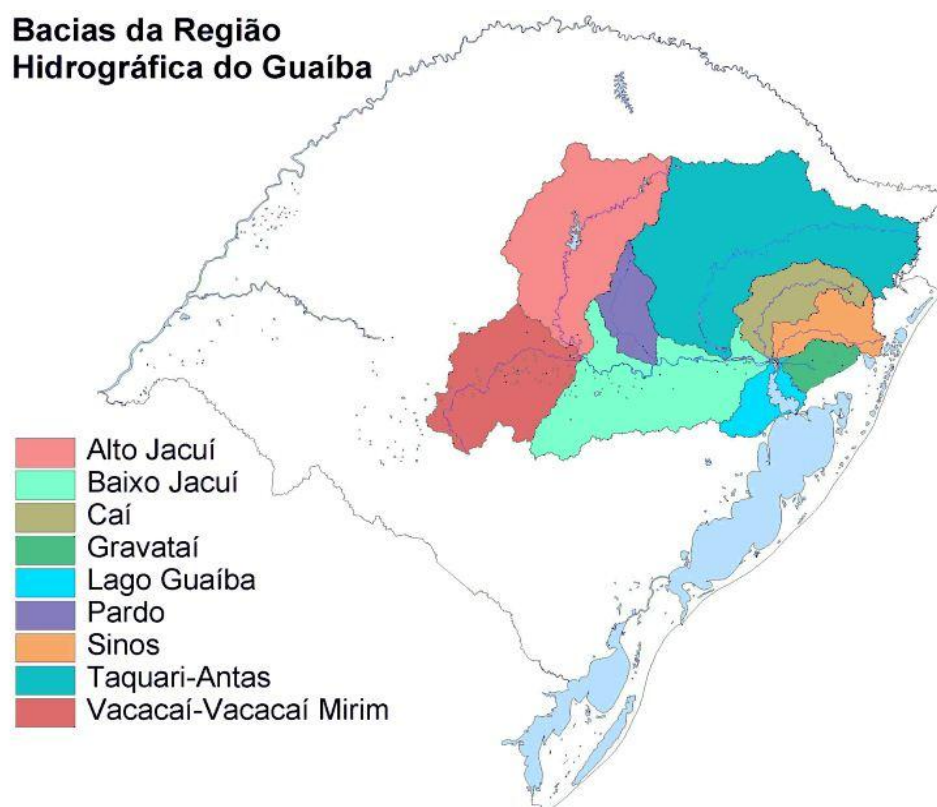


Figura 11: Bacias da região hidrográfica do Guaíba.

Fonte: Pró-Guaíba, Programa do Governo do Estado do Rio Grande do Sul. 2012

Segundo Asmus, 1998 o Lago Guaíba, maior tributário de água doce ao sistema, é considerado uma das grandes divisões biológicas da Lagoa dos Patos além da Enseada de Tapes, Lagoa do Casamento, o corpo central lagunar e o estuário, sendo todas essas unidades compostas por águas abertas profundas e águas rasas abrigadas (fig. 12).

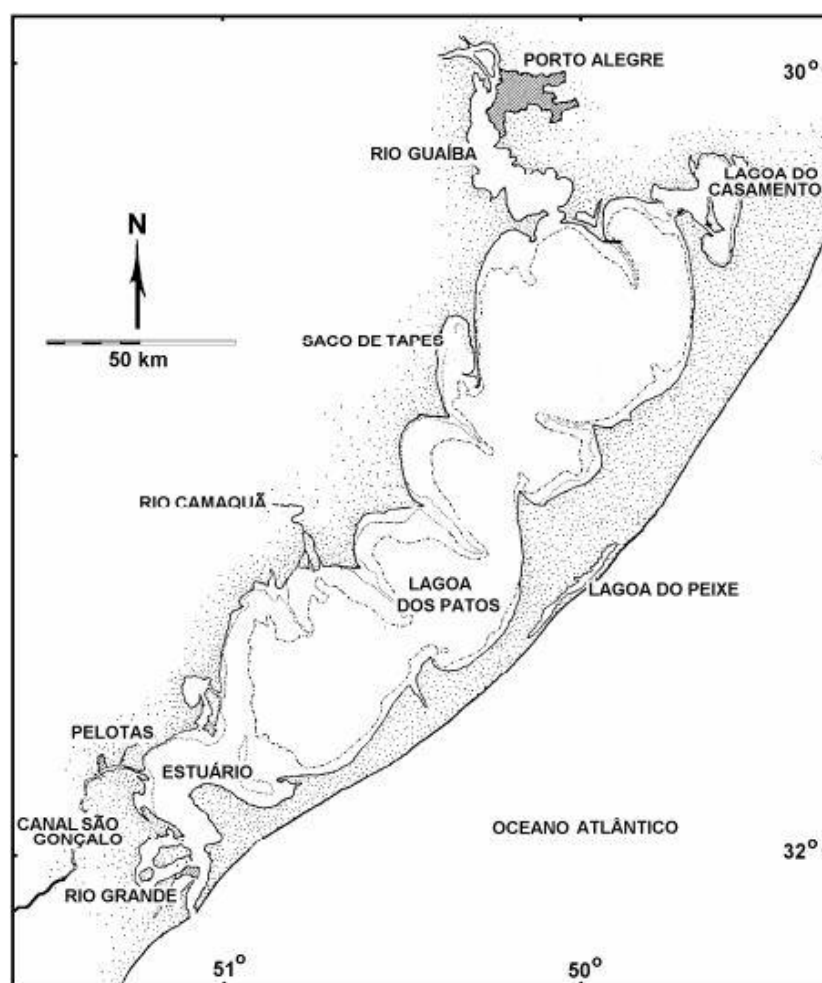


Figura 12: A Lagoa dos Patos com suas principais unidades biológicas.

Fonte: Asmus, 1998.

Em 1948 Koppen propôs uma classificação com relação ao clima, enquadrando a região como clima subtropical úmido (tipo Cfa), com temperatura média anual de 19,4°C. Por situar-se na extremidade meridional do Brasil, o Rio Grande do Sul apresenta as maiores amplitudes térmicas anuais, atingindo temperaturas no entorno e abaixo de 0°C no inverno e, maiores que 30°C em dias quentes e úmidos de verão (ATLAS EÓLICO DO RS, 2002).

Com relação às chuvas, são bem distribuídas ao longo do ano com precipitação média anual de 1324 mm segundo Livi, 1998.

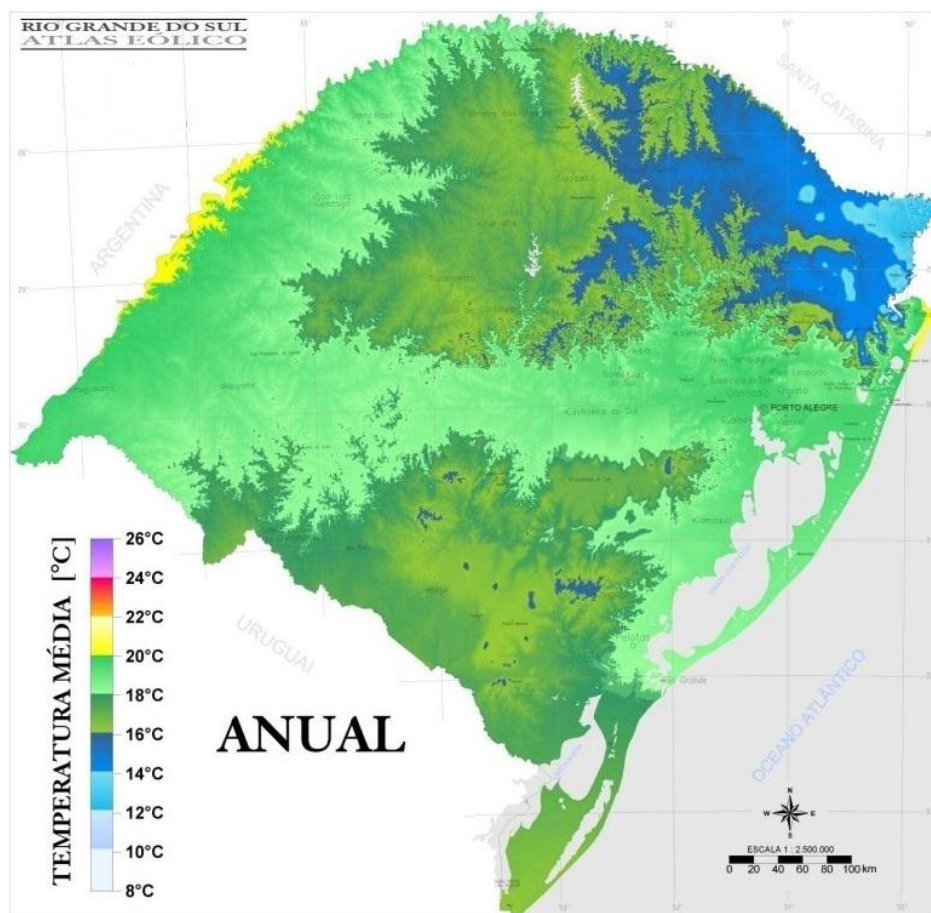


Figura 13: Temperatura média anual para o Rio Grande do Sul.

Fonte: Atlas Eólico do RS, 2002.

No escoamento atmosférico sobre o Rio Grande do Sul, prevalecem os efeitos ditados pela dinâmica entre o anticiclone subtropical Atlântico, os intermitentes deslocamentos de massas polares e a depressão barométrica do nordeste da Argentina. O anticiclone subtropical Atlântico é um centro de altas pressões, localizado sobre o Atlântico em torno de 30°S, sendo responsável por fonte de massas de ar quente e úmido. Por outro lado, os anticiclones de origem polar transportam massas de ar frio e seco que se deslocam para o norte, sendo a passagem desses sistemas mais frequente durante o inverno, com um período médio de 6 dias.

Já, a depressão barométrica do nordeste da Argentina é uma área quase permanente de baixas pressões a leste dos Andes, causada pelo bloqueio da circulação geral atmosférica imposto pela parede montanhosa dos Andes e acentuada pelo intenso aquecimento das planícies de baixa altitude da região (Atlas Eólico do RS, 2002).

Este sistema atmosférico determina, de certa forma, o grau de exposição dos ambientes costeiros ao vento, correntes e ondas, sendo fator importante na determinação da sensibilidade da costa ao derramamento de óleo.

3.2 Sedimentação no Guaíba

A sedimentação no Guaíba foi estudada primeiramente por Cunha, 1971 sendo caracterizada quanto à sua morfologia, mineralogia e textura.

Os terrenos constituintes dos planaltos do Rio Grande do Sul são formados por rochas plutônicas, vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná, sendo os responsáveis pela produção de expressivos volumes de sedimentos, os quais são transportados para o Guaíba principalmente através dos rios Jacuí, Sinos, Taquari e Gravataí (TOLDO, 1994).

Ao ingressar na ampla bacia deposicional do Guaíba, o regime fluvial dos tributários perde competência como agente transportador, depositando ali os sedimentos mais grosseiros, originando o Delta do Jacuí (NICOLODI, 2007). Os sedimentos mais finos de tamanho silte e argila, que acompanham as descargas regulares dos tributários, ingressam no Lago como plumas de material em suspensão, que se estendem por mais de 30 km na superfície da água durante o verão, sendo depositados somente a partir da isóbata de 3 m. Desta isóbata até a linha de praia, o fundo caracteriza-se pela presença de sedimentos arenosos, sem a cobertura de sedimentos finos (BACH *et al*, 2000).

A ausência dos finos é explicada pela turbulência, gerada pela ação de ondas, que induz a ressuspensão dos sedimentos, tornando-os dependente da ação de correntes e do tempo de duração do fluxo turbulento, reduzindo a taxa de deposição nas águas com profundidades inferiores a 3 m.

Dessa maneira, as condições deposicionais são estabelecidas por parâmetros controlados principalmente pelo nível de energia das ondas incidentes e pelas correntes, que serão abordados no tópico a seguir.

A intensidade de sedimentação do Guaíba pode ser mensurada pelas taxas de sedimentação de longo período, registradas por Bach *et al*, 2000 para a bacia Lagunar, com valores médios de 0,52mm/ano. Porém, as taxas de curto período obtidas por Martins *et al*, 1989 através do método Pb^{210} , indicam valores entre 3,5 e 8,3mm para os últimos 150 anos. As diferenças marcantes de valores podem ser explicadas como resultado da ação antrópica, relacionada principalmente à agricultura em áreas de influência da bacia de drenagem do sudeste do estado, o que provocou aceleração nas taxas de sedimentação nas últimas décadas.

3.3 Dinâmica do lago

O regime hidrodinâmico do sistema lagunar, no qual se insere o Lago Guaíba, é complexo tanto na época de cheias quanto na época de estiagem. Os diversos fatores que intervêm no escoamento do Guaíba, em especial, a forte influência da ação dos ventos, possuem relações de causa e efeito, que mostram que o lago não é só um canal de extensão dos seus tributários, mas um tipo de reservatório intimamente ligado à Lagoa dos Patos (NICOLODI, 2007).

De acordo com Nicolodi *et al*, 2010 esse comportamento similar a um reservatório apresenta a seção de Itapuã funcionando como um controle, dirigido por condições de níveis de montante e jusante. O sentido natural de escoamento predominante é do Guaíba para a Lagoa dos Patos, porém, as águas do lago podem sofrer influência eólica, como no caso de ventos de quadrante sul, que causam represamento e inversão dos fluxos (CASALAS & CYBIS, 1985).

A variação de níveis é a principal força para a geração de correntes no Guaíba, que são pouco conhecidas e resumem-se a trabalhos de pesquisadores e de órgão públicos ligados à gestão de águas, como o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) e o Departamento Municipal de águas e Esgotos (DMAE).

A ação do represamento imposto pela Lagoa dos Patos resulta em um complexo campo de correntes com predominância para o sul. Medições realizadas pelo DNAEE, 1983 indicaram velocidades médias de correntes, para ventos de quadrante norte, em torno de 10 cm/s, com mínimas de 6 cm/s, e máximas de 15 cm/s para ventos de quadrante sul. Durante o período das medições, a ocorrência de velocidades consideradas muito pequenas teve significativa frequência, sendo confirmadas pelo trabalho de Nicolodi, 2007 que ao medir a velocidade das correntes encontrou o padrão de correntes com baixa intensidade, atingindo no máximo 0,4 m/s e direção predominante NW-SE, confirmando as medições do DNAEE.

As oscilações diárias no nível do Guaíba apresentam características relativamente regulares, causadas pelas variações de velocidade dos ventos, para condições normais ou de seca. Já, nos períodos de cheias, as variações de nível são menos sensíveis a estas velocidades. Como fatores secundários de acréscimo ou decréscimo destas oscilações, têm-se a direção do vento, a força de Coriolis e a maré em Rio Grande. Estes desníveis geram movimentos identificados por meio das correntes, resultando em um complexo campo de correntes com predominância no sentido natural do escoamento para o sul (NICOLODI, 2007).

Em linhas gerais, segundo Nicolodi *et al*, 2010 as ondas no Guaíba acompanham os padrões de intensidade e direção do vento, atingindo os valores máximos aproximadamente entre 1 e 2 horas após os picos de velocidade dos mesmos. Nas situações onde os ventos sopraram com maior intensidade, as ondas levaram aproximadamente 2 horas para atingir 0,10m. Já, com ventos de menor intensidade, esse tempo foi de aproximadamente 4 horas.

A dinâmica do Lago e os aspectos sedimentares são cruciais na determinação da sensibilidade costeira ao óleo. A hidrodinâmica está relacionada diretamente com a persistência do óleo, tendendo a ser maior em locais abrigados, onde a ação de ondas e marés é mínima, o que não permite a remoção e limpeza natural do ambiente. Em contrapartida, em locais expostos a grandes ondas e forte ação de maré a persistência do óleo é pequena, podendo retirar e minimizar os efeitos deste. Ainda, em regiões onde aparecem as correntes longitudinais à costa, pela refração ou reflexão de ondas, o óleo pode ser afastado, o que também minimiza o seu efeito (MMA, 2007).

O padrão deposicional de sedimentos está intimamente associado com a hidrodinâmica lagunar, à medida que esta controla os diferentes tamanhos de grãos depositados e o tipo de ambiente formado. Quanto maior for o diâmetro do grão maior é a permeabilidade, que devido a sua relação direta com a infiltração do óleo determina uma maior permanência no local. Em praias de cascalho a penetração de óleo pesado pode chegar a mais de um metro. No outro extremo, em sedimentos lamosos, a penetração é muito limitada devido a sua menor permeabilidade e saturação em água (MMA, 2007).

A trafegabilidade de equipes de limpeza, em caso de contaminação por óleo, também é afetada pelo tipo de substrato. Nas praias de areia fina o substrato compactado permite o tráfego de equipamentos, o que não é alcançado em ambientes lamosos e em margens vegetadas. Para este último admite-se apenas a limpeza natural (MMA, 2007).

3.4 Áreas protegidas

Áreas protegidas são áreas que, devido às características especiais que apresentam, devem permanecer preservadas, sendo denominadas tecnicamente de unidades de conservação. Para que o Poder Público possa instituí-las, deverá recorrer a um dos princípios constitucionais brasileiro, exposto no inciso III do artigo 225 da Constituição Federal de 1988, determinando que é da atribuição do Estado:

III – definir, em todas as unidades da federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção.

O grau de preservação é variável, podendo oscilar desde a intocabilidade até o uso diário e relativamente intenso, o que divide as unidades de conservação em dois grandes grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. Para que possibilite a distinção desses dois grupos, dois conceitos distintos serão abordados: Conservação e Preservação.

Preservação é o conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem à proteção em longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos,

prevenindo a simplificação dos sistemas naturais. Conservação é o manejo da natureza pelo uso humano, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício em bases sustentáveis garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral (ANTUNES, 2010).

Dessa maneira, as Unidades de Proteção Integral têm por objetivo básico a preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, e as Unidades de Uso Sustentável destinam-se à compatibilização entre conservação da natureza e o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais.

Segundo Machado, 2006 o grupo das Unidades de Proteção Integral é composto por cinco categorias, são elas: Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional; Monumento Natural; Refúgio de Vida Silvestre. As Unidades de Uso Sustentável são compostas por sete categorias: Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável; Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Devido à presença do Parque Estadual de Itapuã e a Reserva Biológica do Lami na área de estudo do presente trabalho, será abordada e discutida a categoria de Parque Estadual e Reserva Biológica das Unidades de Proteção Integral.

3.4.1 Parque Estadual de Itapuã

Os parques sejam eles nacionais, estaduais ou municipais, constituem-se em um importante segmento das unidades de conservação, tendo como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação e turismo ecológico (ANTUNES, 2010).

Nesse contexto insere-se o Parque Estadual de Itapuã, localizado no município de Viamão a 60 km de Porto Alegre, frente ao encontro das águas do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos.

Na década de 70, a extração do granito rosa pelas pedreiras tornou-se uma importante atividade na região, abastecendo, inclusive, o mercado externo. Devido a este fato, um movimento ecológico pelo fechamento das “Pedreiras de Itapuã” e contra a destruição das paisagens e ambientes naturais tomou conta, tendo como consequência o fechamento destas.

Em 1973 foi decretada uma área de 1.535ha de utilidade pública para a criação do Complexo Turístico de Itapuã, sendo iniciada a desapropriação de terras. Até 1990 o Parque foi administrado por vários órgãos estaduais, ficando exposto a uma visitação crescente e desordenada e até loteamentos clandestinos, chegando a conter mais de 1.000 casas.

Neste mesmo ano, a nova administração promulgou um decreto que transformou o então Complexo Turístico em Unidade de Conservação de Proteção Integral, ampliando sua área para 5.566,50ha, a qual incluiu também a Lagoa Negra e as Ilhas das Pombas, do Junco e da Ponta Escura. Essa decisão facilitou a retirada das ocupações ilegais, que ocorreu entre 1991 e 1996, o que determinou a suspensão da visitação pública. Apenas em 2002 o Parque voltou a receber visitantes (IRGANG, 2003).

Sua área protege remanescentes dos ecossistemas naturais de toda a região, o que lhe confere grande importância ecológica, científica e social. Devido à presença de morros graníticos e planícies arenosas o Parque apresenta uma grande variedade de ambientes e paisagens como praias, lagoas, dunas, banhados, campos, costões e afloramentos rochosos, onde crescem variadas formações vegetais, incluindo remanescentes de Mata Atlântica e fauna igualmente rica (IRGANG, 2003).

O Parque possui oito praias, sete delas são voltadas para o Lago Guaíba são elas: praia da pedra, das pombas, da onça, do araçá, do sítio, prainha e do tigre. Já, a última e a maior delas, a praia de fora, é voltada para a Lagoa dos Patos. Somente as três primeiras são abertas para visitação em determinados dias e horários, as restantes têm acesso somente através de trilhas.

A figura 14 mostra o Parque Estadual de Itapuã, com a Lagoa Negra, suas praias e ilhas.



Figura 14: Mapa detalhado do Parque Estadual de Itapuã.

3.4.2 Reserva Biológica do Lami

A categoria de Reserva Biológica das Unidades de Conservação de Proteção Integral tem por objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem que haja interferência humana direta ou modificações ambientais. Medidas necessárias para recuperação e preservação do equilíbrio natural, da diversidade biológica e dos processos ecológicos naturais são realizadas nesta categoria de áreas protegidas. De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2002 as reservas não permitem visitação recreativa, sendo admitidas somente atividades de pesquisa e proteção.

No extremo sul do município de Porto Alegre localiza-se a Reserva Biológica do Lami, considerada uma das regiões mais atingidas pela expansão urbana e que vem, consequentemente, sofrendo maior descaracterização dos ambientes naturais.

Criada através da Lei Municipal nº 4.097 de 31 de dezembro de 1975, a Reserva contava com apenas 77,30 ha, e teve sua área ampliada para 180 ha em 26 de maio de 2000, com a fixação da Ponta do Cego em seus limites, destacando-se como um dos últimos redutos da vida silvestre da região (FUHRO *et al*, 2005).

As maiores alterações sofridas pelos ambientes naturais da Reserva foram devidas às ações antrópicas, que precederam a criação da Unidade de Conservação, como a criação de gado, plantação de tomate e extração de junco. Além da modificação da foz do arroio Lami, através da construção de taipas e canais para rizicultura e o rebaixamento de algumas zonas pela extração de areia pelo Exército Brasileiro (PRINTES, 2002). Nos dias atuais a área é afetada pela caça e pesca clandestina e pela ocupação humana nas adjacências (TOMAZZONI, 2003).

Em sua área são encontradas seis categorias de vegetação em interface com o Arroio Lami e Lago Guaíba: matas, campos úmidos, campos arenosos, banhados arbustivos, banhados herbáceos e juncais (TOMAZZONI, 2003).

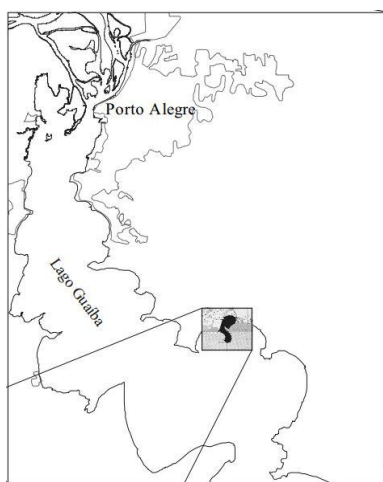


Figura 15: Localização da Reserva Biológica do Lami.

Fonte: Fuhro *et al*, 2005.

3.5 Recursos biológicos

3.5.1 Fauna

Na região metropolitana de Porto Alegre, as alterações irreversíveis nos habitats, provocadas devido à expansão urbana, foram responsáveis pela quase extinção da fauna originalmente existente, restando apenas alguns remanescentes nos locais especialmente protegidos, como no caso do Parque Estadual do Delta do Jacuí, Parque Saint`Hilarie, na Reserva Biológica do Lami, e no Parque Estadual de Itapuã. Dentre estes locais, o último é o que representa a fauna mais significativa, devido a maior variedade de ambientes (DRNRE, 1996).

Dentre todas as espécies de aves que ocorrem no estado do Rio Grande do Sul, 208 foram registradas no Parque Estadual de Itapuã, o que significa 36% do total (Silva & Fallavena, 1981).

Dentre as aves, de três espécies raras ocorrem para o Rio Grande do Sul, a cigarra-bambu (*Haplospiza unicolor*), o canário-do-campo (*Emberizoides herbícola*) e o tico-tico-do-banhado (*Danoscopiza albifrons*). Duas espécies migrantes do hemisfério Norte, que são o trinta-réis (*Sterna hirundo*) e a batuíra (*Pluvialis dominica*), e duas espécies classificadas como vulneráveis na Lista de Aves do Rio Grande do Sul, o urubu-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*) e o gavião-de-rabo-branco (*Buteo albicaudatus*), também ocorrem nessa região (DRNRE, 1996).

Entre os répteis destacam-se três espécies de cágados e dois crocodilianos, o jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), e o lagarto-de-papo-amarelo (*Tupinambi teguixin*), ambos na lista oficial de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (BERNARDES, 1990).

Com relação aos mamíferos encontra-se a lontra (*Lontra longicaudis*), também ameaçada de extinção, e o bugio-ruivo (*Alouatta guariba*), que tem como limite meridional de sua distribuição o Parque (DRNRE, 1996).

Dos anfíbios, 54% das espécies conhecidas na região metropolitana de Porto Alegre também ocorrem no Parque, inclusive com a descoberta de uma espécie nova (DRNRE, 1996).

Dentre os grupos de peixes encontrados em Itapuã, predominam em número de espécies os caracídeos (lambaris - *Astyanax spp.*), pimelodídeos (pintado - *Pseudoplatystoma corruscans* e jundiás - *Rhamdia spp.*) e os ciclídeos (carás - *Geophagus brasiliensis*). Devido à ligação da Lagoa dos Patos com o mar, ocorrem algumas espécies de origem marinha, como a tainha (*Mugil cephalus*) e a corvina (*Argyrosomus regius*), que durante seu ciclo vital realizam migrações entre as águas salgadas e doces, chamadas de espécies diádromas. Também, são encontradas espécies verdadeiramente estuarinas, capazes de sobreviver tanto em águas de altas salinidades quanto em água doce, como é o caso da manjuba (*Lycengraulis grossidens*) e do barrigudinho (*Jenynsia lineata*) (DRNRE, 1996).

3.5.2 Flora

De acordo com Irgang, 2003 a vegetação da região de Itapuã está incluída nos domínios da Mata Atlântica e Ecossistemas Associados.

A Mata Atlântica é considerada a mais rica floresta tropical úmida do mundo, que cobria uma área de 57.600 Km², de uma faixa praticamente contínua entre o estado do Ceará e Rio Grande do Sul. Atualmente essa área não ultrapassa 20.000 Km², formando manchas verdes irregularmente distribuídas pela costa atlântica brasileira. De qualquer maneira, é considerada um dos santuários ecológicos mais magníficos da Terra, que reúne 15% de todas as formas de vida animal e vegetal do mundo, abriga 171 das 202 espécies ameaçadas de extinção e é responsável pela manutenção do microclima da região (LEITE & KLEIN, 1994).

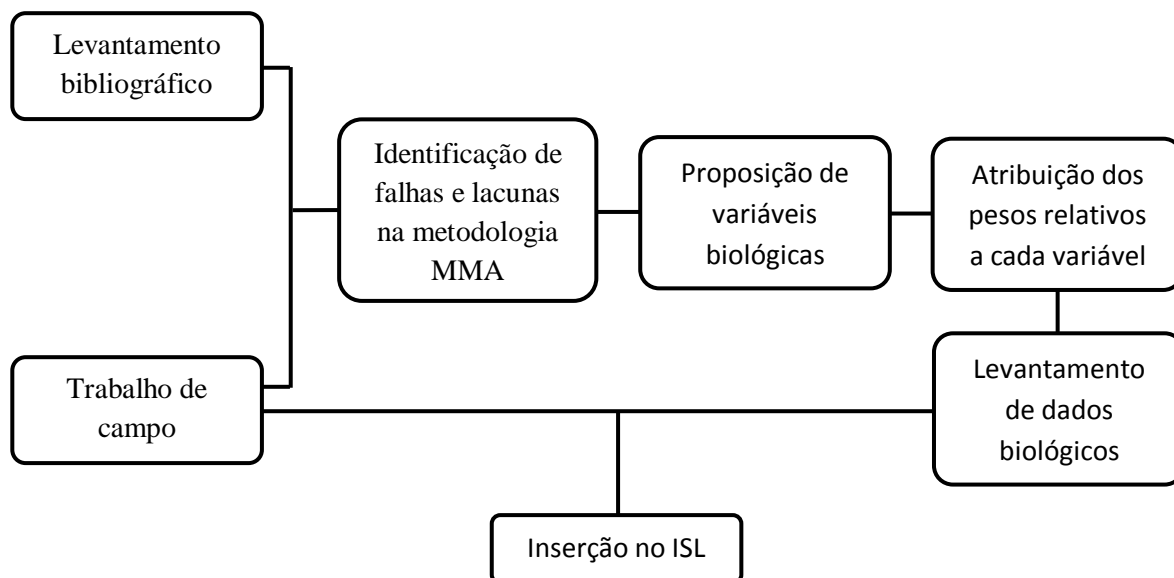
Na região de Itapuã, segundo Irgang, 2003 a vegetação apresenta-se muito diversificada, ocorrendo principalmente devido às variações ambientais determinadas pela proximidade dos morros graníticos com a planície sedimentar. A adaptação da vegetação em ambientes de morros, praias, restingas, dunas, lagoas e banhados é a responsável pela diversidade. Alguns tipos de vegetações encontradas serão descritas brevemente.

- Morros graníticos: O topo dos morros graníticos e nos eventuais afloramentos de rocha nas encostas encontra-se recoberto por muitas espécies de líquens, ocorrendo também musgos e algumas espécies de vegetais superiores, como gravatás (bromeliáceas), gramíneas, cactáceas e outras (IRGANG, 2003).
- Praias: Nos limites com o Lago Guaíba e início da Lagoa dos Patos, os granitos são responsáveis pela formação de abruptos paredões sobre as águas ou próximas a elas, o que originam várias praias. Na beira de algumas praias, a vegetação característica é de mata ciliar composta principalmente por corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*), citada no Código Florestal Estadual como imune ao corte, salseiro (*Salix humboldtiana*), Sarandi (*Sebastiania schottiana*), Cipó-Caatinga (*Mikania sp.*) e Ingá (*Inga uruguensis*) (IRGANG, 2003).

Infelizmente, como consequência da prolongada atividade antrópica na região, algumas espécies exóticas foram introduzidas na região, como o eucalipto (*Eucalyptus spp.*), o arroz (*Oriza sativa*) e o pinus (*Pinnus sp.*), representando uma ameaça aos ecossistemas naturais (IRGANG, 2003).

4. Metodologia

A metodologia utilizada na elaboração do presente trabalho encontra-se esquematizada no fluxograma abaixo.



4.1 Levantamento bibliográfico e trabalho de campo

O levantamento bibliográfico juntamente com o trabalho de campo do projeto Cartas SAO – Bacia de Pelotas, realizado no Parque Estadual de Itapuã e áreas do entorno entre os dias 3 e 16 de setembro deste ano, foram os meios para o fornecimento de informações iniciais a respeito da metodologia oficial brasileira para a determinação do Índice de Sensibilidade do Litoral ao derramamento de óleo (ISL), do Ministério do Meio Ambiente, e da aplicação prática da mesma.

As informações através da bibliografia foram levantadas a partir de uma série de trabalhos de graduação, dissertações de mestrado e teses de doutorado, relacionados ao tema, artigos publicados em simpósios, congressos e revistas, e documentos oficiais de empresas como a Petrobrás e a Agência Nacional do Petróleo. Além de contar com a experiência de profissionais envolvidos em processos de mapeamentos de sensibilidade através de conversas, workshops, reuniões e minicursos.

O trabalho de campo foi dividido em três grupos (ISL, biologia, socioeconomia), que foram separadamente para o campo, sendo todos formados por professores e alunos de graduação e pós - graduação da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), além da empresa Mapsmut LTDA.

Ambos os grupos utilizaram e preencheram as planilhas de campo para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental, encontrada nos anexos das “Especificações e normas técnicas para a

elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo” do MMA, de seus respectivos temas. O grupo ISL mapeou a sensibilidade de costa da área de estudo através de embarcação e acesso por terra e trilhas. O grupo da biologia teve como foco, dentre outros objetivos, a identificação das espécies de fauna e flora, além da verificação dos ecossistemas presentes. Encerrando o campo, o grupo da socioeconomia percorreu a região de estudo levantando dados a respeito das atividades desenvolvidas na área.

As figuras 16, 17 e 18 mostram algumas praias do Parque Estadual de Itapuã, onde o trabalho de campo foi realizado.



Figura 16: Praia do Tigre



Figura 17: Praia da Pedreira



Figura 18: Praia de Fora

4.2 Identificação de falhas e lacunas

A partir dos levantamentos bibliográficos e trabalho de campo, foram identificadas as falhas e lacunas da metodologia brasileira para a definição do ISL, sendo as mesmas amplamente discutidas durante todo o trabalho de campo de Itapuã com os pesquisadores envolvidos no projeto.

Dessa maneira foram propostas modificações nas planilhas de mapeamento da sensibilidade de costa devido, principalmente, à dificuldade em enquadrar a metodologia MMA para as peculiaridades do ambiente lagunar do Lago Guaíba.

4.3 Proposição de variáveis biológicas

Devido à necessidade de uma abordagem mais realística e integrada da natureza, onde a biota interage com o meio em que vivem, foram propostas seis variáveis com importância biológica na composição do ISL, que pela metodologia oficial considera apenas o meio como sendo sensível ao óleo. Por exemplo, praias arenosas, praias cascalhosas, costões rochosos, margem vegetada, entre outros, são compostos de espécies de fauna e flora sensíveis ao contato com o óleo.

As seis variáveis propostas são:

- Unidades de Conservação de Proteção Integral;
- Unidades de Conservação de Uso Sustentável;
- Espécies em extinção;
- Espécies endêmicas;
- Área de reprodução;
- Área de alimentação.

Tendo em vista que o Brasil possui uma das maiores riquezas de espécies vegetais e animais do mundo, e que vem sofrendo, como a maioria dos países em desenvolvimento, uma gradativa perda de sua diversidade biológica principalmente através do crescimento populacional e da crescente demanda pelo petróleo, são necessárias alternativas para tentar minimizar esses impactos, como a criação das Unidades de Conservação. Estas não devem agir sozinhas, e sim contar com a participação de toda a sociedade, fundamentando-se em sólidas bases científicas (HENRY-SILVA, 2005). Ainda, de acordo com Nogueira-Neto, 1997, a experiência brasileira e internacional demonstra que é necessária a criação de Unidades de Conservação para que seja efetiva a proteção da biodiversidade.

Dessa maneira, sustenta-se a importância em ressaltar e incluir as Unidades de Conservação, tanto de Proteção Integral quanto de Uso Sustentável, no ISL, pois, devido as suas características, são totalmente sensíveis a um derrame de óleo, independentemente do tipo de ambiente presente nelas, seja um costão rochoso menos sensível ou um manguezal de alta sensibilidade.

Dentro desse contexto de proteção, enquadram-se as espécies em extinção e espécies endêmicas. Serão consideradas também as espécies ameaçadas de extinção, que são aquelas com elevado risco de desaparecimento na natureza, com base nos melhores dados e documentação científica. Uma espécie não pode ser incluída nesta lista apenas por sua raridade, mas sim através da combinação de fatores como a baixa densidade, distribuição fragmentada, pressão antrópica, redução populacional, redução da área de distribuição, entre outros (MMA, 2012).

As espécies de plantas e animais não estão distribuídas aleatoriamente sobre a Terra, localizam-se em regiões onde existam condições físicas adequadas para a sua sobrevivência e reprodução. Entretanto, elas não estão distribuídas por todos os locais em que estas condições necessárias são atendidas, de maneira que a maioria vive em áreas relativamente pequenas, restritas a um único continente. Estas espécies restritas aos seus limites são chamadas de endêmicas (SILVA, 2011).

A necessidade da incorporação destas duas variáveis no ISL torna-se importante à medida que os prejuízos de uma contaminação por óleo podem ser ainda maiores quando espécies estão concentradas em uma única área, estão em um importante estágio de vida, ou ainda, quando as espécies atingidas são raras, ameaçadas de extinção ou endêmicas. Outras espécies também podem ser afetadas indiretamente, pela perda do habitat ou dos seus recursos vitais como as áreas de alimentação ou reprodução (HALLS *et al*, 1997).

As áreas de alimentação e reprodução são locais onde ocorrem concentrações de indivíduos ou presença de indivíduos em determinadas fases importantes do seu ciclo de vida. Como no caso de todas as tartarugas marinhas, que, de acordo com Miller, 1997 migram de pequenas a longas distâncias entre áreas de forrageamento (alimentação) e reprodução (acasalamento e desova), apresentando uma forte tendência em realizar as desovas sempre na mesma área, quer seja em uma temporada reprodutiva, ou temporadas diferentes. Para designar esta fidelidade de retorno a uma mesma região usa-se termo filopatria, e para designar o retorno a locais específicos nas praias de desova tem-se o termo fidelidade de praia (LUTZ E MUSICK, 1997), sendo estas mesmas praias consideradas de baixa a média sensibilidade ao óleo.

A destruição dos habitats usados para alimentação, nidificação e repouso desses animais, juntamente com a recente poluição dos mares, foram os responsáveis por diminuir a capacidade das tartarugas marinhas em manter seu número populacional. De modo que a maioria destas populações encontra-se em declínio, atingindo frequentemente números críticos de indivíduos (GLOBAL, 1995).

Visto as necessidades de integração biológica no índice, é importante ressaltar que as variáveis terão diferentes pesos devido às distintas prioridades de proteção e importâncias no ISL, como será visto a seguir.

4.4 Atribuição dos pesos relativos

Para que sejam atribuídos diferentes pesos relativos a cada variável, adotou-se um dos métodos de análise multicriterial, a Matriz de Comparação Pareada proposta por Saaty, 1977 onde se estabelece a importância relativa de cada uma das variáveis, ou seja, qual delas é a mais importante, e o quanto cada uma é mais importante relacionada às demais.

Matrizes de comparações são matrizes quadradas recíprocas, nas quais são comparados pares de variáveis. Sua diagonal principal possui valores unitários (fig. 19) devidos à comparação dos mesmos fatores, que são igualmente importantes, como mostrado na figura 20.

	Elemento 1	Elemento 2	...	Elemento D
Elemento 1	1	a_{12}	...	a_{1D}
Elemento 2	$1/a_{21}$	1	...	a_{2D}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Elemento D	$1/a_{D1}$	$1/a_{D2}$...	1

Figura 19: Formato geral da matriz de comparações.

Fonte: Dutra e Fogliatto, 2007.

Os fatores serão comparados dois a dois, utilizando como referência a escala contínua de nove pontos proposta por Eastman, 2001 (fig. 20), que classifica as variáveis segundo a importância relativa entre elas.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extrema- mente	Muito	Forte- mente	Modera- damente	Igual- mente	Modera- damente	Forte- mente	Muito	Extrema- mente
← Menos importante					Mais importantes →			

Figura 20: Escala contínua de nove pontos para elaboração da matriz de comparação pareada.

Fonte: Eastman, 2001.

Assim, de maneira prática, quando se compara dois atributos, A_i em relação a A_j , se a importância relativa for 9 significa que o atributo A_i é extremamente mais importante do que A_j . Obviamente, quando se compara o atributo A_i consigo mesmo a importância relativa é 1, ou seja, igualmente importante.

Se a importância relativa de A_i em relação a A_j é x_{ij} , o critério estabelece que a comparação inversa de A_j em relação a A_i é $1/x_{ij}$. Este conceito encontra-se especificado na figura abaixo (fig. 21).

Atributo	A ₁	A ₂	...	A _n
A ₁	x ₁₁ =1	x ₁₂	...	x _{1n}
A ₂	x ₂₁ =1/x ₁₂	x ₂₂ =1	...	x _{2n}
...
A _n	x _{n1} =1/x _{1n}	x _{n2} =1/x _{2n}	...	x _{nn} =1

Figura 21: Matriz de comparação pareada entre n atributos.

Fonte: Kimura *et al*, 2003.

Os pesos relativos (w_i) de cada variável podem ser calculados baseando-se em conceitos matemáticos de autovetores e autovalores estabelecidos por Saaty, 1996, que podem ser calculados através da equação abaixo:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_i^{(j)}}{n} \quad \text{com} \quad w_i^{(j)} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

W_i = pesos relativos

X_{ij} = importâncias relativas

n = número de variáveis

Para que não haja discrepância nas atribuições das importâncias relativas entre os atributos, devido aos julgamentos subjetivos, utiliza-se o Índice de Consistência (IC), que reflete o grau de coerência dessas comparações. Um IC baixo sinaliza uma definição coerente de importância relativa entre os atributos. Para os cálculos de IC utiliza-se a equação 2.

$$IC = \frac{\lambda - n}{(n-1)\beta} \quad \text{onde} \quad \lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}, \quad \alpha_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij} \cdot w_j}{w_i} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

W_i = pesos relativos

X_{ij} = importâncias relativas

n = número de variáveis

$\beta = 0,0; 0,0; 0,58; 0,90; 1,12; 1,24; 1,32; 1,41; 1,45; 1,49$ para $n = 1; 2; \dots; 10$. Representa um índice de consistência de uma matriz de comparação pareada aleatória

Um dos fatores de sucesso na aplicação deste tipo de matriz nas ciências ambientais é torná-la o menos subjetiva possível. Uma das formas de reduzir a subjetividade é por meio da entrevista com pesquisadores e outros atores sociais relevantes. Para que a matriz deste trabalho pudesse ser preenchida de acordo com a importância relativa das variáveis, utilizamos como fonte de informações e opiniões o trabalho de campo do projeto Cartas SAO – Bacia de Pelotas, na região de Itapuã.

No último dia de trabalho da equipe da biologia, foi distribuído para 10 integrantes do grupo, um questionário a respeito da significância das variáveis na sensibilidade da costa, tendo como objetivo pontua-las de 1 a 3, sendo 1 menos significativa e 3 mais significativa.

A partir desses resultados, foram atribuídas importâncias relativas e calculados os pesos através da ferramenta WEIGHT do IDRISI (versão TAIGA), que calculou também o Índice de Consistência.

4.5 Levantamento de dados biológicos

O levantamento de dados biológicos da área de estudo ocorreu no campo de Itapuã, no Projeto Cartas SAO – Bacia de Pelotas.

Foi preenchida a planilha de campo (ANEXO 1) – Dados de Campo para elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental - das “*Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo*” do MMA, sendo identificados os ecossistemas presentes e as espécies de fauna e flora associadas.

Ressalta-se a importância desse levantamento, pois o mesmo será usado para uma posterior integração no ISL de cada ambiente mapeado de acordo com a presença/ausência de tais recursos.

4.6 Inserção no ISL

A partir do mapeamento oficial da área de estudo, serão associadas aos índices de sensibilidade ambiental as letras “A”, “B” e “C”, que variam de maior sensibilidade para menor, sendo oposto ao padrão da determinação dos índices numéricos, em que a sensibilidade cresce de acordo com o aumento dos números. A letra será definida de acordo com o somatório de peso (s) da (s) variável (s) presente (s) na região de estudo.

Os intervalos estão identificados abaixo na tabela 2.

Tabela 2: Intervalo para definição das letras a serem agregadas no ISL.
C – Baixa sensibilidade biológica - 0,036 até 0,35
B – Moderada sensibilidade biológica - 0,36 até 0,67
A – Alta sensibilidade biológica - 0,68 até 1,0

O intervalo C inicia no valor 0,036, pois é referente à variável de menor peso, de maneira que não existe a possibilidade de iniciar com valores abaixo deste.

Para a identificação das variáveis em campo foi proposta uma planilha de campo, que ao ser preenchida fornece os dados suficientes para o enquadramento da região em um destes intervalos. A planilha encontra-se no ANEXO 2 deste trabalho.

5. Resultados e Discussões

5.1 Lacunas da metodologia MMA.

Durante o levantamento de dados iniciais e pesquisas bibliográficas para a realização deste trabalho, foram identificados alguns exemplos disponíveis na literatura em que o índice não reflete a sensibilidade ao óleo devido à desconsideração de aspectos biológicos em sua composição. O resumo destes se encontra na tabela 3.

Tabela 3: Lacunas na metodologia de definição dos ISL do Ministério do Meio Ambiente (MMA)		
Lacunas	Localização	Referências
Praia arenosa (ISL 3) – Os autores identificaram que esta área que foi identificada como ISL 3 é uma área de reprodução da baleia Franca, de turismo e de pesca artesanal. Se impactadas, as populações de mamíferos marinhos apresentam recuperação lenta, pois são formadas por um pequeno número de indivíduos. Estes mamíferos possuem um ciclo de vida lento e apresentam maturidade sexual tardia.	Praia de Imbituba, SC.	BELLOTTTO, V.R.; SAROLLI, V.M.M. 2008 CETESB, 2007
Costão rochoso exposto (ISL 1) – Segundo os autores, este costão rochoso abriga colônia de aves marinhas de alta sensibilidade. Estas constituem os recursos biológicos mais vulneráveis a derramamentos de óleo.	—	VASCONCELOS, <i>et al.</i> 2010 CETESB, 2007

<p>Praia arenosa (ISL 3) – Constituída de sedimentos finos, a praia do Forte - Bahia, é de alta importância para desovas de tartarugas marinhas. Estas se encontram em declínio numérico, estando várias em risco de extinção. Constituem um grupo de particular interesse quando são abordadas questões de acidentes com óleos no mar. Nas épocas de procriação são vulneráveis devido à postura de ovos em determinadas praias.</p>	<p>Praia do Forte, BA.</p>	<p>VASCONCELOS, <i>et al.</i> 2010 CETESB, 2007</p>
<p>Conforme o autor, praias com características físicas semelhantes podem apresentar composição faunística distinta e, conseqüentemente, diferentes níveis de sensibilidade ao óleo. Assim, é importante associar o levantamento biológico ao levantamento físico para a definição do ISL.</p>	<p>Parque Estadual de Ilha do Cardoso, SP.</p>	<p>CARDOSO, C. D. P. 2006</p>
<p>O autor sugere o desenvolvimento de pesquisas que visem criar índices regionais de sensibilidade baseando-se nas características ecológicas, resistência e capacidade de recuperação das comunidades.</p>	<p>Estuário da Lagoa dos Patos, RS</p>	<p>DEMORE, J. P. 2001</p>

Com relação à área de estudo do presente trabalho, no decorrer do mapeamento no campo de Itapuã, o grupo do ISL teve algumas dificuldades em enquadrar os ambientes lagunares nos diferentes níveis de sensibilidade proposto pela metodologia.

A falha mais evidente desta metodologia é a respeito do ISL 10, o qual enquadra em sua definição as margens de rios e lagoas. Se esta determinação fosse considerada, as margens do Lago Guaíba seriam mapeadas como ISL 10 em sua totalidade, o que não permitiria nenhuma diferenciação de sensibilidade entre os ambientes e prioridade de proteção de alguma área específica, fato este que é agravante quando da necessidade de resposta rápida a um incidente com óleo.

Entretanto, o Lago apresenta diferentes ambientes geomorfológicos como praias arenosas, cascalhosas, costões rochosos e margens vegetadas, que possuem distintas sensibilidades ambientais

ao óleo. Essa característica permite, no caso de um possível derrame de óleo, que possam ser identificadas áreas de menor sensibilidade, para atuar como possíveis áreas de sacrifício.

Na definição do ISL 1, que considera substrato exposto impermeável de alta a média declividade, e do ISL 2, de mesma descrição mas de média a baixa declividade, têm como característica a exposição frequente a ondas de um ou mais metros de altura e/ou a fortes correntes de maré. Devido à condição do Lago Guaíba não apresentar, frequentemente, a formação de ondas dessa altura, o projeto do mapeamento da sensibilidade ambiental da Bacia de Pelotas, especificado no item 1.4, propôs em seu conteúdo a modificação para ondas de meio metro de altura.

Também são definidos em alguns índices o critério de ambientes abrigados, semi-abrigados e expostos à ação de ondas. No sistema lagunar do Guaíba, foram encontradas algumas dificuldades na definição destes ambientes, pois, as grandes dimensões do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos favorecem a enorme pista dos ventos predominantes, o nordeste e o sudeste, de maneira que ambientes geomorfologicamente abrigados podem, em determinadas épocas do ano, tornarem-se expostos.

É o caso da Praia do Tigre, que de acordo com sua morfologia é considerada uma praia abrigada, entretanto sua localização favorece a entrada de ventos de sudeste, com grande pista de vento (fetch). Dessa maneira, necessita-se o aprimoramento destas definições.

Para a CETESB (2007) praias compostas por sedimentos finos (areias e lamas) são ecossistemas mais ricos, complexos e com maior biodiversidade, sendo considerados mais sensíveis do que as praias de areia grossa e cascalho, o que é oposto à metodologia oficial do MMA.

Um ambiente costeiro seja ele arenoso, rochoso ou vegetado, não deve ter sua sensibilidade ao óleo definida apenas pelas suas características geomorfológicas, de maneira que a biota interage com o meio e desenvolvem-se a partir dos recursos fornecidos. Em um derramamento de óleo, tanto o substrato quanto os recursos vivos ali presentes serão afetados.

No ISL proposto pela metodologia oficial, a sensibilidade está associada somente ao comportamento do óleo, sendo relevante para os aspectos de penetração e persistência do óleo após o derrame, o tamanho da área atingida e a existência de remoção natural.

Nas Cartas de Sensibilidade Ambiental ao derramamento de óleo, os recursos biológicos são encontrados apenas de maneira descritiva, na forma de legenda, sendo atribuídos ícones para os diferentes grupos de animais: mamíferos aquáticos e terrestres, peixes, répteis e anfíbios, invertebrados marinhos, aves, algas e plantas aquáticas, recifes e plânctons. Estes são colocados pontualmente de acordo com a distribuição biológica.

Para a aplicação prática desse instrumento esta representação torna-se ineficiente, de modo que o profissional responsável pelo manuseio e leitura da Carta SAO pode não assimilar o grupo biológico com a sensibilidade ao óleo, e também não identificar o grupo apenas através dos ícones.

Dessa maneira, sustenta-se a necessidade da integração de variáveis biológicas para compor o Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), que será apresentada no item 5.2.

5.2 Aplicação da matriz pareada

Com o objetivo de diminuir a subjetividade na atribuição dos pesos relativos às variáveis consideradas, os integrantes do grupo da biologia aportaram informações relevantes para o preenchimento da matriz de comparação pareada (tabela 4).

Espécies endêmicas e em extinção foram pontuadas como 3, seguida das áreas de reprodução e Unidades de Conservação de Proteção Integral que foram escolhidas como 2 e, por fim, as áreas de alimentação e Unidades de Conservação de Uso Sustentável que levaram 1 na pontuação, sendo portanto, as menos significativas para a sensibilidade ao óleo.

O preenchimento da matriz de comparação pareada foi realizado com base na pontuação exposta acima. A matriz foi preenchida com os valores 7 e $1/7$ quando a relação de pontuação foi de 3 para 1, ou seja, variáveis pontuadas em 3 e 1. Como as espécies endêmicas e em extinção e as áreas de alimentação e Unidades de Conservação de Uso Sustentável, respectivamente.

Já, os valores 5 e $1/5$ foram utilizados no caso da relação de 3 para 2 na pontuação, ou seja, variáveis pontuadas em 3 e 2. Como o ocorrido com as espécies em extinção e espécies endêmicas e as áreas de reprodução e Unidades de Conservação de Proteção Integral, respectivamente.

Por fim, a matriz foi completada com os valores 3 e $1/3$ para a relação de pontuação de 2 para 1, ou seja, variáveis pontuadas em 2 e 1. Como o caso das áreas de reprodução e Unidades de Conservação de Proteção Integral e áreas de alimentação e Unidades de Conservação de Uso Sustentável, respectivamente.

Tabela 4: Matriz de comparação pareada de Saaty, entre as variáveis propostas para integração no Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL).

	Unidade de Conservação/ Proteção Integral	Unidade de Conservação/ Uso Sustentável	Espécie em Extinção	Espécie Endêmica	Área de Reprodução	Área de Alimentação
Unidade de Conservação/ Proteção Integral	1					
Unidade de Conservação/ Uso Sustentável	$1/3$	1				
Espécie em Extinção	5	7	1			
Espécie Endêmica	5	7	1	1		
Área de Reprodução	3	5	$1/5$	$1/5$	1	
Área de Alimentação	$1/3$	1	$1/7$	$1/7$	$1/3$	1

WEIGHT - AHP weight derivation

Pairwise Comparison 9 Point Continuous Rating Scale

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
extremely	very strongly	strongly	moderately	equally	moderately	strongly	very strongly	extremely
Less Important					More Important			

Pairwise comparison file to be saved : ...

	sierra1	sierra2	sierra3	sierra4	sierra5	sierra7
sierra1	1					
sierra2	1/3	1				
sierra3	5	7	1			
sierra4	5	7	1	1		
sierra5	3	5	1/5	1/5	1	
sierra7	1/3	1	1/7	1/7	1/3	1

Compare the relative importance of sierra7 to sierra5

OK Close Help

Figura 22: Aplicação do método de matriz pareada no IDRISI.

Às espécies em extinção e endêmicas foram atribuídos os maiores valores na escala contínua de nove pontos, o número 7, quando comparadas com as Unidades de Conservação de Uso Sustentável e áreas de alimentação, e o número 5, quando confrontadas com Unidades de Conservação de Proteção Integral e áreas de reprodução, significando, respectivamente, “muito mais importante” e “fortemente mais importante”.

No outro extremo, foram atribuídos às áreas de alimentação e Unidades de Uso Sustentável os menores valores na escala proposta por Eastman, 2001. Assim, foram classificadas como “muito menos importante” (1/7) quando comparadas as espécies endêmicas e em extinção.

Este fato é decorrente de que as espécies em extinção e endêmicas, devido as suas características, necessitam ampla prioridade de proteção. Esta proteção enquadra-se em dois dos objetivos do Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapuã, 1996 que definem:

- Proteção da vegetação da Mata Atlântica ocorrente na área, principalmente as espécies raras, ameaçadas ou em perigo de extinção e de corte proibido do Rio Grande do Sul, tais como, efedra, corticeira-do-banhado (*Erythryna crista-galli*), figueira (*Ficus organensis*), orquídeas, entre outras.

- Proteção de espécies da fauna silvestre, especialmente as endêmicas como o tuco-tuco, as ameaçadas de extinção como o bugio, a lontra, o jacaré-de-papo-amarelo, e as vulneráveis como o urubu-de-cabeça-amarela e o gavião-de-rabo-branco.

As Unidades de Conservação, tanto de Proteção Integral quanto de Uso Sustentável, não receberam grandes importâncias relativas às demais devido a sua já condição de área protegida. Entretanto, devido ao fato de não aparecerem de forma nítida nas cartas de sensibilidade ambiental, tornou-se importante agregá-las no Índice de Sensibilidade do Litoral.

A importância relativa das Unidades de Conservação de Proteção Integral foi estabelecida como “moderadamente mais importante” quando relacionadas com as de Uso Sustentável. Este fato é explicado porque as primeiras têm como meta a proteção em longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, dessa maneira, uma contaminação por óleo poderia colocar em risco os recursos presentes nelas.

Vale ressaltar que na área de estudo deste trabalho não são encontradas Unidades de Uso Sustentável, apenas o Parque Nacional de Itapuã e a Reserva Biológica do Lami, ambas de Proteção Integral.

Depois de preenchida a matriz, aplicamos a ferramenta WEIGHT do IDRISI (versão TAIGA), colocando como dado de entrada as importâncias relativas entre as variáveis, a fim de obter os pesos relativos a cada uma delas.

Segue abaixo (tabela 5) os pesos calculados para cada variável.

Tabela 5: Pesos calculados pelo autovetor para cada variável proposta na integração do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL). Índice de Consistência aceitável de 0,05.

Fatores	Pesos
Unidade de Conservação/ Proteção Integral	0,0777
Unidade de Conservação/ Uso Sustentável	0,0364
Espécie em Extinção	0,3599
Espécie Endêmica	0,3599
Área de Reprodução	0,1272
Área de Alimentação	0,0390

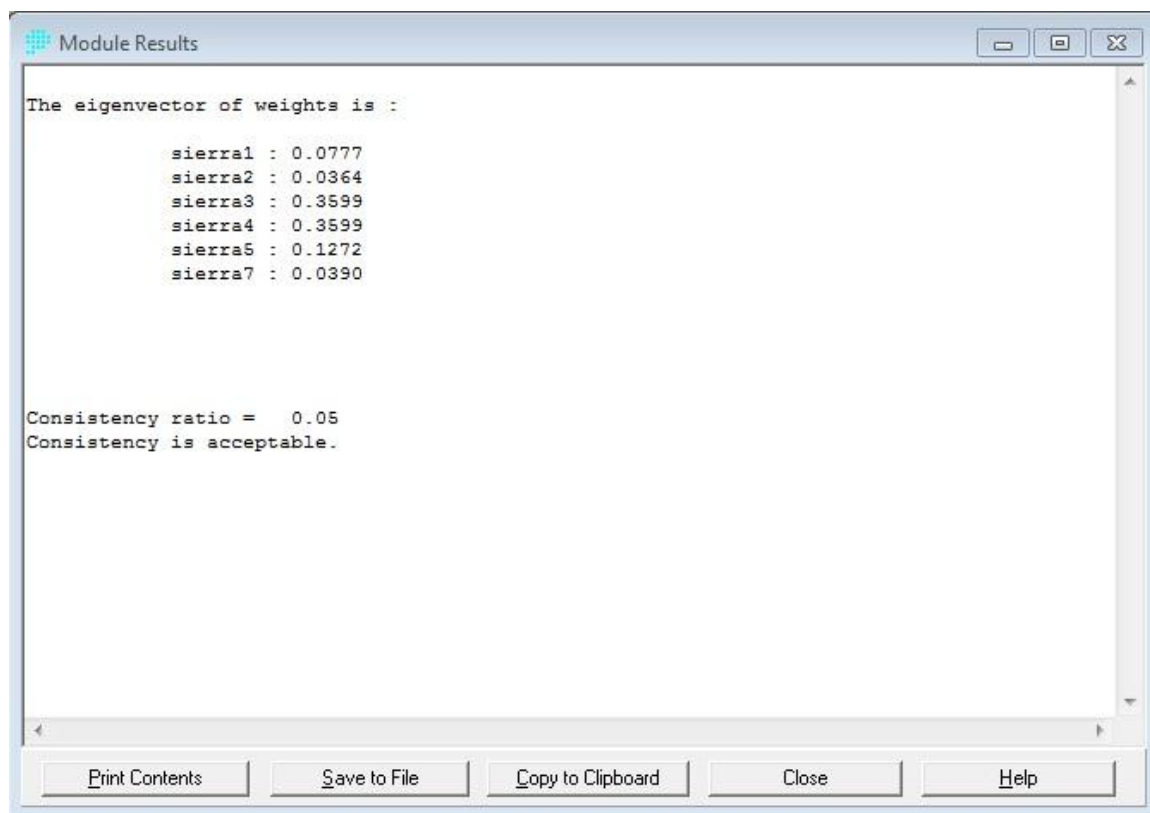


Figura 23: Resultado calculado pelo IDRISI.

O gráfico 1 mostra que os maiores pesos são referentes às espécies em extinção e espécies endêmicas, com peso relativo a 71,98% do total. As áreas de reprodução representam 12,72%, enquanto que as Unidades de Conservação de Proteção Integral 7,77%, Unidades de Conservação de Uso Sustentável 3,64% e áreas de alimentação 3,9%.

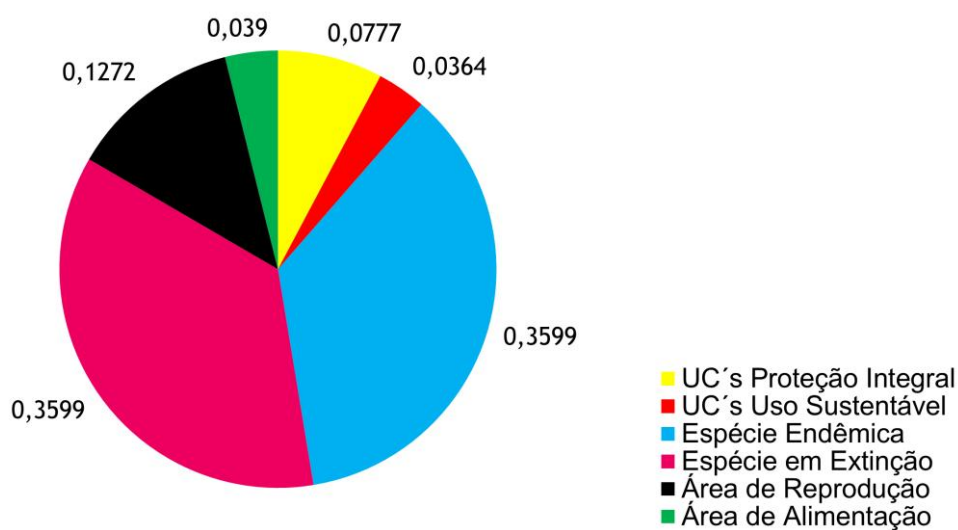


Gráfico 1: Representação gráfica dos pesos relativos a cada variável.

5.3 Mapeamento do ISL da área de estudo

O mapeamento do ISL segundo a metodologia oficial do Ministério do Meio Ambiente, sem a presença das variáveis biológicas propostas, apresentou os seguintes resultados, sintetizados nas cartas PEL 106, PEL 107, PEL 108 e PEL 110.

Como visto na carta PEL 106 (fig. 24) a praia de Ipanema foi mapeada como ISL 4 na porção norte, devido a característica de praia arenosa de granulometria média a fina, ISL 6 e 2 na porção central pela alternância de praia de sedimento grosso e costão rochoso, e ISL 10 na porção sul pela presença de margem vegetada. Esse mapeamento segmentando deve-se a diversidade de ambientes encontrados nessa região.

Mais ao sul a Ponta da Serraria e a Ponta Grossa, ambas de característica rochosa, foram mapeadas como ISL 2. Entre estes dois ambientes ocorre a presença de uma margem vegetada, a qual foi atribuído ISL 10.

Abaixo da Ponta Grossa inicia-se um trecho de praia arenosa de ISL 4, seguido de uma margem vegetada ISL 10 que tem sua continuação na carta PEL 107 (fig. 25).

Neste trecho não foram encontradas Unidades de Conservação, espécies endêmicas ou em extinção. Também não foram identificadas áreas de reprodução ou de alimentação de espécies relevantes para o mapeamento.

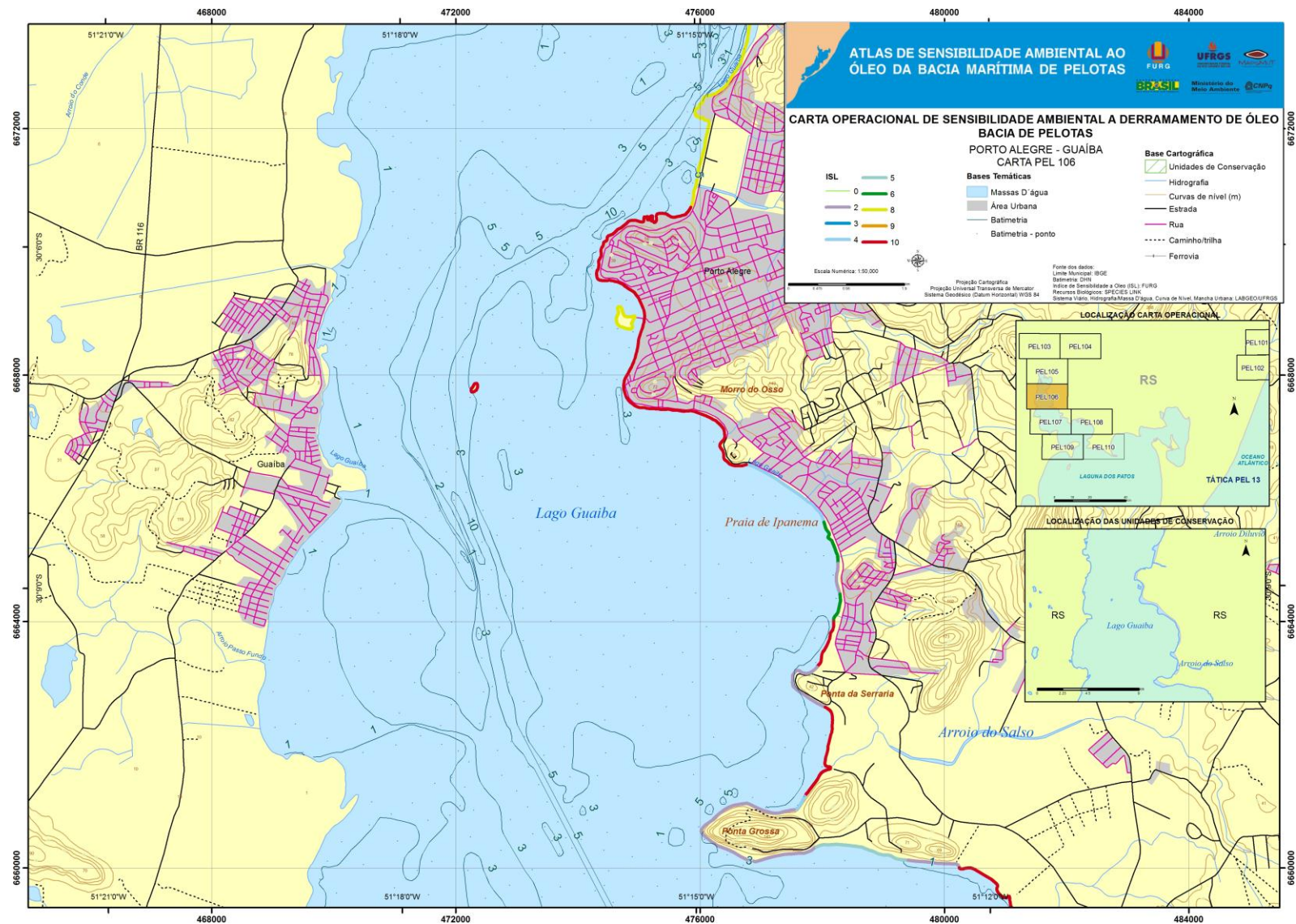


Figura 24: Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 106.

Na carta PEL 107 (fig. 25) praticamente toda área mapeada foi identificada como ISL 10, sendo somente o morro de Belém Novo e o morro entre a Praia do Arado e a Praia das Garças mapeados como ISL 2 e a Praia do Arado classificada como ISL 4 devido a sua granulometria média a fina.

A ilha ao sul, Ilha de Francisco Manuel, foi classificada como ISL 10 e ISL 2.

Também não foram identificadas nenhuma das variáveis propostas para a integração no Índice de Sensibilidade do Litoral.

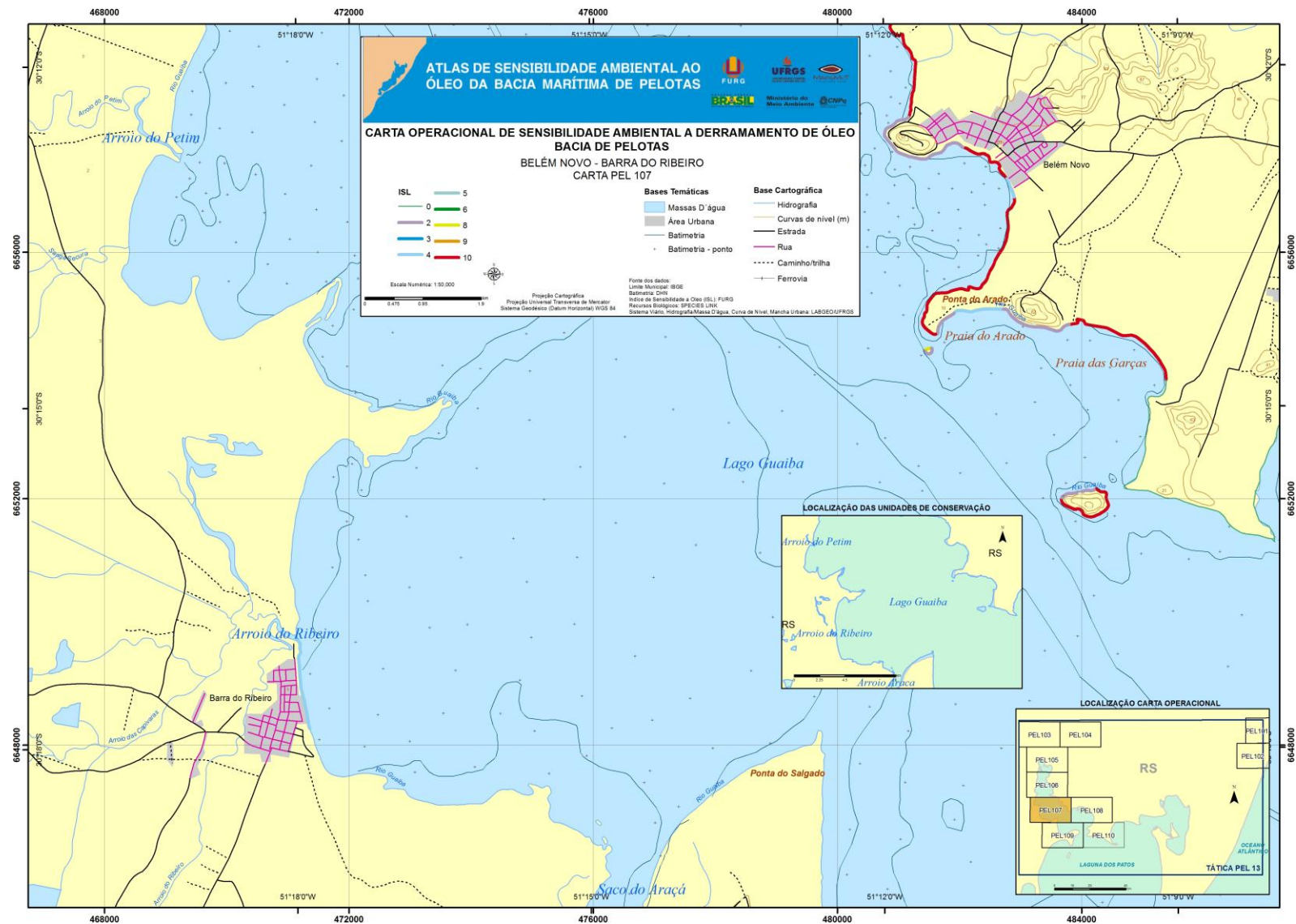


Figura 25: Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 107.

A carta PEL 108 (fig. 26) teve a Ponta do Cego mapeada como ISL 10 devido as suas margens vegetadas, seguida da Praia do Lami que foi segmentada em ISL 10 (margem vegetada), ISL 4 (praia arenosa com tamanho de grão médio a fino) e no extremo sul um pequeno terraço lamoso ISL 9 foi identificado.

O Morro do Coco obteve ISL 10, ISL 2 e ISL 5.

Já, a praia da vila de Itapuã teve em sua maioria o ISL 10, devido à vegetação.

Na região da Ponta do Cego encontra-se a Reserva Biológica do Lami. Ao ser aplicado o método de integração biológica no ISL, o peso de 0,0777 (devido à presença da Unidade de Conservação de Proteção Integral) enquadrou a região no intervalo “C” de sensibilidade biológica, sendo pouco sensível ao impacto do óleo.

Esta foi considerada pouco sensível devido a já existência da Unidade de Conservação, sendo responsável pelas devidas proteções da fauna e flora ali presentes.

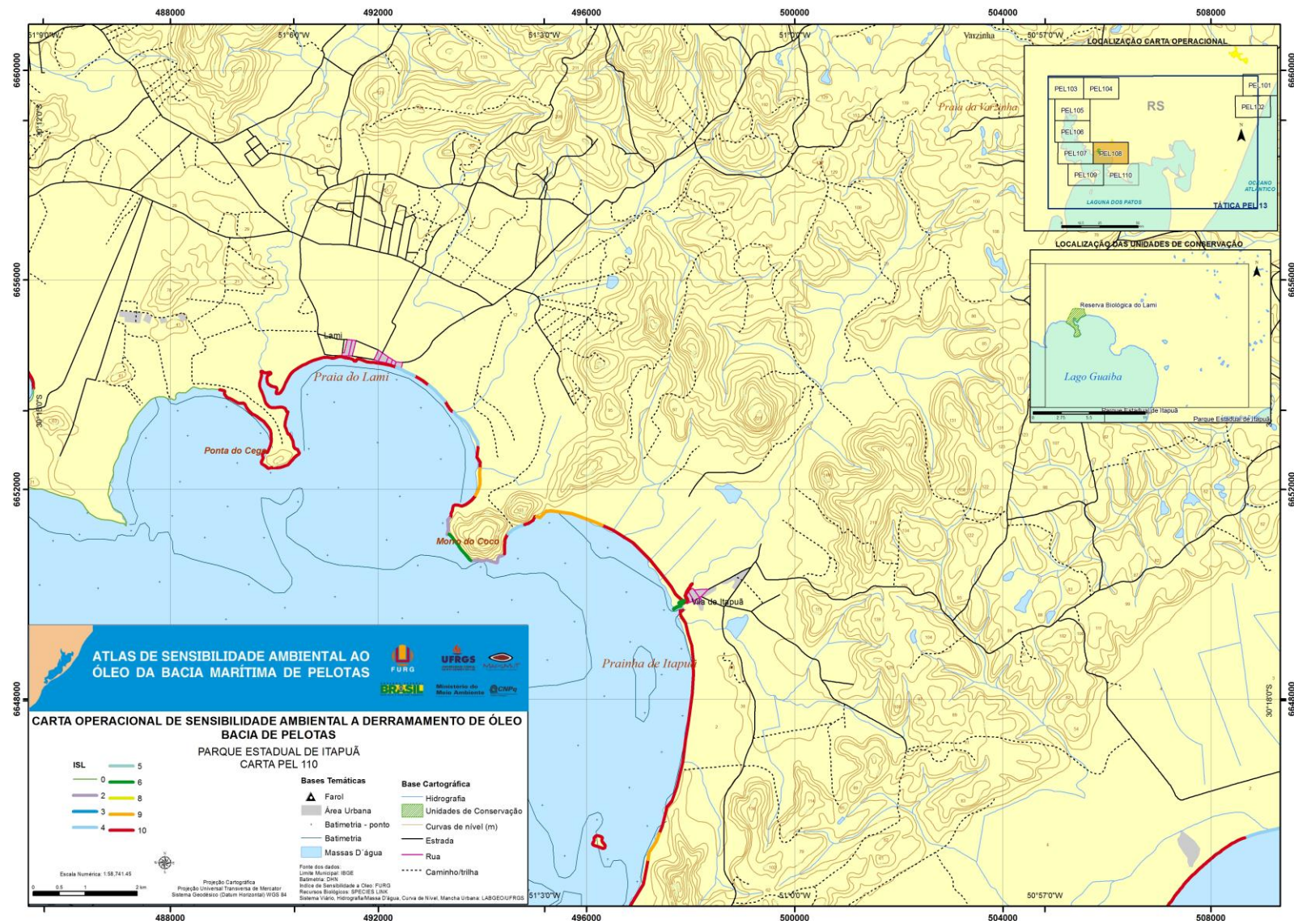


Figura 26: Mapa da Sensibilidade Ambiental, PEL 108.

A carta PEL 110 (fig. 27) apresenta o Parque Estadual de Itapuã mapeado com suas devidas sensibilidades.

A primeira praia mapeada foi a Praia das Pombas, que devido as características arenosas foi classificada em ISL 4. Mais ao sul encontram-se as Praias da Onça, Pedreira, Sítio, Prainha e Tigre ambas ISL 4. A Praia do Araçá, quase completamente vegetada foi mapeada como ISL 10 e a Praia de Fora, composta de areia fina foi determinada como ISL 3.

A ilha mais ao norte, Ilha das Pombas, é toda vegetada, sendo atribuído o ISL 10. E a Ilha do Junco, ao sul, possui margem vegetada de ISL 10, margem rochosa ISL 2 e enrocamento abrigado (face direcionada ao continente) ISL 8.

Identificou-se, nas dunas vegetadas da Praia do Tigre, a espécie de efedra (*Ephedra tweediana*), endêmica da região e característica das matas de restinga, um dos ecossistemas mais ameaçados do Rio Grande do Sul (fig. 28).

Esta praia foi classificada como ISL 4 devido a sua característica arenosa de grãos de tamanho médio a fino e baixa declividade do litoral. Entretanto, a presença dessas duas variáveis (espécie endêmica e Unidade de Conservação de Proteção Integral) remete à Praia do Tigre a necessidade de algum diferencial quanto à sensibilidade.

A variável espécie endêmica possui peso de 0,3599 e a variável Unidade de Conservação de Proteção Integral 0,0777. De acordo com o método de integração criado no capítulo 4.6, o somatório destas duas, referente a 0,4376, enquadrou a região no intervalo “B” de sensibilidade biológica, significando moderada sensibilidade.

Apesar do endemismo, a praia foi classificada em moderada sensibilidade devido à existência da Unidade de Conservação que já garante especial proteção.

A diferença do intervalo “C” encontrado na Ponta do Cego na Reserva Biológica do Lami para o intervalo “B” da Praia do Tigre se dá pela presença da espécie endêmica, o que valoriza a proteção ambiental da região.

Também, na Praia da Pedreira ocorre a desova da tartaruga tigre d’água (*Trachemys dorbigni*) (fig. 29), sendo uma possível área de nidificação. Dessa maneira, ao inserir a variável área de reprodução, peso de 0,1272, e a variável Unidade de Conservação de Proteção Integral, 0,0777, a Praia da Pedreira enquadrou-se no intervalo “C” devido ao somatório de 0,2049, indicando baixa sensibilidade biológica.

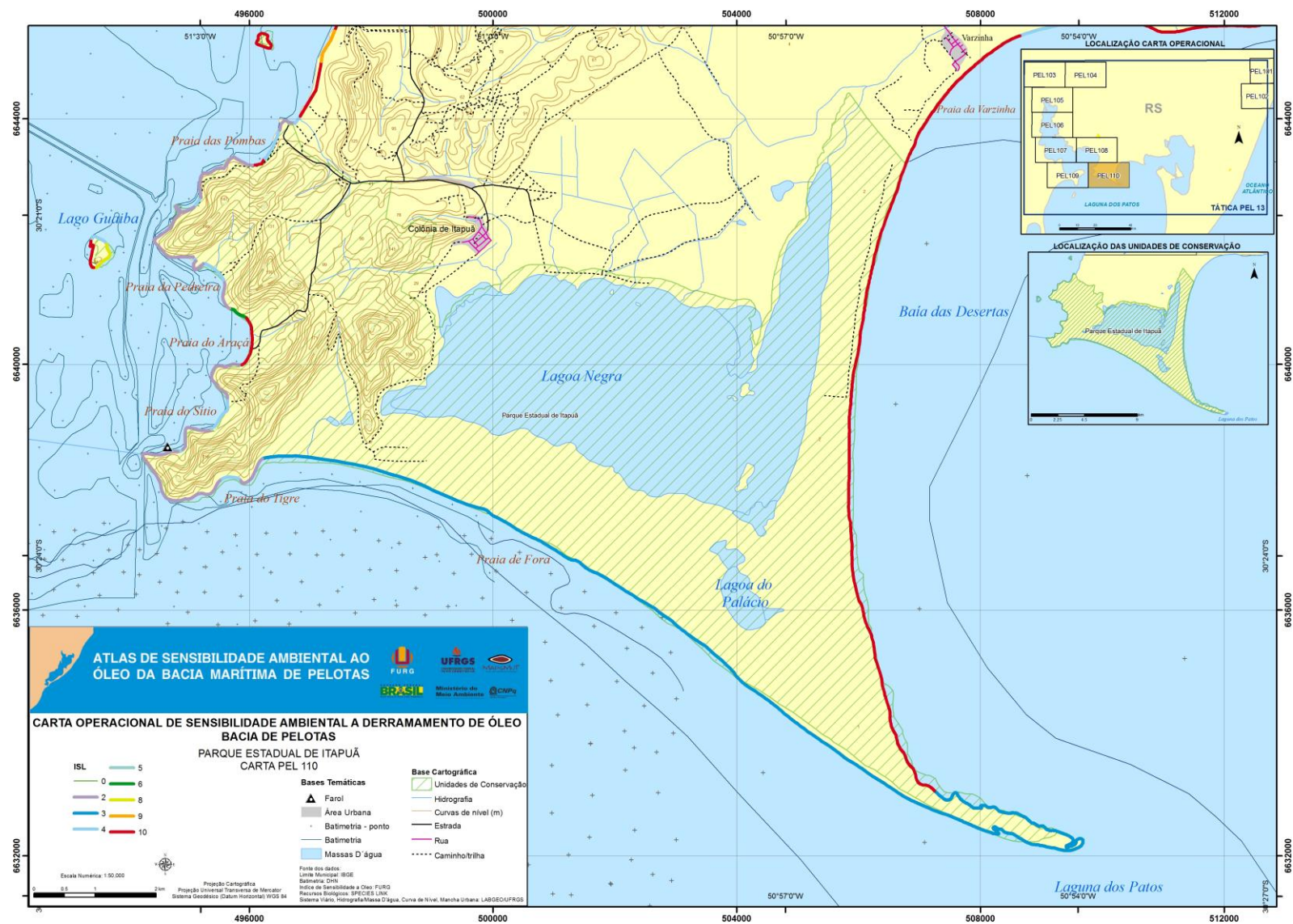


Figura 27: Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 110.



Figura 28: *Ephedra tweediana*

Fonte: FDRGS, Flora digital do Rio Grande do Sul. 2012



Figura 29: Tartaruga tigre d'água.

Fonte: www.ninha.bio.br

5.4 Mapeamento oficial x Mapeamento proposto

Dentre todas as regiões mapeadas, três segmentos tiveram seus índices de sensibilidade alterados em função de variáveis biológicas, alterações estas, representadas pela inserção de letras (A= alta sensibilidade biológica; B= moderada sensibilidade biológica; C= baixa sensibilidade biológica).

A Ponta do Cego de ISL 10 devido à abrangência da Reserva Biológica do Lami teve seu índice modificado para 10 – C.

A sensibilidade da Praia da Pedreira foi modificada para 4 – C devido à presença do Parque Estadual de Itapuã e da área de reprodução das tartarugas tigre d'água.

Por fim, a Praia do Tigre que antes da integração foi mapeada como ISL 4 tornou-se ISL 4 – B, de moderada sensibilidade biológica, devido a abrangência do Parque Estadual de Itapuã e presença da espécie endêmica efedra.

O intervalo “A” de alta sensibilidade biológica não foi obtido em nenhuma das áreas de estudo. Este fato se deu devido à dificuldade na identificação de áreas de alimentação e da inexistência de espécies em extinção. Assim, essas duas variáveis foram suficientes para que a soma total não ultrapassasse o valor de 0,60.

Seguem as cartas PEL 108 e PEL 110, que sofreram modificações.

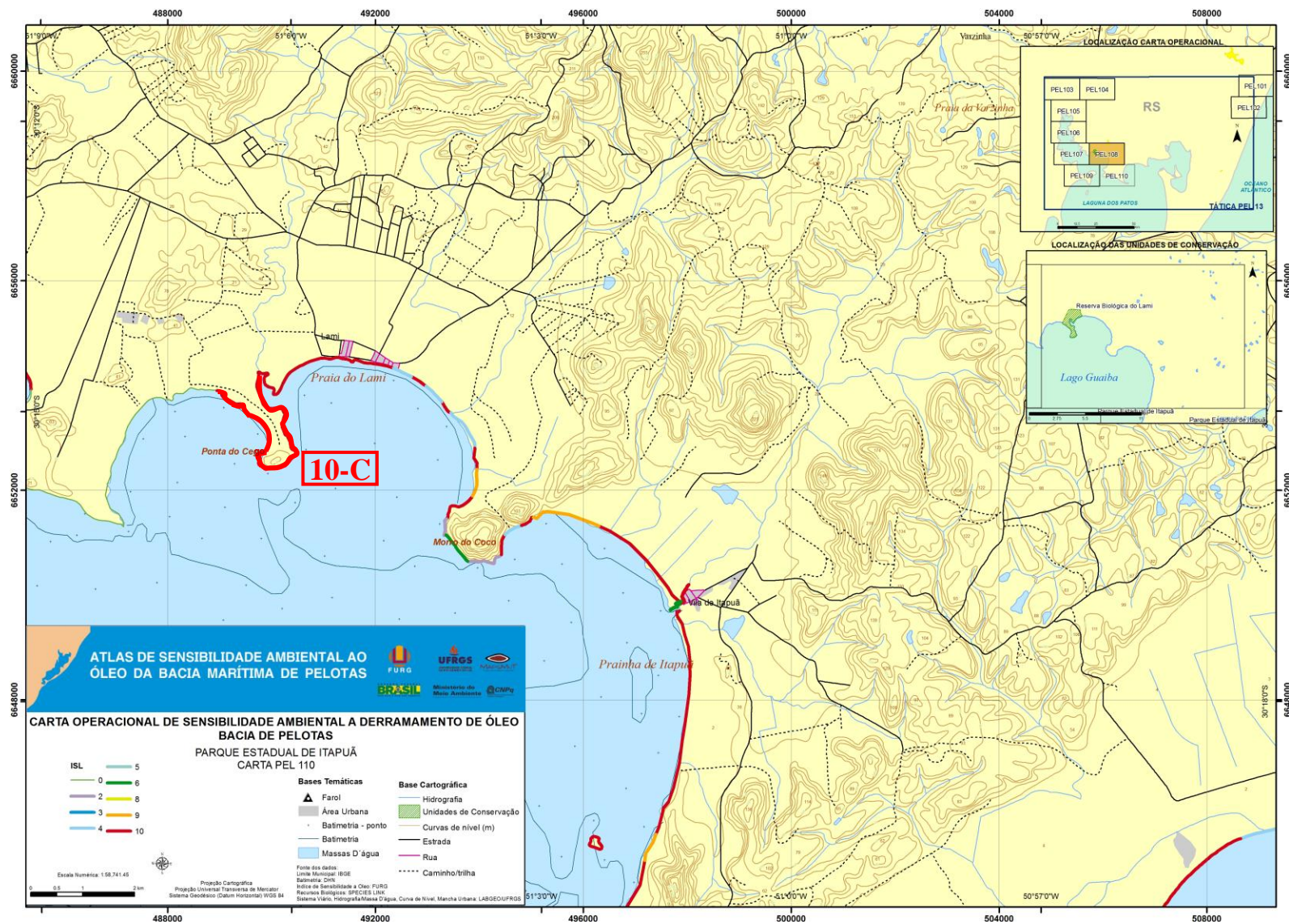


Figura 30: Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 108, modificada.

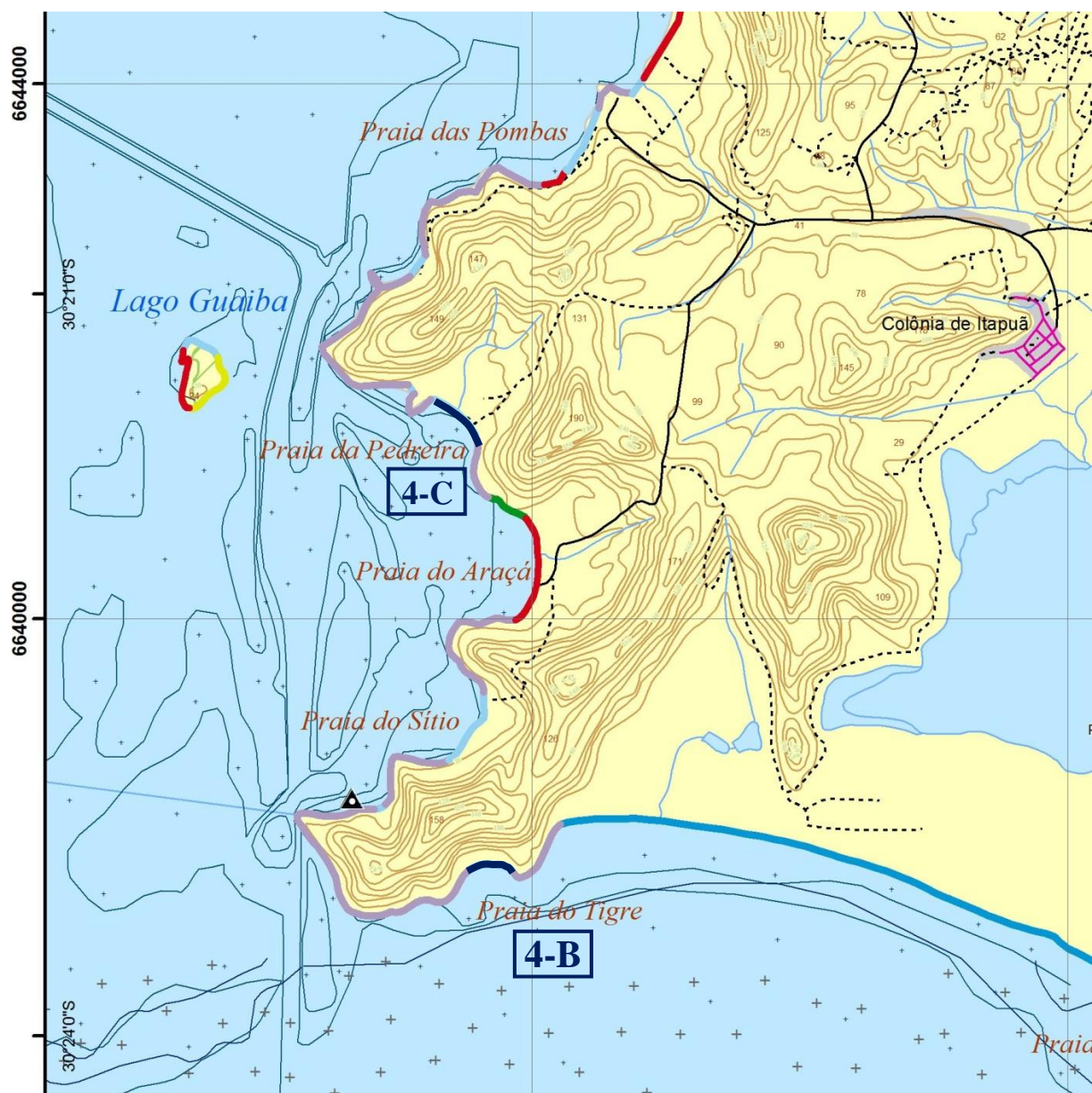


Figura 31: Recorte do Mapa de Sensibilidade Ambiental, PEL 110, modificado.

6. Conclusões

O método oficial de definição do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), proposto pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), é uma adaptação da metodologia americana desenvolvida pela NOAA. Embora sejam atribuídos os mesmos valores de ISL, existem diferenças ambientais entre os dois países suficientes para que o índice torne-se falho quando adaptado a realidade brasileira.

A própria dimensão e diversidade da costa brasileira, no qual diferentes ecossistemas são encontrados, requer o desenvolvimento de índices específicos para as diferentes regiões, pois um único método não é suficiente para abranger as especificidades de todas as bacias sedimentares marinhas encontradas no território nacional. Este é o caso da área de estudo do presente trabalho, a região de Itapuã, onde foram encontradas algumas lacunas no processo de identificação de áreas sensíveis ao óleo devido às características lagunares do Guaíba, não permitindo que suas margens fossem todas enquadradas no ISL 10. Também, não seria ideal que toda margem tivesse o mesmo índice, onde os segmentos não apresentariam nenhuma distinção com relação à sensibilidade, o que em uma situação de emergência pode ocasionar algum tipo de dúvida quanto ao procedimento a ser adotado.

Também, como ressaltado ao longo do trabalho, a metodologia brasileira leva em consideração, para o mapeamento da sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo, apenas as características geomorfológicas e hidrodinâmicas das regiões, mesmo tendo em vista que ambientes geomorfológicamente semelhantes possam apresentar características biológicas distintas.

Apesar dos recursos biológicos estarem presentes nas Cartas SAO, o modo que a metodologia oficial os apresenta, deixam os mesmos imperceptíveis perante as demais fontes de informações requisitadas para o processo de mapeamento, pois, sua visualização apenas através de ícones, agrupados em um box (como mostrado na figura 9), não favorece o esclarecimento do nível de sensibilidade biológica da região, apenas a presença/ausência destas.

A presença de espécies únicas (endêmicas), espécies em extinção, utilização de um determinado trecho para reprodução ou alimentação, ou até a abrangência de Unidades de Conservação, como a Reserva Biológica do Lami e o Parque Estadual de Itapuã, são fortemente responsáveis pela maior ou menor sensibilidade biológica, independentemente do tipo de ambiente em que se localizam. Como exemplo o Parque Estadual de Itapuã, que em toda sua extensão possui oito praias de baixa sensibilidade, entre ISL 3 e ISL 4, entretanto está localizado em uma área integralmente protegida, com elevada biodiversidade, presença de espécies raras, ameaçadas e em extinção. Dessa maneira necessitou-se que as duas características, geomorfológica e biológica, fossem integradas para o desenvolvimento de um índice que expresse melhor a realidade ambiental.

O processo utilizado para a atribuição dos pesos relativos a estas variáveis, o método de análise multicriterial de matriz de comparação pareada, adequou-se corretamente ao contexto do trabalho e serviu de subsídio para a posterior integração no ISL. Também, a pontuação feita pelo grupo da biologia no campo do projeto de mapeamento da sensibilidade da Baía de Pelotas, foi fundamental para a consistência dos pesos, sendo responsáveis pelo baixo índice de consistência, caracterizado como aceitável no valor de 0,05.

O método desenvolvido para a integração das variáveis biológicas no ISL mostrou-se eficiente, entretanto, a variável “área de alimentação” não pode ser suficientemente testada, dada a dificuldade na identificação das espécies que utilizam determinada área para este fim, principalmente, em áreas de grande diversidade biológica como a do estudo do presente trabalho. Como se esperava, as espécies endêmicas e em extinção obtiveram os maiores pesos referentes à sensibilidade biológica, confirmando a necessidade de proteção destas.

A área de estudo escolhida para a aplicação da metodologia, devido aos seus diferentes ambientes, mostrou-se adequada, sendo realizada a integração biológica em ambientes distintos como costões rochosos, praias arenosas, cascalhosas e margens vegetadas. Contudo, a presença de apenas três variáveis na região não permitiu que a metodologia fosse aplicada em mais trechos, o que viria a contribuir ainda mais ao aprimoramento do método.

Entre todos os trechos mapeados, três tiveram seus índices caracterizados pela biota: a Ponta do Cego ISL 10-C, a Praia da Pedreira ISL 4-C e a mais sensível, a Praia do Tigre ISL 4-B.

Os resultados apresentaram-se satisfatórios, à medida que o único trecho com a presença de espécie endêmica foi caracterizado como o mais sensível, no intervalo “B”.

Portanto, o presente trabalho contribuiu de maneira efetiva no processo de identificação de áreas sensíveis ao óleo, gerando subsídios para a qualificação da sensibilidade do litoral e praticidade para o instrumento das Cartas SAO através da visão integrada entre recursos não vivos (substrato) e os recursos vivos (biota).

7. Sugestões futuras

- Aprimoramento do método para a integração de variáveis biológicas no Índice de Sensibilidade do Litoral, que foi desenvolvido neste trabalho, através da proposição de um maior número de variáveis na matriz de comparação pareada e nova pontuação das importâncias relativas, com o intuito de aproximar o valor dos pesos relativos a cada variável, o que contribuirá para o aumento da acuidade do método.
- Desenvolvimento de um índice de sensibilidade biológico, que leve em conta somente as características da biota local, o que exige o conhecimento específico de outras áreas, como da biologia e da ecologia.

8. Referências

- ALVES, F. N. A. 2006. **Estudo da hidrodinâmica na Bacia de Pelotas por um modelo numérico aplicado a eventuais derramamentos de óleo**. Dissertação de mestrado em Oceanologia Química, Física e Geológica – FURG.
- ANP. 2012. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Agência Nacional do Petróleo, 2012.
- ANTUNES, P. B. 2010. **Direito Ambiental**. Editora Lumen Juris, 12ª ed. Rio de Janeiro. 957 p.
- ARAÚJO, S.I.; SILVA, G.H.; MUEHE, D. 2000. **Minuta do Manual Básico para Elaboração de Cartas de Sensibilidade no Sistema, PETROBRAS**. 170 p.
- ASMUS, M. L. 1998. **A Planície Costeira e a Lagoa dos Patos**. In: **Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil**. U. Seeliger, C.Odebrecht e J.P. Castello (Eds), pag. 9-12. Editora Ecoscientia, Rio Grande - RS.
- ATLAS EÓLICO DO RIO GRANDE DO SUL. 2012. **Secretaria de Energia, Minas e Comunicações, SEMC**. Porto Alegre, 70 p.
- BACHI, F. A.; BARBOZA, E. G.; TOLDO JR. E. E. 2000. **Estudo da sedimentação do Guaíba**. In: *Ecos 17*: pag. 32-35.
- BELLOTTO, V. R.; SAROLLI, V. M. M. 2008. **Mapeamento da Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo e ações de resposta para a região costeira e área portuária de Imbituba, SC, Brasil**. *Jornal brasileiro de Ciências Aquáticas e Tecnologia* 12 (2): pag. 115-125.
- BERNARDES, A. T.; MACHADO, A. B. M.; RYLANDS, A. B. 1990. **Fauna Brasileira ameaçada de extinção**. 1º ed. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas para a conservação da natureza. 62 p.
- BP. 2012. **British Petroleum Statistical Review of World Energy**. British Petroleum, London, UK. 45 p.
Disponível em bp.com/statisticalreview
- BRASIL. Decreto-Lei 2.508/98, que “*promulga a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios*”.
- BRASIL. Decreto-Lei 2.870/98, que “*promulga a Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo*”.

BRASIL. Decreto-Lei 4.871/03, que *“dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências”*.

BRASIL. Decreto-Lei 83.540/79, que *“regulamenta a aplicação da Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo, de 1969, e dá outras providência.”*

BRASIL. Lei Federal nº 9966/00, que *“dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas e perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências”*.

BROEDEL, H.A. 2004. **Análise Experimental dos Efeitos do Petróleo sobre os Macroinvertebrados Bentônicos de uma Marisma do estuário da Lagoa dos Patos – RS.** Trabalho de graduação em Oceanologia – FURG.

CALIXTO, J. R. 2004. **Incidentes marítimos: história, direito marítimo e perspectivas num mundo em reforma da ordem internacional.** São Paulo: Aduaneiras, 327 p.

CARDOSO, C. D. P. C. 2006. **Estudo da macrofauna benthica de praias do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, como subsídio a elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental a derrames de petróleo.** Trabalho de Graduação em ecologia - UNESP.

CARVALHO, M. 2003. **Mapeamento da sensibilidade ao impacto por óleo de um segmento da costa entre os estados do Rio Grande do Norte e Ceará utilizando imagens ETM+/LANDSAT e Geoprocessamento.** Dissertação de mestrado em Sensoriamento Remoto, INPE, São José dos Campos.

CASALAS, A.; CYBIS, L. F. 1985. **Modelo matemático de circulação e de qualidade das águas do estuário do Rio Guaíba.** Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos. São Paulo, pag. 419-432.

CETESB. 2007. **Ambientes costeiros contaminados por óleo.** Manual de orientação da Companhia de Tecnologia de Saneamento ambiental. 120 p.

Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br

CETESB. **Companhia de Tecnologia de Saneamento ambiental, São Paulo.**

Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br.

CLARK, R. B. 2001. **Marine Pollution.** Oxford University Press, Oxford. 236 p.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. 2003. **Communication from the Commission: Report to the European Council on action to deal with the effects of the Prestige disaster**. Bruxelas, Bélgica.

COUTINHO, R. 2002. **Bentos de Costões Rochosos**. In: PEREIRA, R.C. *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciências, 382 p.

CUNHA, R. 1971. **O Estuário do Guaíba: características texturais, mineralógicas e morfológicas**. Dissertação de Mestrado Geociências – UFRGS.

DEMORE, J. P. 2001. **Aspectos sedimentares do estuário da Lagoa dos Patos e sua interação com a poluição por petróleo: Subsídios para um plano de contingência**. Trabalho de graduação em oceanologia – FURG.

DMAE, 2012. **Departamento Municipal de Água e Esgotos**. Porto Alegre, RS.

Disponível em: www2.portoalegre.rs.gov.br/dmae

DNAEE, 1983. **Mecânica de Correntes do Guaíba**. Relatório síntese. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Ministério de Minas e Energia.

DRNRE. 1996. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapuã**. Departamento de Recursos Naturais Renováveis, Porto Alegre. 126 p.

DUTRA, C. C.; FOGLIATTO, F. S. 2007. **Operacionalização do processo analítico hierárquico usando matrizes incompletas de comparações pareadas**. XXXIX SBPO, Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, A pesquisa Operacional e o Desenvolvimento Sustentável. Fortaleza, CE.

EASTMAN, J. R. 2001. **Decision support: decision strategy analysis**. Worcester: Clark Labs, Clark University, Vol. 2: 22 p.

EPA. 1999. **The Behavior and Effects of Oil Spill in Aquatic Environments**. Understanding Oil Spills and Oil Spill Response, chap. 1. United States Environmental Protection Agency. 4 p.

EPA. 1999. **Wildlife and Oil Spill**. Understanding Oil Spills and Oil Spill Response, chap. 5. United States Environmental Protection Agency. 6 p.

EPE. 2011b. **Balanco Energético Nacional 2011: ano-base 2010**. Rio de Janeiro: EPE/MME. 85p.

FDRGS. 2012. **Flora digital do Rio Grande do Sul**.

Disponível em: www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/

FUHRO, D.; VARGAS, D.; LARocca, J. 2005. **Levantamento florístico das espécies herbáceas, arbustivas e lianas da floresta de encosta da Ponta do Cego, Reserva Biológica do Lami (RBL), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.** Botânica n° 56, São Leopoldo.

GLOBAL. 1995. **Strategy for the conservation of marine turtles.** Gland, Switzerland: IUCN/SSC.

GRUBER, N. L. S.; BRANCO F°, C. C. 2010. **Gestão Integrada do Lago Guaíba: Modelos de Gestão para a Orla e Recursos Hídricos do Lago – Análise crítica e propostas.** Trabalho publicado na revista eletrônica GRAVEL. Vol. 8, n°1. Porto Alegre.

GUNDLACH, E. R.; HAYES, M. O. 1978. **Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts.** Journal of Marine Technology Society. Carolina do Sul, 12 (4): pag. 18-27.

HALLS, J.; MICHEL, J.; ZENGEL, S.; PETERSEN, J. 1997. **Environmental Sensitivity Index Guidelines , version 2.0.** Seattle: Harzadous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 79 p.

HENRY-SILVA, G. G. 2005. **A importância das unidades de conservação na preservação da diversidade biológica.** Trabalho publicado na revista Logos, n° 12.

IPIECA. 1991. **Guidelines on Biological Impacts of oil Pollution.** International Petroleum Industry Environmental Conservation Association. IPIECA Report Series. Volume 1.

IRGANG, G. V. 2003. **Análise espacial e temporal do estado da conservação ambiental do Parque Estadual de Itapuã - RS e sua zona de amortecimento.** Dissertação de mestrado em Ecologia – UFRGS.

ITOPF. **International Tanker Owners Pollution Federation Limited, London, UK.**

Disponível em: www.itopf.com

ITOPF. 2011. **Oil Tanker Spill Statistics.** International Tanker Owners Pollution Federation Limited, London, UK. 12 p.

ITOPF. 2012. **Technical Information Paper No. 13. Effects of Oil Pollution on the marine environment.** International Tanker Owners Pollution Federation Limited, London, UK. 11 p.

KIMURA, H.; SUEN, A. S. 2003. **Ferramentas de análise gerencial baseadas em modelos de decisão multicriteriais.** RAE-eletrônica, volume 2. Fundação Getúlio Vargas.

KOEPPEN, W. 1948. **Climatologia: un estudio de los climas de la tierra.** Fondo de Cultura Económica, México. 478 p.

- LEITE, P.F., KLEIN, R.M. 1990. **Vegetação in: Geografia do Brasil: V2. Região Sul**. 1ª edição, Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, pag. 113-150.
- LIMA, M. V.; BRITO, D. D.; MILANELLI, J. C. C. 2008. **Mapeamento da Sensibilidade Ambiental a derrames de Óleo em Ilhabela, São Paulo**. Revista Brasileira de Cartografia No. 60/02.
- LIVI, P. 1998. **Elementos do clima: o contraste dos tempos frios e quentes**. Atlas Ambiental de Porto Alegre, Ed. Universidade / UFRGS: pag: 73-78.
- LUNA, L. P. F. M. 2010. **Estudo detalhado da sensibilidade ambiental a derramamento de óleo da região estuarina da Lagoa dos Patos**. Trabalho de graduação em Oceanologia – FURG.
- LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A. 1997. **The biology of sea turtles**. Boca Raton, FL: CRC Press, 432 p.
- MACHADO, P. A. L. 2006. **Direito Ambiental Brasileiro**. Editora Malheiros Editores, 14ª ed. São Paulo. 1073 p.
- MARCANO, L.; NUSETTI, O.; ZAPATA-VÍVENEZ, E.; NUSETTI, S. & ESCLAPÉS, M. M. 2006. **Responses in the fish *Thalassophryne maculosa* (Pisces: Batrochoideidae)**. Jornal da sociedade brasileira de Ecotoxicologia. 1(1).
- MARTINS, I.R., VILLWOCK, J.L., MARTINS, L.R., BEMVENUTI, C.E. 1989. **The Lagoa dos Patos Estuarine Ecosystem (RS, Brazil)**. Revista Pesquisas, Porto Alegre, Vol. 22: pag. 5-44.
- MCLACHLAN, A. 1983. **Sandy beaches ecology – A review**. In: MCLACHLAN, A. & ERASMUS, T. edição: Sandy Beaches as Ecosystems. 757 p.
- MILANELLI, J. C. C. 2012. **Curso de Vazamento de óleo no mar – aspectos ecológicos e ações de combate realizado na FURG**.
- MILLER, J. D. 1997. **Reproduction in sea turtles**. In: Lutz, P. L.; Musick, J. A. (Ed) The biology of sea turtles, Boca Raton, FL: CRC Press, pag. 51-81.
- MMA. 2007. **Atlas de Sensibilidade Ambiental ao óleo da Bacia Marítima de Santos**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. 133 p.
- MMA. 2007. **Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. 107 p.
- MMA. 2012. **Ministério do Meio ambiente, Biodiversidade, Espécies Ameaçadas de Extinção**. Disponível em: www.mma.gov.br

MMA. **Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Espécies Ameaçadas de Extinção.**

Disponível em: www.mma.gov.br

NICOLODI, J. L.; TOLDO, E. E.; FARINA, L. 2010. **Dinâmica e ressuspensão por ondas no Lago Guaíba (RS, Brasil) e implicações nos locais de captação de água para abastecimento humano.** Publicação em Pesquisas e Geociências, 37: pag. 25-39. Porto Alegre. UFRGS.

NICOLODI, J. L. 2007. **O padrão de ondas no Lago Guaíba e sua influência nos processos de sedimentação.** Tese de Doutorado em Geociências - UFRGS.

NOGUEIRA-NETO, P. 1997. **Proteção à biodiversidade na Federação Brasileira após a Rio-92.** In: CORDANI, U. G. et al. Rio 92 cinco anos depois: Avaliação das Ações Brasileiras em Direção ao Desenvolvimento Sustentável Cinco Anos após a Rio-92. São Paulo. Alphagraphics, pag. 150-180.

NYBAKKEN, J. W. 1997. **Marine Biology: an ecological approach, 4^a ed.** Califórnia: Addison Wesley, Longman, 481 p.

PETROBRAS. 2007. **Exploração e Produção de Petróleo.** Relatório Anual da Petrobrás, 2007.

PETROBRAS. 2006. **Mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo. Ambientes estuarinos, costeiros e fluviais.** 166 p.

PRESTES, A. J. D. 2009. **A degradação ambiental das praias de Porto Alegre, na passagem dos anos 1960 para os 1970.** Trabalho de Graduação em História - UFRGS.

PRINTES, R. C. 2002. **Plano de Manejo Participativo da Reserva Biológica do Lami.** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente.

PRÓ-GUAÍBA. 2012. **Programa do Governo do Estado do Rio Grande do Sul.**

Disponível em: www.proguaiba.rs.gov.br

RESOLUÇÃO CONAMA n° 269/00, que *“Regulamenta o uso de dispersantes químicos em derrames de óleo no mar”*.

SAATY, T. L. 1977. **A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures.** Jornal de Psicologia Matemática 15: pag. 234-281.

SAATY, T. L. 1996. **The analytic hierarch process.** RWS Publications.

SEIFERT JR, C. A.; WALTER, T.; NICOLODI, J. L. 2012. **O contexto das políticas públicas ambientais nos aspectos de prevenção e controle dos incidentes com óleo durante as etapas de**

E&P de Petróleo no Brasil. Trabalho técnico publicado nos Anais da Rio Oil & Gas Expo and Conference 2012. Setembro, Rio de Janeiro.

SILVA, M. B. 2011. **Áreas de endemismo: as espécies vivem em qualquer lugar, onde podem ou onde historicamente evoluíram?** Revista da Biologia, Vol. Esp. Biogeografia: pag. 12-17.

SILVA, F.; FALLAVENA, M. A. B. 1981. **Estudo da Avifauna do Parque Estadual de Itapuã.** Rio Grande do Sul: Biologia e Anilhamento. Iheringia Série Zoologia, Porto Alegre, Vol. 59: pag. 89-118.

TOLDO, E. E. 1994. **Sedimentação, predição do padrão de ondas e dinâmica sedimentar da antepraia e zona de surfe do sistema lagunas da Lagoa dos Patos, RS.** Tese de doutorado em geociências - UFRGS.

TOMAZZONI, A. C. 2003. **Ecologia da capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Linnaeus 1766) na Reserva Biológica do Lami, sul do Brasil.** Dissertação em Ecologia - UFRGS.

VASCONCELOS, T. L.; BARBOSA, C. C. A.; VALDEVINO, D. S.; SÁ, L. A. C. M. 2010. **Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo e sua distribuição no Brasil.** III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, Recife, PE.

VILLWOCK, J. A. 1994. **A costa brasileira: Geologia e Evolução.** Anais In: 3º Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira – Subsídios a um Gerenciamento Ambiental, Serra Negra – SP.

ANEXO 1

PLANILHA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS RECURSOS BIOLÓGICOS

Espécie		Densidade ecológica /concentração		Fonte	Localização	Prot. legal		Presença sazonal												Comentários	
Nome comum	Nome científico	Qnt.	Und.			Categ.	Esfera	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		

ANEXO 2

PLANILHA DE CAMPO PARA IDENTIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS BIOLÓGICAS SENSÍVEIS AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO

1. Informações gerais

Data do levantamento:

Área de estudo:

Denominação local:

Coordenadas do ponto de localização:

2. Classificação da Sensibilidade Local (ISL):

1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 ()

3. Descrição geomorfológica do ambiente:

4. Variáveis identificadas

() UC de Proteção Integral

() Espécie em extinção

() Área de alimentação

() UC de Uso Sustentável

() Espécie endêmica

() Área de reprodução

5. Descrição biológica: