

Problemas associados ao diagnóstico dos recursos biológicos na elaboração de cartas de sensibilidade ambiental ao óleo no Brasil

Problems associated to the diagnosis of biological resources in developing of environmental sensitivity maps in Brazil

DOI:10.34115/basrv6n2-009

Recebimento dos originais: 27/01/2022

Aceitação para publicação: 25/02/2022

Mayara de Oliveira

Mestre em Oceanografia pela USP
Aluna de Doutorado da University of Queensland
School on Biological Sciences Goddard Building (Building 8)
Instituição: University of Queensland
Endereço: Brisbane 4072, Queensland - Australia
E-mail: m.deoliveira@uq.edu.au

Paulina Setti Riedel

Doutora em Geotecnia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP)
Instituição: UNESP - Universidade Estadual Paulista Campus de Rio Claro
Endereço: Avenida 24 A,1515, CEP: 13506-900 - Rio Claro - SP
E-mail: paulina.riedel@unesp.br

Ágata Fernandes Romero

Pesquisadora (Pós-doutorado) pela UNESP, Bacharel em Oceanologia pela FURG
Doutora em Geociências e Meio Ambiente pela UNESP
Instituição: UNESP - Universidade Estadual Paulista
Endereço: Praça Infante, Dom Henrique, s/n, Parque Bitaru
CEP: 11330-900 - São Vicente - SP
E-mail: agatafr@gmail.com

Denis M. S. Abessa

Livre-Docente em Saneamento Ambiental e Ecotoxicologia pela UNESP
Doutor em Oceanografia pela USP. Núcleo de Estudos em Poluição e Ecotoxicologia
Aquática (NEPEA), Campus do Litoral Paulista, UNESP
Instituição: UNESP - Universidade Estadual Paulista
Endereço: Praça Infante, Dom Henrique, s/n, Parque Bitaru
CEP: 11330-900 - São Vicente - SP
E-mail: denis.abessa@unesp.br

RESUMO

Apesar da contínua diminuição do número de acidentes com petróleo, os derramamentos de óleo causam impactos sobre os organismos e ecossistemas marinhos e costeiros, podendo ocasionar graves desequilíbrios ecológicos. Tendo em vista essa ameaça e a dificuldade de se prever quando poderá ocorrer um vazamento, faz-se necessário adotar medidas preventivas, como a elaboração de Cartas de Sensibilidade ao Óleo (SAO). O diagnóstico dos recursos biológicos presentes nas áreas mapeadas é uma das mais importantes informações que devem

constar nas Cartas SAO. Entretanto, muitas vezes esses diagnósticos são resumidos a uma incompleta listagem de nomes de espécies. Inserido neste contexto, foi realizado um estudo de caso, tendo como base um levantamento bibliográfico dos recursos biológicos presentes no Sistema Estuarino de Santos, no litoral de São Paulo. Por meio desse levantamento foi possível identificar algumas limitações existentes para a elaboração do diagnóstico dos recursos biológicos para as Cartas SAO, bem como na sua apresentação. Os resultados demonstram que existe uma carência de trabalhos publicados com informações sobre os recursos biológicos, assim como a vulnerabilidade das espécies ao óleo. Esta insuficiência de informações pode ser responsável pela geração de mapas e levantamentos incompletos, levando a uma subvalorização da biota potencialmente afetada e dos impactos causados pelo óleo.

Palavras-chave: cartas SAO, derramamento de óleo, zona costeira, plano de contingência.

ABSTRACT

The number of accidents involving petroleum has been increasingly reduced, but oil spills are still capable to affect organisms and damage marine and coastal ecosystems, causing serious ecological imbalances. Due to threats represented by oil spills and the difficult to predict when an oil spill may occur, prevention and response plans are required. Such plans involve the organization of Environmental Sensitivity Index (ESI) Maps, which include diagnosis of biological resources present in the mapped areas and their inclusion in these maps. However, this diagnosis has often consisted of incomplete lists of species. In this investigation, information of biological resources from the Santos Estuarine System (coast of São Paulo, Brazil) was obtained from a literature review. Through this survey we were able to identify the difficulties to elaborate the diagnosis of biological resources to ESI Maps, as well as how these diagnoses are presented. The results evidenced the lack of information on the biological resources, as well as to show their vulnerability to the oil. This information scarcity may lead to the production of incomplete studies and maps, which greatly underestimate the effects on the biological resources and the impacts caused by the oil.

Keywords: oil spill, sensibility maps, mangrove.

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira é formada por um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, caracterizados pela transição do ambiente marinho para o terrestre (CIRM, 1997). Estes ambientes costeiros sofrem constante pressão devido à expansão urbana, ao rápido crescimento populacional (BROWN; MCLACHLAN, 2002), ao aumento das atividades industriais, e às atividades portuárias. A exploração de petróleo também exerce grande pressão sobre a zona costeira, particularmente devido aos vazamentos de óleo. No ano de 2012 o volume de petróleo produzido no mundo foi de 86,1 milhões de barris por dia (ANP, 2013), sendo que a produção vem aumentando, sobretudo no Brasil (LEAL; MOURA, 2021). Apesar da redução expressiva do número de grandes acidentes com óleo nas últimas décadas, e das significativas melhorias implementadas nos processos de exploração, transporte e armazenamento de petróleo, o número de acidentes ainda é relevante. Por exemplo, em meados de 2019 houve o aparecimento de

enorme quantidade de óleo, de origem desconhecida, que cobriu a costa do nordeste brasileiro (LOURENÇO et al., 2020), e o recente vazamento de óleo na costa da Califórnia (USA), provocado pela avaria em um duto.

Após atingir os ambientes costeiros, o óleo pode causar efeito tóxico ou físico aos organismos, podendo levá-los à morte (IPIECA, 1991; KENNISH, 1992; NOAA, 1997; ITOPF, 2002). Os efeitos tóxicos são provenientes principalmente do derramamento de óleos leves, compostos por frações mais solúveis e voláteis (ITOPF, 2002; NOAA, 2002). Quando em contato com os organismos o hidrocarbonetos que compõem o óleo podem ser absorvidos pela epiderme ou e brânquias ou ingeridos diretamente. O efeito tóxico do óleo pode causar uma série de distúrbios, como redução da capacidade de natação, redução da reprodução, morte de larvas, perturbação na cadeia trófica, bioacumulação, inibição do crescimento, alteração do comportamento, e morte (RAMADE; HODGSON, 1987; IPIECA, 1991; BACCI, 1993; NOAA 1997; MURAKAMI et al., 2008; 2011). Por sua vez, os óleos pesados são responsáveis principalmente pelos efeitos físicos, como o recobrimento dos organismos atingidos (ITOPF, 2002; IPIECA, 1991; NOAA, 1997; MILANELLI, 2003). O óleo recobre brânquias e o tecido cutâneo, podendo reduzir ou interromper as trocas gasosas. Estes óleos também podem causar toxicidade, mas em menor escala devido à menor solubilidade dos hidrocarbonetos pesados. Porém, estes óleos são mais densos e viscosos e, conseqüentemente, são mais persistentes, resistindo ao intemperismo, dissolução, espalhamento e evaporação.

As Cartas de Sensibilidade Ambiental para derramamentos de Óleo (Cartas SAO) podem colaborar com a proteção dos organismos costeiros em caso de derramamento de óleo, sendo utilizadas como fonte de informação primária para o planejamento das ações de resposta (NOAA, 1997; BRASIL, 2004a). No ano de 2000, através da Lei Federal nº 9.966 (BRASIL, 2000), foi atribuída ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) a responsabilidade de identificar, localizar e definir os limites de áreas ecologicamente sensíveis a derramamentos de óleo. Posteriormente, em 2004, o MMA publicou um documento contendo as normas e especificações para elaboração das Cartas SAO (BRASIL, 2004a); e em 2008 a Resolução CONAMA nº 398 (BRASIL, 2008) definiu as Cartas SAO como parte do conteúdo mínimo dos Planos de Emergência Individuais (PEI). Desde então grandes esforços vêm sendo realizados, tanto pelo Ministério do meio Ambiente como pelas universidades, para a elaboração das Cartas de Sensibilidade para Derramamento de Óleo na costa brasileira.

O diagnóstico dos recursos biológicos sensíveis representa a informação mais importante das Cartas SAO e deve incluir animais e plantas sensíveis ao óleo, considerando a densidade de organismos, as fases ou atividades mais sensíveis do seu ciclo de vida e as espécies

legalmente protegidas e/ou ameaçadas (BRASIL, 2004a). Nas Cartas SAO, grande atenção deve ser dada às áreas de reprodução, alimentação, berçário, habitats de nidificação e áreas de migração, além das áreas com grande concentração de biodiversidade (Brasil, 2004a; NOAA, 1997). Devido à dificuldade em encontrar todas as informações solicitadas pelo MMA para os recursos biológicos presentes nos ambientes costeiros, muitas vezes o diagnóstico para as Cartas SAO no Brasil resume-se a uma incompleta listagem de nomes de espécies e sua representação nos mapas é, muitas vezes, igualmente deficiente.

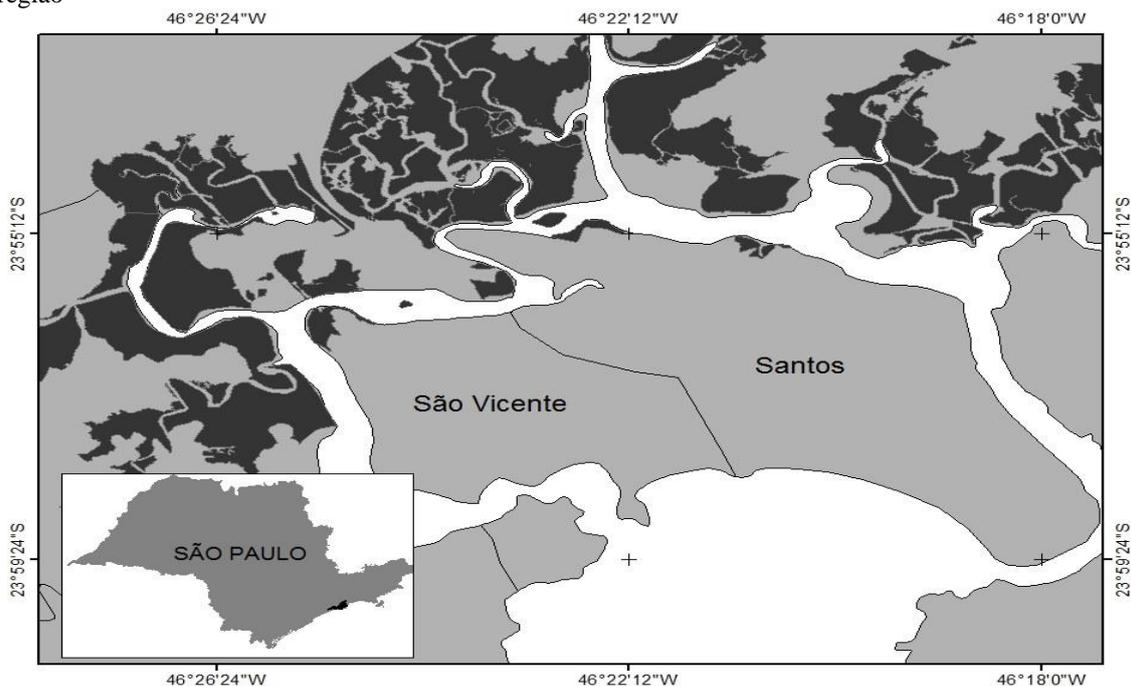
Considerando esse contexto, o presente trabalho teve como objetivo fazer o levantamento dos recursos biológicos no Sistema Estuarino de Santos (SP, Brasil), elaborar cartas SAO específicas, e comparar este estudo com as informações disponíveis, de modo a identificar algumas possíveis dificuldades para a realização dos diagnósticos dos recursos biológicos e da própria elaboração de Cartas SAO no Brasil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O Sistema Estuarino de Santos localiza-se na Região Metropolitana da Baixada Santista, porção central do litoral do Estado de São Paulo, compreendendo uma área em torno de 160 Km². Este complexo estuarino comunica-se com as Baías de Santos e São Vicente e com o mar aberto (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo no litoral paulista. A área escura corresponde aos manguezais presentes na região



Esta área é fortemente influenciada por ações antrópicas, abrigando o Polo Industrial de Cubatão, um dos maiores do país; o Porto de Santos, maior da América latina; marinas, e recebendo intensa ocupação humana. Destaca-se a presença da Refinária Presidente Bernardes - Cubatão (RPBC), e de terminais de óleo inseridos no contexto da região. Devido a esse conjunto de atividades e estruturas antrópicas, a região estuarina de Santos representa o mais importante exemplo brasileiro de degradação ambiental por poluição hídrica e atmosférica em ambientes costeiros, ocasionada principalmente pelas indústrias siderúrgicas, petroquímicas e de fertilizantes (AFONSO, 2001; CETESB, 2007). Os manguezais da Baixada Santista representam cerca de 40% dos manguezais da costa paulista, formando uma das maiores áreas de manguezal do Estado de São Paulo (HERZ 1987; 1991). Segundo a CETESB (2012), acidentes ambientais na região de Santos ocorrem desde 1951 e, apesar do constante progresso da tecnologia de segurança operacional no transporte e exploração do petróleo, o risco de acidentes existe e os danos ocasionados ainda ameaçam áreas costeiras e marinhas.

2.1.1 Levantamento bibliográfico

Foram levantados dois tipos de informações bibliográficas: (1) informações sobre os recursos biológicos presentes na região em estudo e (2) os trabalhos publicados que realizaram o mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo no litoral brasileiro. Foram consultadas as principais bases de disponibilização de artigos científicos, trabalhos acadêmicos, relatórios técnicos, além de consulta a especialistas e bibliotecas de instituições de ensino e pesquisa.

Os dados encontrados na bibliografia sobre os recursos biológicos foram registrados em planilha e divididos em duas esferas principais: (1) informações sobre os trabalhos pesquisados e (2) informações sobre os recursos biológicos. As informações obtidas sobre os trabalhos pesquisados foram: nome do autor; data de publicação; título da fonte; tipo de publicação (trabalhos acadêmicos, relatórios técnicos, artigos publicados ou consulta a especialistas); nome do periódico e os dados disponíveis. Em relação aos recursos biológicos, foram descritos: nome científico; nome comum; data de coleta; local de coleta (quando existente), proteção legal; importância ecológica e socioeconômica; natureza do ponto, ou seja, se o ponto é georreferenciado ou não; e grupo taxonômico para informações que não apresentam nível de espécie.

O levantamento dos trabalhos publicados sobre mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo no Brasil possibilitou a avaliação de como são elaborados os diagnósticos de recursos biológicos atualmente. Essa avaliação foi feita tomando como base o documento do Ministério do Meio Ambiente “Especificação e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade

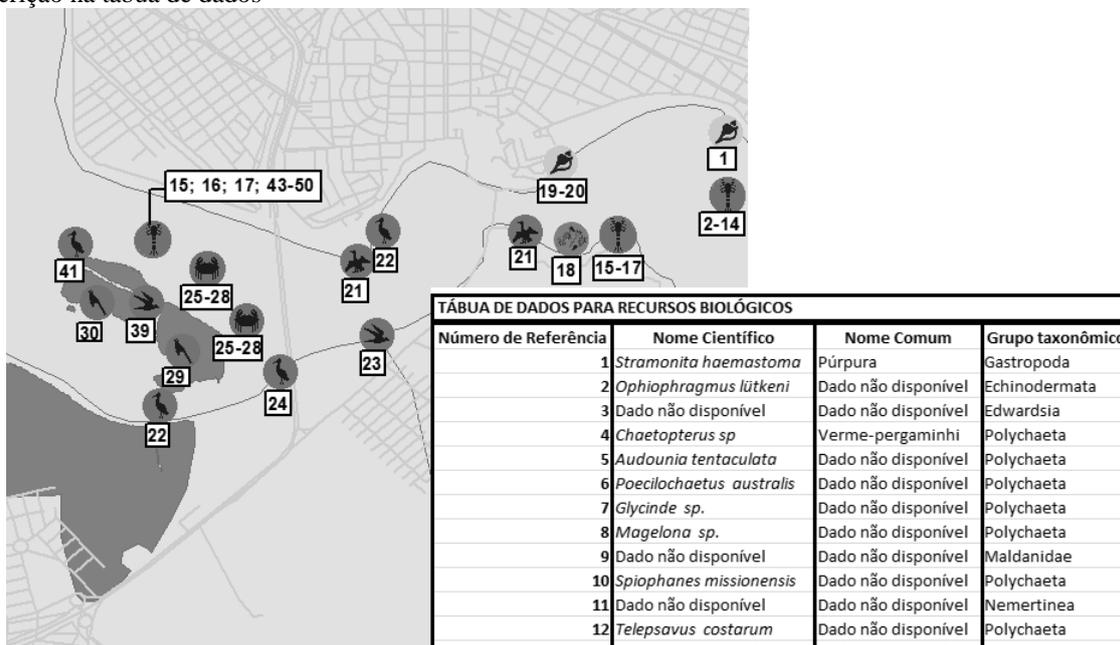
ambiental para derramamento de óleo” (BRASIL, 2004a) que determina como os mapeamentos de sensibilidade devem ser feitos no país.

2.1.2 Mapas de recursos biológicos

A elaboração e a edição dos mapas foram feitas utilizando o programa ArcGis 10, em escala operacional (1:10.000 ou 1:50.000), visto que o manguezal constitui uma área marinha de elevada sensibilidade (BRASIL, 2004a). Técnicas de geoprocessamento e espacialização de dados têm diversas aplicações em estudos ambientais (REGINATTO et al., 2021). Informações observadas em pontos de coleta ou avistagem em locais específicos foram representadas por pontos enquanto que informações sobre distribuição da espécie ou ocorrência total em uma área foram representadas por polígonos.

Os ícones dos recursos biológicos foram representados nos mapas com um número de referência relacionado a uma tábua de dados de acordo com as normas do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2004a) (Figura 2).

Figura 2. Demonstração do número de referência de cada ícone dos recursos biológicos e sua respectiva descrição na tábua de dados



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO PARA DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS BIOLÓGICOS

Foram encontradas apenas 18 publicações sobre os recursos biológicos presentes na área de estudo, sendo 08 trabalhos acadêmicos e 10 publicações em revistas e livros (Tabela 1). O

número reduzido de publicações, e o fato de algumas delas não cobrirem toda a área de estudo ou não indicarem com precisão a ocorrência das espécies dificultaram o diagnóstico completo e preciso dos recursos biológicos presentes na região. Dados sobre densidade, presença sazonal, período reprodutivo, período de nidificação, postura e incubação, os quais costumam ser solicitados pelo método do MMA (BRASIL, 2008), não foram contemplados no presente estudo, devido à escassez de informações disponíveis; estas informações não estiveram disponíveis na literatura consultada. Poletto; Batista (2008) também já haviam apontando que o mapeamento dos recursos biológicos através do levantamento de dados secundários apresentava lacunas, já que geralmente não contempla adequadamente riqueza e diversidade da região estudada.

Tabela 1. Trabalhos encontrados durante levantamento bibliográfico para cada grupo taxonômico

Autor	Grupo	Tipo de Publicação
TOMASI, L. R., 1967	Invertebrados Aquáticos	Artigo Científico
MELO, G.A.S., 1996	Siris e Caranguejos	Livro
MELO, G.A.S., 1999	Crustáceos	Livro
OLMOS, F.; SILVA, R., 2001	Aves Pernaltas	Artigo Científico
OLMOS, F.; SILVA, R., 2003	Aves Pernaltas	Livro
MOYA, G.C.; KASAMATSU, L.K., 2006	Invertebrados Aquáticos	Monografia
OLMOS, F.; SILVA, R., 2007	Aves Pernaltas	Artigo Científico
BORGES, R.B. et al., 2008	Invertebrados Aquáticos	Livro
SCHIMIEGELOW et al., 2008	Plantas Aquáticas	Livro
LIMA, B.; CAMADA, B., 2009	Aves Não Passeriformes	Artigo Científico
GONÇALVES et al., 2010	Aves Pernaltas	Artigo Científico
PEREIRA, J.B., 2010	Invertebrados Aquáticos	Tese de doutorado
ANDREU, C.T., 2012	Aves Pernaltas	Monografia
FONTES, M.K., 2012	Gastropoda	Monografia
GONZÁLES, J.G., 2012	Peixes	Monografia
SAAD, L.O., 2012	Bivalves	Monografia
SCALCO, A.C.S., 2012	Siris e Caranguejos	Tese pós graduação

Deste modo, fica clara a necessidade de realização e disponibilização de estudos detalhados sobre a biota costeira da área em estudo para que estas lacunas sejam preenchidas. Um modo de preencher essas lacunas é a criação ou incentivo a políticas públicas que promovam programas de monitoramento, tendo como objetivo o diagnóstico de recursos biológicos com o levantamento de informações detalhadas sobre as espécies marinhas e costeiras. Como exemplo de ações que atuam neste sentido estão o programa SISBIOTA, Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade, que visa fomentar e ampliar o conhecimento da biodiversidade brasileira e o programa Biota FAPESP (www.biota.org.br) que tem como objetivo conhecer, mapear e analisar a biodiversidade do Estado de São Paulo. No entanto, estes programas têm sido insuficientes para promover estudos abrangentes e sistemáticos sobre a biodiversidade nativa, em especial no litoral de São Paulo, pois os projetos vinculados a eles possuem limitações na duração e abrangência, ou são limitados a grupos taxonômicos específicos. Como resultado, as informações biológicas acabam sendo pontuais. Assim, apesar da grande importância destes programas, ainda existe uma carência de informações específicas dos ambientes costeiros, havendo necessidade de mais estudos, além de iniciativas voltadas a integrar as informações e o conhecimento existente.

Outra dificuldade encontrada durante o levantamento bibliográfico foi a falta de acesso aos relatórios técnicos ambientais produzidos por empresas durante processos de licenciamento ambiental, seja no licenciamento prévio, seja nas etapas de monitoramento. Embora na teoria estas informações devam estar disponibilizadas publicamente, isso nem sempre acontece, sobretudo no que se refere aos relatórios de monitoramento. Nesse sentido, é extremamente necessário que os órgãos ambientais estimulem as empresas responsáveis pela emissão de estudos e monitoramentos ambientais a disponibilizar esses dados, visando assim cumprir a legislação nacional. A utilização de produções acadêmicas que nem sempre são publicadas, é também um entrave à obtenção de dados sobre os recursos biológicos devido à dificuldade de acesso a essas obras.

3.2 REPRESENTAÇÃO DOS RECURSOS BIOLÓGICOS NAS CARTAS SAO

Apesar do constante esforço realizado para o desenvolvimento das Cartas SAO, o número de trabalhos publicados sobre os mapeamentos de sensibilidade do litoral no país ainda é pequeno. O estado de São Paulo, por exemplo, é a região onde se encontra maior número de publicações nas quais estão envolvidos os mapeamentos da região de Ubatuba (POLETTI; BATISTA, 2008; ROCHA et al., 2010), Ilhabela (LIMA et al., 2008), Cananéia (ROMERO et al., 2010) e Ilha do Cardoso (WIECZOREK et al., 2007), áreas de extrema importância

ecológica. Para as demais regiões o número de trabalhos publicados é mais escasso, sendo encontradas apenas publicações em congressos como no caso do Pará (BOULHOSA; MENDES, 2009; SILVA et al., 2013), Rio Grande do Norte (SILVEIRA et al., 2003; CASTRO et al., 2003; 2005), Maranhão (ALCÂNTARA; VAZ DOS SANTOS, 2005; NOVAES et al., 2007), Santa Catarina (SANTOS; GRIEP, 2007) e Bacia de Sergipe-Alagoas e Pernambuco-Paraíba (CABRAL et al., 2007). Também estão disponíveis os mapeamentos de bacias marítimas de Santos (BRASIL, 2007; GHERARDI et al., 2008; PERINOTTO et al., 2010); Bacia do Espírito Santo (BRASIL, 2010) e Bacia Ceará-Potiguar (BRASIL, 2004b). Todos estes trabalhos contribuem para o planejamento e ações de resposta ao derramamento de óleo, porém algumas melhorias podem ser implementadas para tornar esta ferramenta (Carta SAO) ainda mais eficiente em relação à representação dos recursos biológicos, conforme discutido mais adiante neste artigo.

Segundo as normas do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2004a), a distribuição espacial de cada espécie deve ser representada por um ícone específico associado a um ponto, linha ou polígono. Para melhor identificação das áreas prioritárias de proteção é importante que cada espécie receba um número de referência, a partir do qual cada indivíduo é listado em uma Tabela de Dados para Recursos Biológicos contendo informações sobre nome científico, nome comum, período de nidificação/desova, presença sazonal, etc., de acordo com método do MMA (2004a). No entanto, é comum que inexistam informações sobre a biologia das espécies presentes em determinado local, conforme indicado por Romero et al. (2018), ou ainda que as informações sobre sua distribuição e ocorrência sejam imprecisas. Além disso, a sensibilidade das diferentes espécies ao óleo é um fator não considerado (ROMERO et al., 2018), assim como fatores como endemismo, raridade e pré-existência de ameaças. Desse modo, os planos de contingência acabam dando o mesmo peso para impactos sobre espécies comuns e raras, ou espécies resistentes e sensíveis (ou ameaçadas), o que pode subdimensionar, de modo bastante considerável, a estimativa de danos biológicos causados por acidente com óleo.

Outro problema que pode ocorrer, é que como regra, nas Cartas SAO os ícones que representam os recursos biológicos não apresentam uma indicação exata de sua localização geográfica, sendo representados de forma agrupada e genérica (BRASIL, 2004b; 2007; 2010; GHERARDI et al., 2008; POLETTI E BATISTA, 2008; ROCHA et al., 2010). Em alguns mapeamentos estes recursos são apresentados como “ocorrentes em área estuarinas e costeiras” ou “ocorrentes em áreas oceânicas”, indicando dessa forma, apenas a possibilidade da presença ou ausência do organismo na área. Para espécies raras ou com distribuição agregada, esse tipo de situação pode levar a distorções, para mais ou para menos, quanto à indicação de impactos.

Nesse caso, é importante que, acompanhando as Cartas SAO, sejam organizados levantamentos e listagens da biota, indicando as espécies raras, endêmicas, ameaçadas, e aquelas com interesse comercial. Esses levantamentos devem descrever se o nível de informação é bom ou insuficiente, incluindo as limitações e lacunas. Também, se possível, deve-se considerar a presença de áreas legalmente protegidas, como unidades de conservação, áreas tombadas, áreas de proteção permanente, e outros instrumentos de proteção, já que estes locais se diferenciam dos demais por suas características biológicas, como produtividade, diversidade biológica e presença de espécies ameaçadas ou raras.

As figuras 3, 4 e 5 apresentam detalhes das Cartas SAO publicadas pelo MMA para a Bacia de Santos (BRASIL, 2007), cartas do litoral paulista (DIAS-BRITO, 2014) e os mapas gerados no presente trabalho. Através da comparação dessas cartas, fica evidente a necessidade de maior detalhamento do diagnóstico dos recursos biológicos para as Cartas SAO elaboradas atualmente, pois as comparações entre as Cartas SAO pré-existentes e os mapas gerados no presente estudo evidenciam uma deficiência na representação dos recursos biológicos nas cartas pré-existentes, que de uma forma geral, não indicam corretamente a localização ou a distribuição das espécies e/ou subestimam a presença dos organismos nas áreas mapeadas. Os mapas produzidos no presente estudo claramente indicam a distribuição das espécies, ressaltando a importância ecológica de cada uma das áreas estudadas e permitindo que os planos emergenciais identifiquem com mais acurácia estas áreas prioritárias para proteção em caso de acidente com óleo.

Por outro lado, quando os ícones biológicos são representados de forma inadequada, a localização exata dos organismos fica negligenciada. Assim como algumas espécies podem distribuir-se ao longo de toda região mapeada, outras possuem localização restrita, como ocorre no Sistema Estuarino de Santos. Por exemplo, os Guarás vermelhos (*Eudocimus ruber* Linnaeus, 1758) possuem uma população endêmica que geralmente se restringe à porção interna do estuário, com seu estado de conservação classificado como “Em Perigo”. Embora os animais ocasionalmente sejam vistos em outras áreas do estuário, há a necessidade de representar sua localização de forma mais precisa.

Figura 4. Detalhes de Carta SAO para região do canal do Porto de Santos: (A) Mapa de recursos biológicos gerados para este trabalho, (B) Atlas de Sensibilidade do Litoral Paulista a Derramamentos de Óleo (DIMAS-BRITO, 2014) e (C) Atlas de Sensibilidade ao Óleo da Bacia Marítima de Santos (BRASIL, 2007). Os ícones coloridos representam os recursos biológicos e os ícones em preto e branco representam os recursos socioeconômicos.

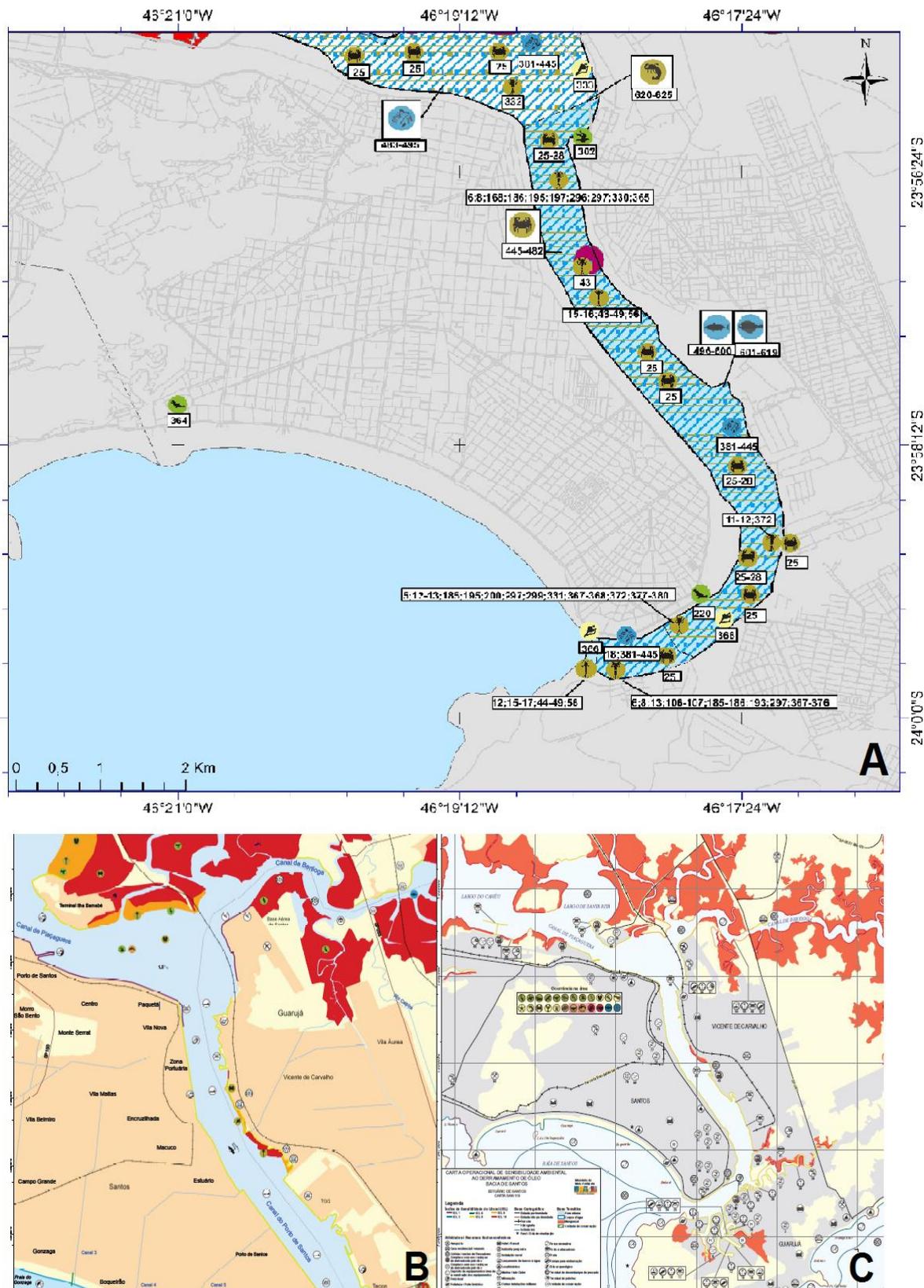
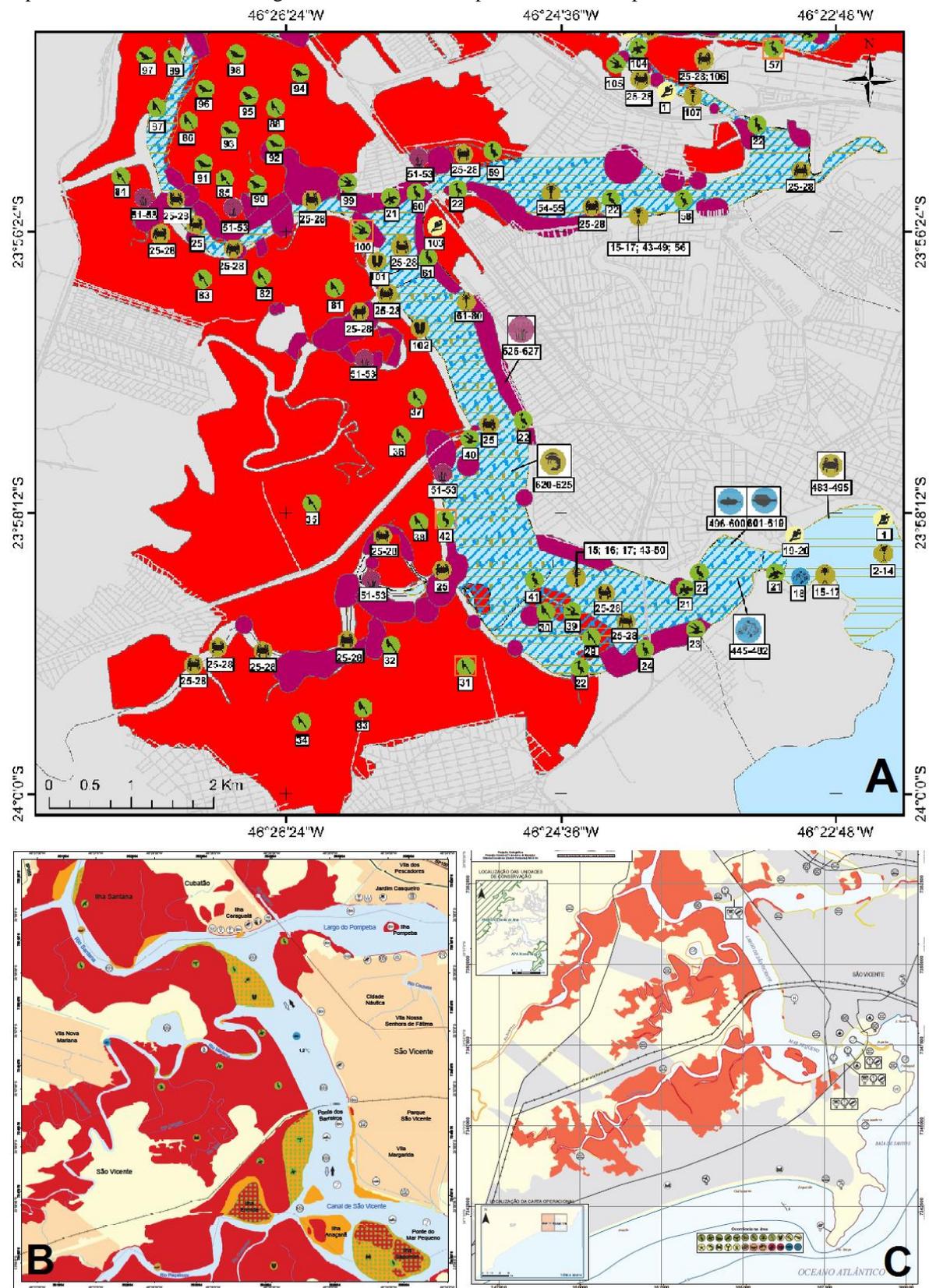


Figura 5. Detalhes de Carta SAO para região estuarina de São Vicente: (A) Mapa de recursos biológicos gerados para este trabalho, (B) Atlas de Sensibilidade do Litoral Paulista a Derramamentos de Óleo (DIMAS-BRITO, 2014) e (C) Atlas de Sensibilidade ao Óleo da Bacia Marítima de Santos (BRASIL, 2007). Os ícones coloridos representam os recursos biológicos e os ícones em preto e branco representam recursos socioeconômicos.



Também é importante ressaltar que em uma região estuarina, por exemplo, gradientes de salinidade podem delimitar a localização de organismos estenoalinos, ou seja, aqueles que não toleram grandes variações de salinidade (MCLUSKY, ELLIOTT, 2004). Ademais, ao representar os recursos biológicos de maneira agrupada e sem sua localização exata, os ícones biológicos ficam camuflados perante as demais informações utilizadas no mapeamento reduzindo, de forma incorreta, a importância que o recurso estabelece na região (MARINO, 2012).

4 CONCLUSÃO

Apesar da existência de uma norma que orienta a elaboração do diagnóstico dos recursos biológicos para as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo no Brasil, nem sempre suas exigências são cumpridas da forma adequada, devido, muitas vezes, à escassez de informações publicadas sobre as espécies e à dificuldade em levantar todas as publicações com informações relevantes. Como mencionado, existe enorme carência de estudos descrevendo as espécies e as comunidades biológicas, além de muitos dados serem praticamente inacessíveis, de modo que os levantamentos bibliográficos feitos para os planos de contingência acabam subestimando a riqueza e a importância ecológica das áreas costeiras. Como também quase não há informações sobre endemismo, raridade e principalmente vulnerabilidade das espécies presentes ao óleo, fica prejudicada a análise dos impactos de um eventual vazamento de óleo, já que os riscos às espécies ameaçadas ou sensíveis acabam não sendo devidamente estimados. Assim, os diagnósticos, por não conseguir identificar e contabilizar as espécies, podem atribuir menor importância às respectivas áreas, colocando em risco a preservação dos organismos costeiros em caso de derramamento de óleo.

Além disso, a adequada apresentação dos ícones representativos dos recursos biológicos nas cartas SAO, com a localização correta das espécies indicadas nas tábuas de dados, também ajuda a estimar, de modo mais preciso, os impactos potenciais do óleo sobre a biota, auxiliando no planejamento das ações de resposta. O presente estudo resalta a urgência na condução de levantamentos de espécies nas áreas costeiras, assim como a necessidade de haver uma maior disponibilização dos dados existentes, visando melhorar a qualidade dos levantamentos. Além disso, devem ser buscadas formas de aprimorar os métodos de apresentação das informações, visando uma melhor qualidade na determinação da sensibilidade dos recursos biológicos ao óleo, como o método proposto por Romero et al. (2018), que considera a vulnerabilidade das aves marinhas ao óleo.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP; Processo 2012/14508-3); e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Processos 308649/2011-7, 311609/2014-7 e 308533/2018-6).

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, E.H., VAZ DOS SANTOS, M.C. 2005. Mapeamento de Áreas de Sensibilidade ao Derrame de óleo na Região Portuária do Itaqui, São Luís, MA- Brasil. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, p. 3605-3617. (disponível em <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/10.21.15.48/doc/3605.pdf>). Acesso em 18/10/2021.
- ANDREU, C.T. 2012. *Um estranho no estuário de Santos: registro de Phoenicopterus chilensis, MOLINA 1782 (Phoenicopteriformes: Phoenicopteridae)*. 35p Monografia apresentada em Trabalho de Conclusão de Curso pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Vicente, SP, Brasil.
- ANP – Agência Nacional do Petróleo. 2013. *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível*. (disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2013/versao-impressao.pdf>). Acesso em 18/10/2021.
- AFONSO, C.M. 2001. *A paisagem na Baixada Santista: urbanização, transformação e conservação*. EDUSP, São Paulo. 312p.
- BACCI, E. 1993. *Ecotoxicology of organic contaminants*. CRC Press, Florida, 176p.
- BOULHOSA, M.B.M.; MENDES, A.C. 2009. Mapeamento do índice de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo através de imagens SPOT5, na região portuária de Vila do Conde – Barcarena – PA. *Anais... XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Natal, Brasil, pp. 3597-3603. (disponível em <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.20.07.49/doc/3597-3603.pdf>). Acesso em 18/10/2021.
- BORGES, R.B.; FIORI, E.F.; SANTOS, J.A.P.; ZARONI, L.P.; GIORDANO, F., KODAMA, L.K.; MOYA, G.C.; ROSSO, S.; RIBEIRO, R.B. 2008. Zoobenthos of the Santos Estuarine System. In: *Perspective on Integrated Coastal Zone Management in South America*. IST PRESS, Portugal, pp. 175- 182.
- BRASIL. 2000. *Lei Federal Nº 9.996, de 28 de Abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências*. (disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9966.htm). Acesso em 18/10/2021.
- BRASIL. 2004a. *Especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo*. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília, DF. (Disponível em: http://www.iepa.ap.gov.br/saofza/pdf/anexoIII_especificacoes_normas_tecnicas_elaboracao_cartas_sao.pdf). Acesso em 18/10/2021.
- BRASIL. 2004b. *Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima Ceará-Potiguar*. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Brasília, DF. (disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/seguranca_quimica/Ceara_Potiguar/Atlas_Cartas_SAO_Ceara_Potiguar.pdf). Acesso em 18/10/2021.

BRASIL. 2007. *Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo da Bacia Marítima de Santos*. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Brasília, DF. 2007. (disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/seguranca_quimica/Santos/Atlas_Cartas_SAO_Santos.pdf). Acesso em 18/10/2021.

BRASIL. 2008. *Resolução Conama nº 398 de 11 de junho de 2008. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração*. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. (disponível em: <http://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CONAMA-n%C2%BA-398-08-Plano-Emerg%C3%Aancia-Individual-para-polui%C3%A7%C3%A3o-por-%C3%B3leo.pdf>). Acesso em 18/10/2021.

BRASIL. 2010. *Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima do Espírito Santo*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. (disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/seguranca_quimica/Espirito_Santo/Atlas_Cartas_SAO_Espirito_Santo.pdf). Acesso em 18/10/2021.

BROWN, A.C.; MCLACHLAN, A. 2002. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. *Environmental Conservation*, v. 29, p. 62–77. <https://doi.org/10.1017/S037689290200005X>

CABRAL, A.P., GHERARDI, D.F.M., BAPTISTA, E., MUEHE, D., NICOLODI, J.L.; CARVALHO, L.R. 2007. Cartas de sensibilidade ambiental à poluição por óleo: bacias de Sergipe-Alagoas e Pernambuco-Paraíba. *Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis, Brasil, pp. 3785-3788. (disponível em <http://mart.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.23.51.45/doc/3785-3788.pdf>). Acesso em 18/10/2021.

CASTRO, A.F., SOUTO, M.V.S., AMARO, V.E., VITAL, H. 2003. Desenvolvimento e aplicação de um banco de dados geográficos na elaboração de mapas da morfodinâmica costeira e sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo em áreas costeiras localizadas no Estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Geociência*, v. 33, p. 53-64. (disponível em: <http://pgegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/download/9842/9160>). Acesso em 18/10/2021.

CASTRO, A.F., CLENÚBIO, F.S., AMARO, V.E., VITAL, H. 2005. Automação de cartas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo utilizando técnicas de geoprocessamento em área costeiras da porção setentrional do Estado do Rio Grande do Norte. *Anais... XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, pp. 2109-2111. (disponível em: <http://mart.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.14.41/doc/2109.pdf>). Acesso em 18/10/2021.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2007. *Ambientes costeiros contaminados por óleo. Manual de orientação da Companhia de Tecnologia de Saneamento ambiental*. São Paulo, Brasil. 119p. (disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2017/02/ambientes-costeiros.pdf>). Acesso em 18/10/2021.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2012. *Histórico das principais ocorrências no litoral paulista (1950 a 2010)*, 3p, São Paulo, Brasil. (disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2013/12/Principais-ocorrencias-litoral-paulista.pdf>). Acesso em 18/10/2021.

CIRM - Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. 1997. *Resolução nº 005 de 03 de dezembro de 1997: Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II)*. Publicado no Diário Oficial da República Federativa do Brasil (DOU) de 14/01/1998, seção 1, p. 46-49, Brasília, DF, Brasil. (disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br/secirm/files/resolucao-5-1997.pdf>). Acesso em 18/10/2021.

DIAS-BRITO, D., MILANELLI, J.C.C., RIEDEL, P.S., WIECZOREK, A. 2014. *Sensibilidade do Litoral Paulista a Derramamentos de Petróleo: um Atlas em Escala de Detalhe*. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP, Brasil. 238p.

FONTES, M.K. 2021. *Monitoramento de imposex no gastrópode Stramonita hemastoma (Linnaeus, 1767) em duas regiões portuárias do estado de São Paulo, Brasil*. 38p. Monografia apresentada em Trabalho de Conclusão de Curso pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Vicente, SP, Brasil.

GHERARDI, D.F.M., CABRAL, A.P., KLEIN, A.H.F., MUEHE, D.C.E.H., NOERNBERG, M.A., TESSLER, M.G., SARTOR, S.M. 2008. Mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo da Bacia Marítima de Santos. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v.12 n.2, p. 11-31. (disponível em: <http://siaiweb06.univali.br/seer/index.php/bjast/article/viewFile/659/533>). Acesso em 18/10/2021.

GONÇALVES, E.C., FERRARI, S.F., BURLAMAQUI, T.C.T., MIRANDA, L., SANTOS, M.S., SILVA, A., SCHNEIDER, M.P.C. 2010. Genetic diversity and differentiation of three Brazilian populations of Scarlet ibis (*Eudocimus ruber*). *Journal of Ornithology*, v. 151, p. 797–803. <https://doi.org/10.1007/s10336-010-0515-y>.

GONZÁLES, J.G. 2012. *Variação espaço temporal da diversidade e abundância de peixes no canal estuarino de São Vicente*. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Vicente, SP, Brasil. 17p.

HERZ, R. 1987. Estrutura física dos manguezais da costa do Estado de São Paulo. Em: *Simpósio Sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste*. São Paulo. Academia de Ciência do Estado de São Paulo, p. 117-126.

HERZ, R. 1991. *Manguezais do Brasil*. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 233p.

IPIECA. 1991. *Guidelines on biological impacts of oil pollution*. IPIECA Reports Series. vol. 1. (disponível em: <http://www.ipieca.org/publication/guidelines-biological-impacts-oil-pollution>). Acesso em 12/01/2020.

ITOPF - The International Tanker Owners Pollution Federation. 2002. *Effects of marine oil spills*. (disponível em: <http://www.itopf.com/fileadmin/data/Documents/Papers/environ.pdf> .

KENNISH, M.J. 1992. *Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects*. CRC Press, Boca Raton, FL. 512p.

LEAL, A.B.; MOURA, T.R.S. 2021. Data analytics applied to the analysis of petroleum production in Brazil. *Brazilian Applied Science Review*, v. 5, n. 2, p. 818-835. <https://doi.org/10.34115/basrv5n2-015>

LIMA, V.L., DIAS-BRITO, 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, p. 145-154. (disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44877>)

LIMA, B., CAMADA, B. 2009. Registro do corvo-bicolor *Corvus albus* (Passeriforme: Corvidae) em território brasileiro. *Atualidades Ornitológicas* nº 150. (disponível em <https://cupdf.com/document/registros-de-corvo-bicolor-corvus-albus-em-territorio-brasileiro.html>). Acesso em 18/10/2021.

LOURENÇO, R.A., COMBI, T., ALEXANDRE, M.R., SASAKI, S.T., ZANARDI-LAMARDO, E., YOGUI, G.T. 2020. Mysterious oil spill along Brazil's northeast and southeast seaboard (2019–2020): Trying to find answers and filling data gaps. *Marine Pollution Bulletin*, v. 156, July 2020, 111219. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111219>

MARINHO, C. 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*. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande, RS, Brasil. 82p.

MCLUSKY, D.S., ELLIOTT, M. 2004. *The estuarine ecosystem: ecology, threats and management*. 3rd edition. Oxford University Press, Oxford, UK. 220p.

MELO, G.A.S. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do litoral brasileiro*. Editora Plêiade/FAPESP, São Paulo, SP, Brasil. 604p.

MELO, G.A.S. 1999. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro*, 551p. Editora Plêiade/FAPESP, São Paulo, SP, Brasil. 551p.

MILANELLI, J.C.C. 2013. *Biomonitoramento de costões rochosos instrumento para avaliação de impactos gerados por vazamentos de óleo na região do Canal de São Sebastião – São Paulo*. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil. 297p. (disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21131/tde-03042007-215200/pt-br.php>). Acesso em 18/10/2021.

MOYA, G.C., KASAMATSU, L.K. 2006. *Análise sazonal dos organismos do "Fouling" no estuário de Santos-São Vicente–SP*. Monografia de Conclusão de Curso pela Universidade Santa Cecília, Santos, SP, Brasil. 51p.

MURAKAMI, Y., KITAMURA, S., NAKAYAMA, K., MATSUOKA, S., SAKAGUSHI, H. 2008. Effects of heavy oil in the developing spotted halibut, *Verasper variegates*. *Marine Pollution Bulletin*, v. 57, p. 524–528. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.02.043>

MURAKAMI, Y., KITAMURA, S., NAKAYAMA, K., SONG, J., MIZUNO, K., KAWAGUSHI, M., IRIE, K. 2011. Effect of heavy oil on the development of the nervous system of floating and sinking teleost eggs. *Marine pollution Bulletin*. v. 63, p. 297-302. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.04.018>

NOAA - National Oceanic Atmospheric Administration. 1997. *Environmental Sensitivity Index Guidelines, Version 2.0*. NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 115. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. 79 pp. + appendices. (disponível em: <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/22782>). Acesso em 18/10/2021.

NOAA - National Oceanic Atmospheric Administration. 2002. *Oil Spill in Mangroves: Planning and Response Considerations*. NOAA. (http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/Oil_Spill_Mangrove.pdf) Acesso em 18/10/2021.

NOVAES, R.C., TAROUÇO, J.E.F., RANGEL, M.E.S., DIAS, L.J.B.S. 2007. Análise da sensibilidade ambiental da parte ocidental da Ilha do Maranhão. Anais... *XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil. p. 4089-4096. (Disponível em: <http://martem.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.22.54/doc/4089-4096.pdf>) . Acesso em 18/10/2021.

OLMOS, F., SILVA E SILVA, R. 2001. Breeding season diet of scarlet ibises and little blue herons in a Brazilian mangrove swamps. *The International Journal of Waterbird Biology*, v. 24, p. 50-57. <https://doi.org/10.2307/1522243>

OLMOS, F., SILVA E SILVA, R. 2003. *Guará: Ambiente, Flora e Fauna dos Manguezais de Santos-Cubatão*. Editora Empresa das Artes, São Paulo, SP. 216p.

OLMOS, F., SILVA E SILVA, R. 2007. Adendas e registros significativos para a avifauna dos manguezais de Santos e Cubatão, SP. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 15, p. 551-560. (Disponível em http://www.revbrasilornitol.com.br/BJO/article/download/3106/pdf_491). Acesso em 18/10/2021.

PEREIRA, J.B. 2010. *Composição, distribuição, biomassa e produção secundária do zooplâncton do Sistema estuarino de Santos, São Paulo, Brasil*. Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 303p.

PERINOTTO, R.R.C., RIEDEL, P.S., MILANELLI, J.C.C. 2010. Sensibilidade ambiental ao derrame de óleo da linha de costa da Baía de Santos, SP – Brasil. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 63/04, p. 501-514. (disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/49222>). Acesso em 18/10/2021.

POLETTO, C.R.B., BATISTA, G.T. 2008. Sensibilidade ambiental das ilhas costeiras de Ubatuba, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied*

Science, v. 3, p. 106-121. (Disponível em <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/download/130/282>). Acesso em 18/10/2021.

RAMADE, F. HODGSON, L.J.M. 1987. *Ecotoxicology*. Great Britain: Wiley-Blackwell. 262p.

REGINATTO, G.M.P.; SBROGLIA, R.M.; CARREÑO, C.A.; SCHVARTZ, B.R., BETIATTO, P., HIGASHI, R.A.R. 2021. Influence of DEM spatial resolution on the susceptibility mapping with SHALSTAB in the Rio Garcia hydrographic basin, municipality of Blumenau/SC. *Brazilian Applied Science Review*, v.5, n.3, p. 1475-1460. <https://doi.org/10.34115/basrv5n3-014>

ROCHA, T.C.F., DIAS-BRITO, D. MILANELLI, J.C.C. 2010. Mapeamento da sensibilidade ambiental do litoral de Ubatuba – SP a vazamentos de petróleo. *Revista Brasileira de Cartografia*. N° 63/01. (disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43728>). Acesso em 18/10/2021.

ROMERO, A.F., RIEDEL, P.S., MILANELLI, J.C.C. 2010. Carta de sensibilidade ambiental ao óleo do Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape, litoral sul de São Paulo. *Revista Brasileira de Cartografia* v. 62, n. 1, p. 229-238. (Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43703/22967>). Acesso em 18/10/2021.

ROMERO, A.F.; OLIVEIRA, M.; ABESSA, D.M.S. 2018. A simple Bird Sensitivity to Oil Index as a management tool in coastal and marine areas subject to oil spills when few biological information is available. *Marine Pollution Bulletin*, v. 128, p. 460-465. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.008>

SAAD, L.O. 2012. *Malacofauna em manguezais do estado de São Paulo*. 51p. Monografia de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Vicente, SP, Brasil. 51p.

SANTOS, D.P.D., GRIEP, G. 2007. *Mapa de sensibilidade ambiental para derrames de óleo na porção sul de Santa Catarina: uma aplicação para o manejo e conservação de aves e peixes*. 4° IVPDPETRO, Campinas, Brasil. (disponível em: http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/4/resumos/4PDPETRO_6_2_0177-1.pdf). Acesso em 18/10/2021.

SCALCO, C.S. 2012. *Dinâmica populacional e avaliação de estoques de Callinectes danae Smith, 1869 (DECAPODA: PORTUNIDAE) no estuário de Santos-São Vicente, SP, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, Santos, SP. 70p.,

SCHIMIEGELOW, J.M.M., GIANESSELLA, S.M.F., SIMONETTI, C., SALDANHA-CORRÊA, F.M.P., FEOLI, E., SANTOS J.A.P., SANTOS, M.P., RIBEIRO R.P., SAMPAIO, A.F.P. 2008. Primary producers in Santos Estuarine System. In: *Perspective on Integrated Coastal Zone Management in South America*, IST PRESS, Portugal, pp. 161- 174,

SILVA, A.M., MENDES, A.C., ROCHA, N.C.V. 2013. Mapeamento preliminar dos índices de sensibilidade ambiental da faixa litorânea da Ilha de Caratateua, Belém – PA. Anais... X Congresso Nacional de Meio Ambiente. Poços de Caldas, MG.

SILVEIRA, I.M., VITAL, H., AMARO, V.E., GRIGIO, A.M. 2003. Carta de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo para a área entre Guamaré e Macau – RN. *Anais... 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás*. (Disponível em <http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/2/6081.pdf>). Acesso em 18/10/2021.

TOMASI, L.R. 1967. Observações preliminares sobre a fauna bêntica de sedimentos moles da baía de Santos e regiões vizinhas. *Boletim do instituto oceanográfico*, v. 16, p. 43-65. (Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bioce/v16n1/v16n1a05.pdf>). Acesso em 18/10/2021.

WIECZOREK, A., DIAS-BRITO, D., MILANELLI, J.C.C. 2007. Mapping oil spill environmental sensitivity in Cardoso Island State Park and surroundings areas, São Paulo, Brazil. *Ocean and Coastal Management*, v. 50, p. 872-886. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.04.007>