

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Curso de Graduação em Geologia

**CONTRIBUIÇÃO A MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DE
DADOS EM CARTAS SAO: RECURSOS SOCIOECONÔMICOS E BIOLÓGICOS
NO ESTUÁRIO DE SANTOS.**

Vitória Regina Silva Machado

Prof^a. Dr^a. Paulina Setti Riedel

Rio Claro (SP)

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

VITÓRIA REGINA SILVA MACHADO

CONTRIBUIÇÃO A MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO
CARTOGRÁFICA DE DADOS EM CARTAS SAO: RECURSOS
SOCIOECONÔMICOS E BIOLÓGICOS NO ESTUÁRIO DE
SANTOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas
- Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
para obtenção do grau de Geóloga.

Rio Claro – SP

2022

M149c	Machado, Vitória Regina Silva Contribuição a métodos de representação cartográfica de dados em Cartas SAO: recursos socioeconômicos e biológicos no Estuário de Santos / Vitória Regina Silva Machado. -- Rio Claro, 2022 87 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geologia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro Orientadora: Paulina Setti Riedel 1. Recursos socioeconômicos e biológicos. 2. Cartas SAO. 3. Estuário de Santos. 4. Mapa de distribuição espacial. 5. Sensibilidade. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

VITÓRIA REGINA SILVA MACHADO

CONTRIBUIÇÃO A MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO
CARTOGRÁFICA DE DADOS EM CARTAS SAO: RECURSOS
SOCIOECONÔMICOS E BIOLÓGICOS NO ESTUÁRIO DE
SANTOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus
de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Geóloga.

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Paulina Setti Riedel (Orientadora)

Dr^a. Mara Lúcia Marques

Msc. Daiana Marque Costa

Rio Claro, 20 de dezembro de 2022.


Assinatura da aluna


assinatura da orientadora

Dedico este trabalho aos meus pais, é graças a eles que a conclusão deste curso foi possível, pois sem esse apoio eu não conseguiria.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, Verônica e João, que me apoiaram durante todos esses anos, com muito carinho, amor, dedicação e esforço, a fim de me proporcionar sempre o melhor, serei eternamente grata.

A minha orientadora, Paulina Setti Riedel, por seus ensinamentos, apoio, tempo e disposição para sempre me auxiliar durante todo o processo e contribuir com meu desenvolvimento acadêmico.

Aos meus companheiros de turma, por proporcionar uma graduação mais divertida e solidária nos momentos mais difíceis, agradeço pela convivência durante esses anos e o bom relacionamento com todos.

A equipe do projeto “Caracterização Regional da Bacia de Santos”, que sempre se disponibilizou em me ajudar a solucionar os problemas, em especial a Sarah Felix Santos, por tantas horas de dedicação, paciência e companheirismo.

Ao apoio financeiro do Programa de Geociências Aplicadas ao Setor de Petróleo & Gás da UNESP - Rio Claro, PRH-40, o qual faz parte de um conjunto de programas de formação de recursos humanos concebida pela ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Estes recursos são provenientes das empresas petrolíferas decorrente da Cláusula de P, D&I presente na Resolução ANP nº 50/2015.

*“A felicidade pode ser encontrada mesmo nas horas mais difíceis, se
você se lembrar de acender a luz”*

(Alvo Dumbledore)

RESUMO

As Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo (Cartas SAO) são de extrema importância no auxílio à tomada de decisão, subsidiando a escolha das melhores ações de resposta em caso de um acidente. Essas cartas apresentam a sensibilidade dos ambientes através do índice de sensibilidade do litoral, além de levantamento dos recursos socioeconômicos e biológicos da região. Pensando no impacto gerado por derrames de óleo aos recursos socioeconômicos e biológicos, este trabalho buscou melhorar a sua representação nas Cartas SAO, de forma a facilitar a consulta. Com a proposta apresentada, o conteúdo das Cartas SAO é simplificado, auxiliando e agilizando o processo de tomada de decisão e ações de respostas. A representação proposta baseia-se no método de categorização e quantificação por densidade dos recursos presentes na área de estudo, o Estuário de Santos, local do maior porto do Brasil que possui grande importância econômica e já foi cenário de diversos acidentes envolvendo derramamentos de óleo. Como resultado, os recursos foram representados por mapas de distribuição espacial, um para os recursos socioeconômicos, o qual considera a sensibilidade de cada classe, e outro para os biológicos associados aos ícones das espécies ameaçadas. Novas Cartas SAO foram geradas com a proposta, as quais se mostraram eficientes em evidenciar as áreas com maior sensibilidade e densidade de recursos socioeconômicos, quando comparadas à forma habitual de representação. Por outro lado, a representação por densidade, proposta para os recursos biológicos, mostrou desvantagens com relação à representação convencional. Dessa forma, há um grande potencial na utilização da representação proposta, para os recursos socioeconômicos, utilizados em conjunto com as Cartas SAO convencionais. A representação proposta facilitou a visualização dos recursos, o que auxilia no processo de tomada de decisão.

Palavras chaves: Recursos socioeconômicos e biológicos; Cartas SAO; Estuário de Santos; Mapa de distribuição espacial; Sensibilidade.

ABSTRACT

The Environmental Sensitivity Map for Oil Spills (ESI maps) are extremely important in aiding decision-making, supporting the choice of the best response actions in the event of an accident. These charts present the sensitivity of the environments through the coastal sensitivity index, in addition to the survey of socioeconomic and biological resources in the region. Thinking about the impact generated by oil spills on socioeconomic and biological resources, this work sought to improve its representation in ESI maps, in order to facilitate consultation. With the proposal presented, the content of the ESI maps is simplified, helping and streamlining the decision-making process and response actions. The proposed representation is based on the method of categorization and quantification by density of the resources present in the study area, the Santos Estuary, site of the largest port in Brazil, which has great economic importance and has been the scene of several accidents involving oil spills. As a result, the resources were represented by spatial distribution maps, one for socioeconomic resources, which considers the sensitivity of each class, and another for biological resources associated with endangered species icons. New ESI maps were generated with the proposal, which were efficient in highlighting the areas with greater sensitivity and density of socioeconomic resources, when they detected the usual form of representation. On the other hand, the representation by density, proposed for the biological resources, showed appearance in relation to the conventional representation. Thus, there is great potential in using the proposed representation for socioeconomic resources, used in conjunction with conventional ESI maps. The proposed representation facilitated the visualization of resources, which helps in the decision-making process.

Keywords: Socioeconomic and biological resources; ESI maps; Santos Estuary; Spatial distribution map; Sensitivity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EXEMPLO DE CARTA SAO REALIZADA NA ESCALA OPERACIONAL NA REGIÃO DE UBATUBA, LITORAL DE SÃO PAULO.	20
FIGURA 2 - EXEMPLOS DE ALGUNS SÍMBOLOS DOS PARÂMETROS DE CIRCULAÇÃO OCEÂNICA E COSTEIRA.	21
FIGURA 3 - ÍCONES REPRESENTATIVOS DO GRUPO DE MAMÍFEROS.	24
FIGURA 4 - ÍCONES REPRESENTATIVOS DO GRUPO DE PEIXES	24
FIGURA 5 - ÍCONES REPRESENTATIVOS DO GRUPO DE RÉPTEIS E ANFÍBIOS	24
FIGURA 6 - ÍCONES REPRESENTATIVOS DO GRUPO DE INVERTEBRADOS MARINHOS.	25
FIGURA 7 - ÍCONES REPRESENTATIVOS DO GRUPO DE AVES	25
FIGURA 8 - ÍCONES REPRESENTATIVOS DAS ÁREAS ESPECIAIS DOS RECURSOS BIOLÓGICOS.	26
FIGURA 9 - ÍCONES REPRESENTATIVOS DAS ATIVIDADES DE RECREAÇÃO.	27
FIGURA 10 - ÍCONES REPRESENTATIVOS DAS ÁREAS SOB GESTÃO ESPECIAL	27
FIGURA 11 - ÍCONES REPRESENTATIVOS DAS ATIVIDADES DE USO E/OU EXTRAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS.	28
FIGURA 12 - ÍCONES REPRESENTATIVOS DO GRUPO CULTURAL.	28
FIGURA 13 - EXEMPLOS DE ÍCONES DE APOIO ÀS AÇÕES DE RESPOSTAS, OS QUAIS SÃO SUBDIVIDIDOS EM TRANSPORTE E RESPOSTA.	30
FIGURA 14 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	32
FIGURA 15 - PROPORÇÃO DAS CLASSES DO ÍNDICE DE SENSIBILIDADE DO LITORAL NA ÁREA DE ESTUDO.	33
FIGURA 16 - PANORAMA SOBRE AS OCORRÊNCIAS DOS RECURSOS BIOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO.	34
FIGURA 17 – DIVISÃO DAS OCORRÊNCIAS DOS GRUPOS REPRESENTANTES DOS RECURSOS BIOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO.	35
FIGURA 18 - MAMÍFEROS AMEAÇADOS.	36
FIGURA 19 - PEIXES E INVERTEBRADOS MARINHOS AMEAÇADOS.	36
FIGURA 20 - RÉPTEIS E ANFÍBIOS AMEAÇADOS	36
FIGURA 21 - AVES AMEAÇADAS	37
FIGURA 22 - FLUXOGRAMA COM AS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.	40
FIGURA 23 - LOCALIZAÇÃO DAS ARTICULAÇÕES UTILIZADA PARA A ANÁLISE DOS RECURSOS SOCIOECONÔMICOS	56
FIGURA 24 - CARTAS SAO COM SENSIBILIDADE MUITO ALTA DOS RECURSOS SOCIOECONÔMICOS	58
FIGURA 25 - CARTAS SAO COM SENSIBILIDADE MÉDIA DOS RECURSOS SOCIOECONÔMICOS	59
FIGURA 26 - CARTAS SAO COM SENSIBILIDADE BAIXA DOS RECURSOS SOCIOECONÔMICOS	60
FIGURA 27 - LOCALIZAÇÃO DAS ARTICULAÇÕES UTILIZADA PARA A ANÁLISE DOS RECURSOS BIOLÓGICOS.	62
FIGURA 28 - CARTA SAO COM DENSIDADE EXTREMAMENTE ALTA DOS RECURSOS BIOLÓGICOS	63
FIGURA 29 - CARTA SAO COM DENSIDADE PREDOMINANTEMENTE MÉDIA DOS RECURSOS BIOLÓGICOS.	64
FIGURA 30 - CARTA SAO COM DENSIDADE EXTREMAMENTE BAIXA DOS RECURSOS BIOLÓGICOS	65

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ESQUEMA DE CORES COM CÓDIGO RGB PARA CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE SENSIBILIDADE DO LITORAL (ISL).....	22
QUADRO 2 - FEIÇÕES DOS ARQUIVOS VETORIAIS UTILIZADOS.....	41
QUADRO 3 - ORDENAÇÃO DOS RECURSOS SOCIOECONÔMICOS	42
QUADRO 4 - CONDIÇÕES PARA A ATRIBUIÇÃO DA VALORAÇÃO	44
QUADRO 5 - RECLASSIFICAÇÃO DOS INTERVALOS DO MAPA DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS RECURSOS SOCIOECONÔMICOS	51
QUADRO 6 - ORDENAÇÃO DOS RECURSOS BIOLÓGICOS.....	51
QUADRO 7 - RECLASSIFICAÇÃO DOS INTERVALOS DO MAPA DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS RECURSOS BIOLÓGICOS.....	53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PORCENTAGEM DOS RECURSOS SOCIOECONÔMICOS DA ÁREA DE ESTUDO.....	33
TABELA 2 - MATRIZ DE VALORAÇÃO DOS RECURSOS SOCIOECONÔMICOS	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Cartas SAO	Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CODEL	Comitê de Defesa do Litoral Paulista
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
IMO	<i>International Maritime Organization</i> (Organização Marítima Internacional)
ISL	Índice de Sensibilidade do Litoral
ITOPF	<i>International Tanker Owners Pollution Federation Ltd</i>
MARPOL	Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> (Serviço Nacional de Administração dos Oceanos e da Atmosfera dos Estados Unidos)
OPRC	<i>International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation</i> (Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo)
PEI	Plano de Emergência Individual
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UCS	Universidade da Carolina do Sul
UNESP	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1 Levantamento histórico das Cartas de Sensibilidade ao Óleo	17
3.1.1 Contexto Internacional	17
3.1.2 Contexto Nacional	18
3.2 Metodologia das Cartas de Sensibilidade ao Óleo.....	19
3.2.1 Aspectos Físicos.....	21
3.2.2 Recursos Biológicos.....	23
3.2.3 Recursos Socioeconômicos	26
3.2.4 Ações de respostas	29
3.2.5 Apoio às ações de respostas	30
3.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	31
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	32
4.1 Histórico de acidentes na área de estudo	37
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
5.1 Materiais	39
5.2 Métodos	39
5.2.1 Revisão bibliográfica	40
5.2.2 Definição da área de estudo	41
5.2.3 Caracterização da área de estudo	41
5.2.4 Criação do banco de dados	41
5.2.5 Testes de categorização dos recursos.....	41
5.2.5.1 Recursos socioeconômicos	41
5.2.5.1 Recursos biológicos	51
5.2.6 Carta SAO com a categorização dos recursos socioeconômicos e biológicos	53
5.2.7 Comparação entre as Cartas SAO.....	53
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
6.1 Mapa de distribuição espacial dos recursos socioeconômicos	55

6.2 Mapa de distribuição espacial dos recursos biológicos	61
7 CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS	69
ANEXO A – CARTAS SAO ORIGINAIS	72
ANEXO B – CARTAS SAO COM PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DE SENSIBILIDADE DOS RECURSOS SOCIOECONÔMICOS	79
ANEXO C – CARTAS SAO COM PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DE SENSIBILIDADE DOS RECURSOS BIOLÓGICOS	83

1 INTRODUÇÃO

O constante crescimento e desenvolvimento tecnológico da população demanda por recursos energéticos, tanto para a confecção de diferentes produtos quanto na geração de energia. É dentro deste cenário que o petróleo e seus derivados tem seu destaque, pois é utilizado como matéria prima na indústria de produção de plásticos, química, metalúrgicas, siderúrgicas e em maior expressão na indústria energética, como produto principal para fabricação de combustíveis a serem utilizados nos meios de transportes.

Impulsionadas pela alta demanda por petróleo, as pesquisas e exploração se estendem para o meio marítimo com produção em águas profundas (lâminas d'água maiores que 600m) e ultraprofundas (lâminas d'água maiores que 2000m). Além da grande demanda, o aumento do preço do barril de petróleo no decorrer dos anos também motiva o avanço da exploração nessas regiões (MILANI et al., 2000).

Dessa forma, devido ao alto consumo exigido de petróleo pelo desenvolvimento da humanidade, há riscos de acidente envolvendo derrames de óleo desde a sua extração, transporte, armazenamento e distribuição e, no caso de um desastre, os prejuízos econômicos e os impactos ambientais atrelados a ele são grandes. Muitas vezes a limpeza das áreas afetadas pode ser difícil ou até mesmo inviável, sendo necessário monitoramento e espera da atenuação natural.

Devido aos riscos existentes durante todo o processo envolvendo petróleo, é exigido que plataformas, portos e instalações portuárias possuam um Plano de Emergência Individual (PEI), os quais apresentam procedimentos para as ações de respostas em caso de acidentes. Há uma hierarquia para os PEIs, eles encontram-se inseridos dentro de planos locais e regionais que estão incorporados ao Plano Nacional de Contingência (BRASIL, 2000).

As Cartas de Sensibilidade ao Óleo (Cartas SAO) são parte do plano de contingência, elas abordam justamente a sensibilidade dos ambientes, em caso de um acidente, através das análises do meio físico das áreas, ou seja, suas características geológicas, geomorfológicas e hidrológicas, além dos dados biológicos de fauna e flora e os aspectos socioeconômicos da área. Dessa forma, todas essas informações ficam reunidas e interligadas auxiliando nas ações de respostas e direcionamento das atividades e recursos para as áreas de maior vulnerabilidade ambiental (MMA, 2004).

Para a produção das Cartas SAO e também suas atualizações, são utilizados os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), nos quais é possível criar um banco de dados georreferenciado com todas as informações de variação das classes do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), determinado pelos aspectos físicos, dos recursos biológicos e socioeconômicos.

Os recursos socioeconômicos e biológicos ainda são representados de forma coadjuvante nas Cartas SAO, porém em casos de acidentes de derramamentos de óleo estes recursos são diretamente afetados. Desta forma, seria crucial que as representações destes recursos ganhassem destaque e existisse também um grau de sensibilidade a eles associado, o que pode agilizar as ações de respostas, reduzindo os prejuízos às atividades socioeconômicas e à biota presente na região.

Pensando nas consequências de um acidente aos recursos, este trabalho buscou propor uma nova forma de representa-los, criando uma categorização em forma de mapa de distribuição de espacial, associando as informações de distribuição e sensibilidade dos recursos presentes, de forma a simplificar as informações das cartas, evitando que fiquem distribuídas e seja necessário realizar consultas para identificar cada recurso, agilizando de forma segura a tomada de decisão em casos de acidentes envolvendo derramamento de óleo.

É através dessa categorização proposta que se espera colaborar para o desenvolvimento de metodologias das Cartas SAO, simplificando a maneira como são representados atualmente, onde os recursos mais sensíveis estarão representados de forma clara e simplificada.

A área de estudo escolhida foi o Estuário de Santos, região pertencente à Bacia Marítima de Santos, cenário de alguns acidentes emblemáticos de derramamentos de óleo, com grande variação das classes do índice de sensibilidade do litoral (ISL), dos recursos biológicos e socioeconômicos. Com essas características a área se tornou extremamente relevante para a aplicação dos testes, pensando na contribuição possível para a metodologia de desenvolvimento das Cartas SAO.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é estabelecer uma nova forma de representação dos recursos biológicos e socioeconômicos, diversa da forma atual, onde estes recursos são somente apresentados na forma de ícones padronizados, e dessa forma caracterizar de forma clara os recursos mais sensíveis, ou seja, os que são fortemente impactados em casos de acidentes envolvendo derrames de petróleo na região.

Pretende-se confeccionar Cartas SAO com a representação proposta para os recursos socioeconômicos e bióticos, a fim de compará-las às Cartas SAO convencionais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Levantamento histórico das Cartas de Sensibilidade ao Óleo

3.1.1 Contexto Internacional

O uso de recursos energéticos é extremamente necessário para o desenvolvimento mundial. Dentre os recursos, ressaltam-se o petróleo e seus derivados, os quais são muito aplicados na indústria. Desde a sua extração até o armazenamento, existem possíveis riscos de acidentes que colocam em ameaça a qualidade ambiental, as condições de vida da fauna, flora e da população, bem como as atividades socioeconômicas realizadas na área em questão.

Os acidentes são emblemáticos devido aos impactos que proporcionam, onde o óleo derramado no oceano provém de plataformas, portos, refinarias e locais de armazenamento. Os desastres mais marcantes foram, de acordo com os dados internacionais da *International Tanker Owners Pollution Federation Ltd* (ITOPF), *Torrey Canyon*, 1967, na Inglaterra; *Sea Star*, 1972, em Golfo de Oman; *Metula*, 1974, no Chile; *Jakob Maersk*, 1975, em Portugal; *Amoco Cadiz*, 1978, na França; *Exxon Valdez*, 1989, no Alasca; Plataforma *Deepwater Horizon*, 2010, no Golfo do México. Os diversos eventos com vazamento de óleo mostram a necessidade de se criar ferramentas para ajudar a tomar decisões e medidas para reduzir os danos ao ambiente e facilitar o direcionamento das operações de limpeza (MARTINS; RIEDEL; MILANELLI, 2014).

O mapeamento da sensibilidade ambiental é empregado desde 1970, porém foi um grupo de cientistas da Divisão de Pesquisas Costeiras da Universidade da Carolina do Sul (UCS) que adaptou o seu uso para derrames de óleo. Gundlach & Hayes (1978) aprimoraram a ideia e formularam o conceito inicial que se estende até os dias de hoje para o mapeamento das áreas de sensibilidade ao óleo.

O primeiro Índice de Vulnerabilidade ao Derrame de Óleo foi criado por Gundlach & Hayes (1978), para elaboração do índice ranqueado de 1 a 10 considerando a geomorfologia da linha de costa, o comportamento e tempo de residência do óleo, energia do ambiente e o efeito no ecossistema. A vulnerabilidade foi classificada como sendo 1, o local menos sensível ao óleo e 10, o mais sensível. A classificação de Michel *et al.* (1978) é muito semelhante, leva em conta a ocorrência e o tempo de permanência do óleo no ambiente, atrelada também à sensibilidade biológica e à despoluição manual sem obstáculos.

Após o início das propostas de mapeamento da sensibilidade, muitas outras visões surgiram, sendo incluídas características socioeconômicas, ênfase em certos enfoques

biológicos e, em alguns casos, sendo realizado apenas um levantamento geral sem definição das áreas de sensibilidade ou preferenciais para limpeza, caso ela seja necessária (ARAÚJO *et al.*, 2002).

A preocupação com os derrames de óleo aumentou gradualmente e com isso a criação de convenções para debater o assunto e criar projetos, regras e normas a fim de instruir os países que aderissem a se precaver de tais acidentes, um exemplo é a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL), em 1973, ocorrida em Londres e que foi alterada em 1978, incluindo prevenção de acidentes com navios. Em 1990, a *International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation* (OPRC), também realizada em Londres, abordou temas relacionados à prevenção e combate aos derramamentos (SOARES *et al.*, 2020).

A utilização das várias técnicas de mapeamento gerou uma diversidade de cartas que exemplificavam a sensibilidade das áreas, com isso a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) definiu critérios para que houvesse uma regularização e facilidade na compreensão de todas as Cartas de Sensibilidade ao Óleo (Cartas SAO) que fossem construídas, seguindo os padrões de critérios e simbologias definidas pelo NOAA (WIECZOREK, 2006).

3.1.2 Contexto Nacional

O Brasil, como consumidor e explorador de petróleo, também adotou as determinações das convenções, como por exemplo a Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em caso de Poluição por Óleo, de 1990 (OPRC 90), onde o país se comprometeu a se organizar e formular planos de prevenção e contingências, no caso de um desastre por derramamento de óleo (SOARES *et al.*, 2020). No trabalho de Martins *et al.* (2014), os autores apresentam dados dos primeiros mapeamentos de sensibilidade realizados por Awazu e Poffo (1986) e Maldonado *et al.* (1987), os quais foram os pioneiros antes mesmo das definições adotadas pelo país. Inicialmente, os mapeamentos foram realizados no ambiente marinho e costeiro do país, com isso, essas regiões obtiveram maiores crescimentos em termos de pesquisa sobre o tema.

Ao utilizar as técnicas existentes para a elaboração das Cartas SAO no Brasil foi necessária uma adaptação para o ambiente nacional, devido às diferenças nas condições geológicas, climáticas e bióticas do país. Assim como em outras regiões do mundo, no Brasil também foi necessária de uma padronização e, para isso, o Manual de Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração das Cartas SAO foi criado baseado nos dados da Organização Marítima Internacional (IMO), NOAA e o Manual Básico para Elaboração de Cartas de

Sensibilidade no Sistema PETROBRAS, já existentes. Em 2002, as normas foram admitidas pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), de forma que, quando as Cartas SAO fossem construídas segundo as especificações se tornassem um documento oficial (MMA, 2004).

As Cartas SAO são apresentadas em 3 diferentes níveis de elaboração chamados de Estratégico, Tático e Operacional. A construção de uma Carta no Nível Estratégico abrange toda uma bacia com abrangência regional em escala gráfica definida em 1:500.000; no Nível Tático é representado o litoral completo da bacia definida no Nível Estratégico, sua escala é intermediária de 1:150.000 e, por último, o Nível Operacional, onde é elaborado um levantamento de detalhe de uma área de risco e/ou alta sensibilidade do litoral feito no Nível Tático, a escala pode ser de 1:10.000 até 1:50.000 (MMA, 2004).

A composição das Cartas SAO se dá com base em 3 informações importantes, sendo elas a sensibilidade do ambiente, os recursos biológicos e socioeconômicos. A sensibilidade do ambiente é definida com base no Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), o qual leva em conta os fatores como o grau de exposição e nível de energia de ondas e maré, a declividade do litoral e qual substrato está presente no local. As informações relacionadas aos recursos biológicos são obtidas principalmente por meio de levantamentos bibliográficos a respeito das espécies presentes na região e definições do seu comportamento, como habitat, berçários, locais de migrações etc. Os dados sobre as atividades socioeconômicas também são obtidos por meio de um levantamento bibliográfico, imagens de satélite, dados na internet, etc.

Outro ponto importante para ser realçado nas Cartas SAO são os possíveis locais de acesso, depósitos de equipamentos para serem utilizados na limpeza, fontes de possíveis derrames, condições oceânicas etc., que são quesitos que facilitam e agilizam em medidas de respostas (MMA, 2004). A definição da escala em que as Cartas devem ser construídas considera os aspectos relacionados a: ISL, dados biológicos e socioambientais (MMA, 2004).

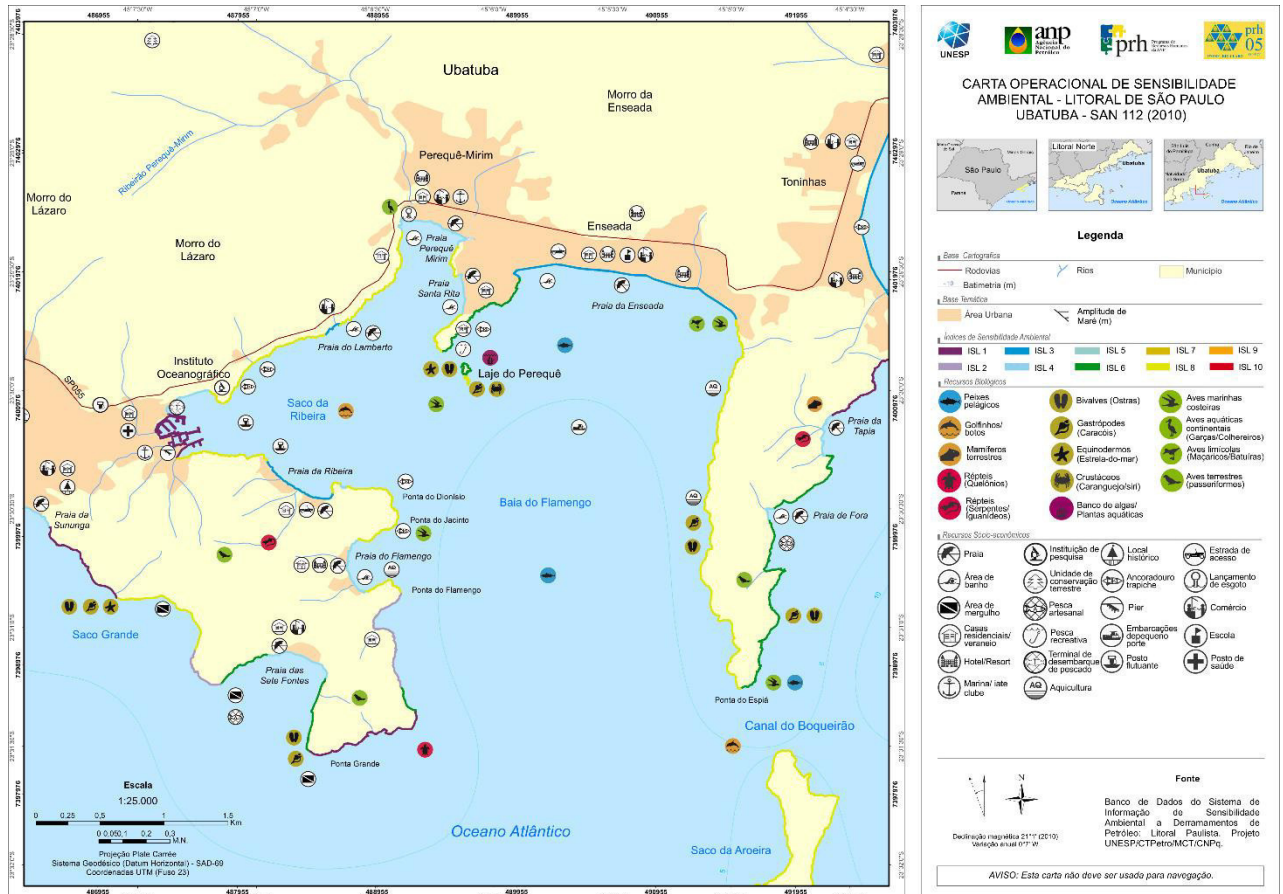
As ordenações em relação à grandeza dos volumes derramados foram definidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2004, sendo consideradas pequenas até 8 m³, média de 8 a 200 m³ e grandes valores superiores a 200 m³.

3.2 Metodologia das Cartas de Sensibilidade ao Óleo

A construção das Cartas SAO segue os padrões das normas técnicas desenvolvidas pelo Ministério do Meio Ambiente (2004), o qual se baseou na metodologia do *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

Segundo as normas estabelecidas, o título da Carta deve ser composto pelo nome da bacia marítima, a localidade, o estado e se necessário o ano de publicação (MMA, 2004). Um exemplo de Carta SAO é apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Exemplo de Carta SAO realizada na escala operacional na região de Ubatuba, litoral de São Paulo.



Fonte: (DIAS-BRITO,2014).

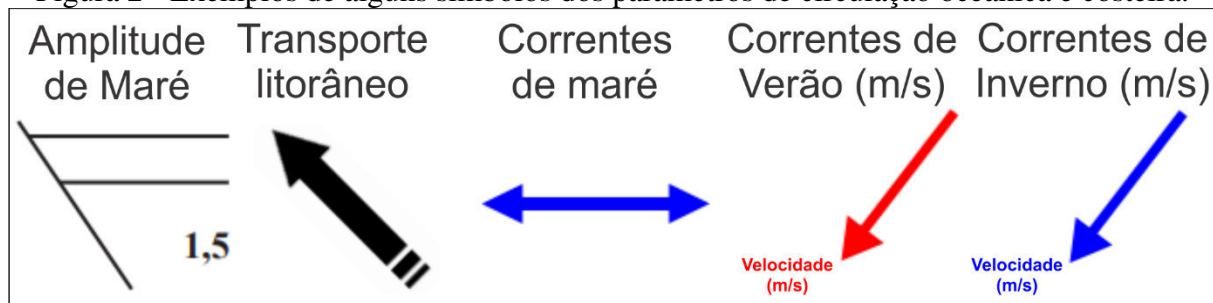
As Cartas SAO são utilizadas diretamente para o planejamento e resposta ao derrame de óleo e seus derivados, com isso sua elaboração é baseada em três principais informações: a sensibilidade dos sistemas costeiros e marinhos, recursos biológicos e as atividades socioeconômicas (MMA, 2004). Há três escalas diferentes para elaboração das cartas, como descrito no capítulo anterior, porém as normas não definem qual escala deve ser utilizada, sendo a escolha atrelada ao interesse da resposta que se almeja na região (STERN, 2007).

As Cartas SAO devem ser facilmente interpretadas, ou seja, apresentar uma linguagem clara e direta, onde não seja necessário, para o leitor, possuir alguma especialização a fim de compreendê-las. O seu conteúdo deve ser completo, com: orientação, mapa de localização, legendas, índice de sensibilidade, simbologias adequadas para cada biodiversidade da região e atividade socioeconômica desenvolvida. Para todos esses quesitos existem padronizações a

serem seguidas na produção das cartas, sendo: índice, símbolos, coloração, terminologias e os demais procedimentos de elaboração, pois dessa forma é possível realizar uma correlação com outras Cartas SAO, de regiões diferentes e melhorar as ações de respostas (MMA,2002).

Para cartas estratégicas, ou seja, representativas de toda a bacia, é necessário realizar um levantamento do comportamento das correntes marítimas e climatológico da região, pois são fatores que interfere no direcionamento do óleo, em caso de acidentes e o tempo de permanência deles no locais, tendo em vista que ambientes com uma forte hidrodinâmica a limpeza natural é mais rápida, essas propriedades podem ser representadas pelos ícones da Figura 2 (MMA, 2004).

Figura 2 - Exemplos de alguns símbolos dos parâmetros de circulação oceânica e costeira.



Fonte: Modificado de MMA,2004.

O procedimento inicial consiste na classificação dos ambientes costeiros como praias, costões rochosos, estuários, deltas, manguezais, etc. Essas definições possuem como base as características do substrato, geomorfologia, o tempo de permanência do óleo e seus derivados no local e os procedimentos de limpeza apropriados. Nesses locais são realizados os levantamentos da biota, ou seja, plantas e animais que estão suscetíveis a possíveis acidentes, e os procedimentos são os mesmos para as atividades socioeconômicas desenvolvidas, que possam ser prejudicadas na região em caso de acidente (MMA, 2004).

Os dados são levantados através de campanhas de trabalhos de campo, mapas, fotos aéreas, imagens de satélites, cartas náuticas oficiais, consultas em bancos de dados reconhecidos e levantamentos secundários. Com os materiais em mãos são realizadas divisões preliminares dos ambientes, e suas confirmações são feitas com as atividades de campo. Elas podem ser feitas em dois períodos, verão e inverno, a fim de identificar as variações granulométricas e na morfologia das praias, porém esta escolha não é requisitada pelas normas do MMA (ROMERO, 2009).

3.2.1 Aspectos Físicos

Após a delimitação e a classificação dos ambientes é determinado o índice de sensibilidade do litoral (ISL), o qual possui uma variação de classes de 1 a 10 em ordem crescente de sensibilidade ambiental, com coloração representativa para cada classe (Quadro 1), especificada pelos padrões do MMA.

Quadro 1 - Esquema de cores com código RGB para classificação do índice de sensibilidade do litoral (ISL).

ISL	Cor R/G/B	Tipos de Costa
1	119/38/105	Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos; Falésias em rochas sedimentares, expostas; Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas;
2	174/153/191	Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos; Terraços ou substratos de declividade média expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado etc.);
3	0/151/212	Praias dissipativas de areia média a fina, expostas; Faixas arenosas contíguas a praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo Long Beach); Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos; Campos de dunas expostas;
4	146/209/241	Praias de areia grossa; Praias intermediárias de areia fina a média, expostas; Praias de areia fina a média, abrigadas;
5	152/206/201	Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais; Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação; Recifes areníticos em franja;
6	0/149/32	Praias de cascalho (seixos e calaus); Costa de detritos calcários; Depósito de tálus; Enrocamentos ("Rip Rap", guia corrente, quebra-mar) expostos; Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas);
7	214/186/0	Planície de maré arenosa exposta; Terraço de baixa-mar;
8	225/232/0	Escarpa/ encosta de rocha lisa, abrigada; Escarpa/ encosta de rocha não lisa, abrigada; Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados; Enrocamentos ("Rip Rap" e outras estruturas artificiais não lisas), abrigados;
9	248/163/0	Planície de maré arenosa/ lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas; Terraço de baixa-mar lamoso abrigado; Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais;
10		Deltas e barras de rio vegetadas;

		Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas;
		Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado;
	214/0/24	Marismas;
		Manguezal (mangues frontais e mangues de estuários);

Fonte: MMA, 2004.

Nas praias ocorre a classificação do seu comportamento e evolução podendo ser dissipativas, refletivas ou intermediárias (PINCINATO, 2007).

Os costões rochosos são formados por rochas ígneas, metamórficas ou metassedimentares, esses ambientes ficam expostos aos regimes de maré proporcionando níveis com hidrodinamismo diferentes (WIECZOREK, 2006). Os parâmetros analisados dos costões são morfologia e a declividade definida pelo MMA, 2004, como: alta com ângulo superior a 30°, moderada ângulo entre 30° a 5° e baixa menor que 5°. O comportamento heterogêneo da morfologia dos paredões proporciona espaços que podem ser transformados em abrigos para a fauna da região e locais de acúmulos de óleo em caso de acidente (WIECZOREK, 2006). Alguns pontos podem apresentar estruturas artificiais, ou seja, construídas pelo homem que estão também sujeitas à dinâmica do mar (PINCINATO, 2007).

3.2.2 Recursos Biológicos

O levantamento dos recursos biológicos na região é realizado durante as campanhas de campo, onde eles são catalogados, fotografados e obtidas as coordenadas das localidades em que se encontram, para posteriormente indicá-las nas Cartas SAO com a simbologia adequada (PERINOTTO, 2010). Este levantamento é bem detalhado ao nível de espécie para cada grupo encontrado, englobando desde as plantas até os animais suscetíveis em caso de derrame de óleo.

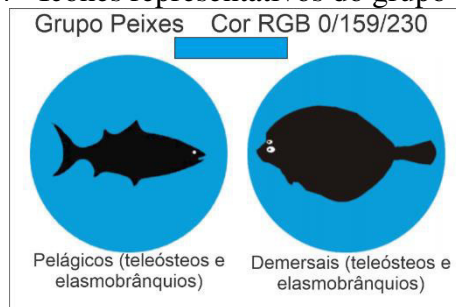
São utilizados ícones padronizados para representar cada grupo de recursos biológicos, sendo ele: mamíferos (aquático e terrestre), peixes, répteis/anfíbios, invertebrados marinhos, aves, algas e plantas aquáticas, recifes e plâncton. As Cartas SAO também fornecem um destaque às espécies ameaçadas ou em perigo de extinção, recebendo um realce em seu ícone, onde é adicionado um polígono vermelho em seu entorno. Esses ícones utilizados estão ilustrados nas Figura 3 a Figura 7 (MMA, 2004).

Figura 3 - Ícones representativos do grupo de mamíferos.



Fonte: MMA,2004.

Figura 4 - Ícones representativos do grupo de peixes



Fonte: MMA,2004.

Figura 5 - Ícones representativos do grupo de répteis e anfíbios



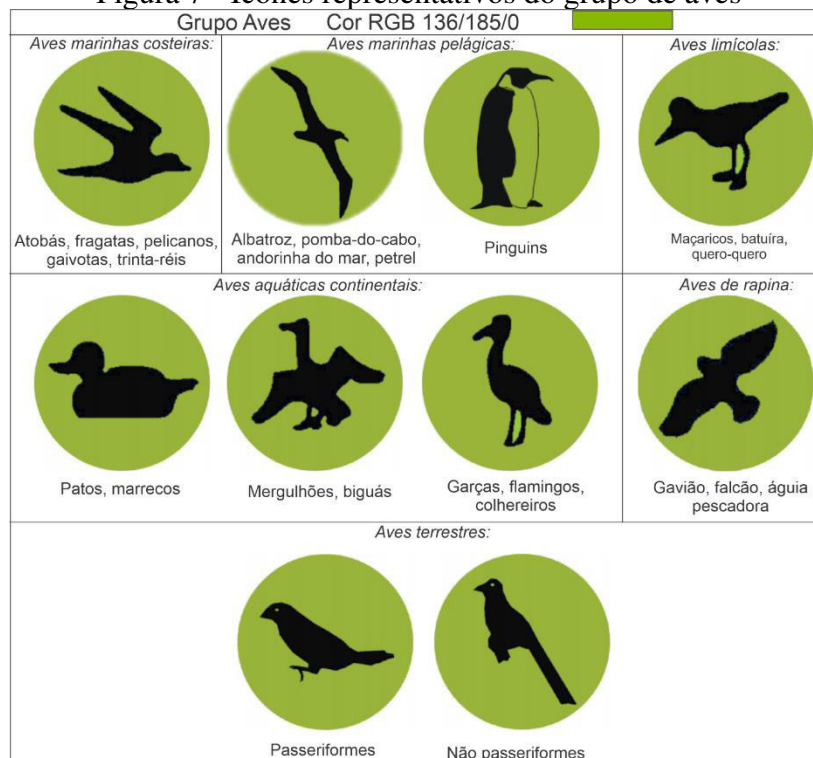
Fonte: MMA,2004.

Figura 6 - Ícones representativos do grupo de invertebrados marinhos



Fonte: MMA,2004.

Figura 7 - Ícones representativos do grupo de aves



Fonte: MMA,2004.

Além do levantamento das espécies, busca-se também informações sobre os locais que elas utilizam para repouso, alimentação, nidificação, criação de berçários e reprodução. As coordenadas dessas regiões são anotadas e plotadas nas cartas com a simbologia hachurada, porém a cor deve ser representativa da espécie (Figura 8) (PERINOTTO, 2010). Se em alguma

localidade existe a ocorrência de multigrupos a coloração passa a ser preta, tanto para o ícone quanto para a representação de como o espaço está sendo utilizado pelos seres (MMA, 2004).

Figura 8 - Ícones representativos das áreas especiais dos recursos biológicos.



Fonte: MMA,2004.

A quantidade de espécies que habita a região é muito maior do que as analisadas durante as atividades de campo, com isso levantamentos secundários, através de bibliografias são realizados, para que todas as espécies que estejam suscetíveis a desastres ambientais sejam catalogadas e incluídas nas Cartas (WIECZOREK, 2006).

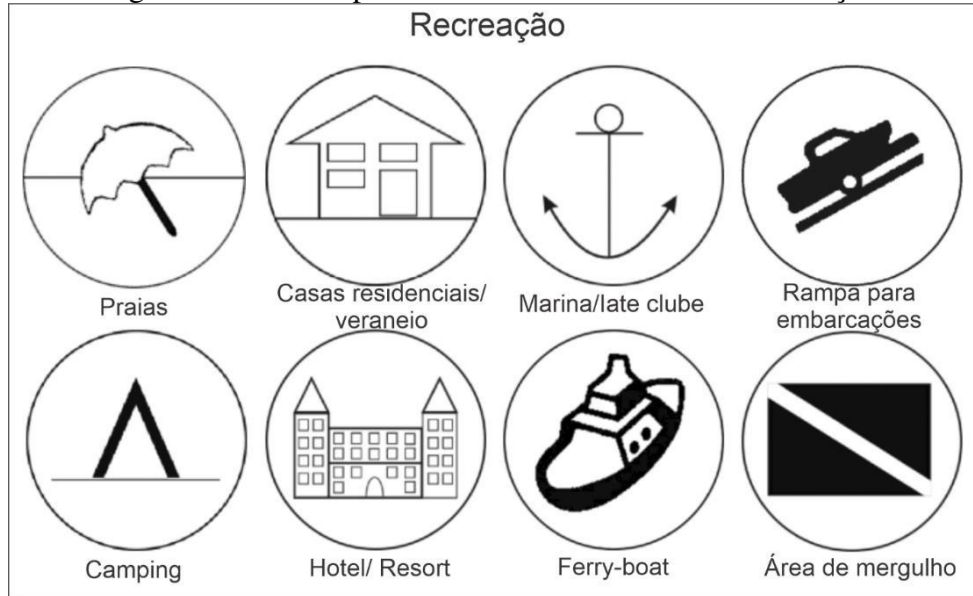
Em caso de acidente envolvendo derrame de óleo as espécies presentes nas áreas são diretamente afetadas, como consequência do desastre pode ocorrer redução na fertilização, prejuízo à cadeia alimentar dos grupos tróficos superiores, bioacumulação, incorporação de substâncias carcinogênicas, morte ecológica (impossibilitado de realizar suas funções no ecossistema), morte por intoxicação, morte por recobrimento e morte de larvas e filhotes, os quais são mais sensíveis comparados aos adultos. Além disso, as consequências desses acidentes dependem da localização e variam de acordo com as espécies devido a suas características biológicas e ecológicas (CETESB, 2022b).

3.2.3 Recursos Socioeconômicos

Para realizar o levantamento das atividades socioeconômicas, o trabalho é muito semelhante ao dos recursos biológicos. São anotados os lugares em que existem usos humanos, ocupações, áreas com atividades de pesca, aquiculturas, recreações, pontos turísticos, sítios arqueológicos, locais históricos, etc. Os dados a respeito dos recursos socioeconômicos também possuem ícones definidos, com coloração branca e preta padronizada, os quais são apresentados nas Figura 9 a Figura 12. Assim como para os aspectos biológicos, é necessária uma pesquisa bibliográfica para complementar os dados e assegurar a veracidade das informações apresentadas nas Cartas, para isso os documentos consultados tendem a manter um

direcionamento para os usos e ocupações nos ambientes mais próximos da costa (SOARES *et al.*, 2020).

Figura 9 - Ícones representativos das atividades de recreação.



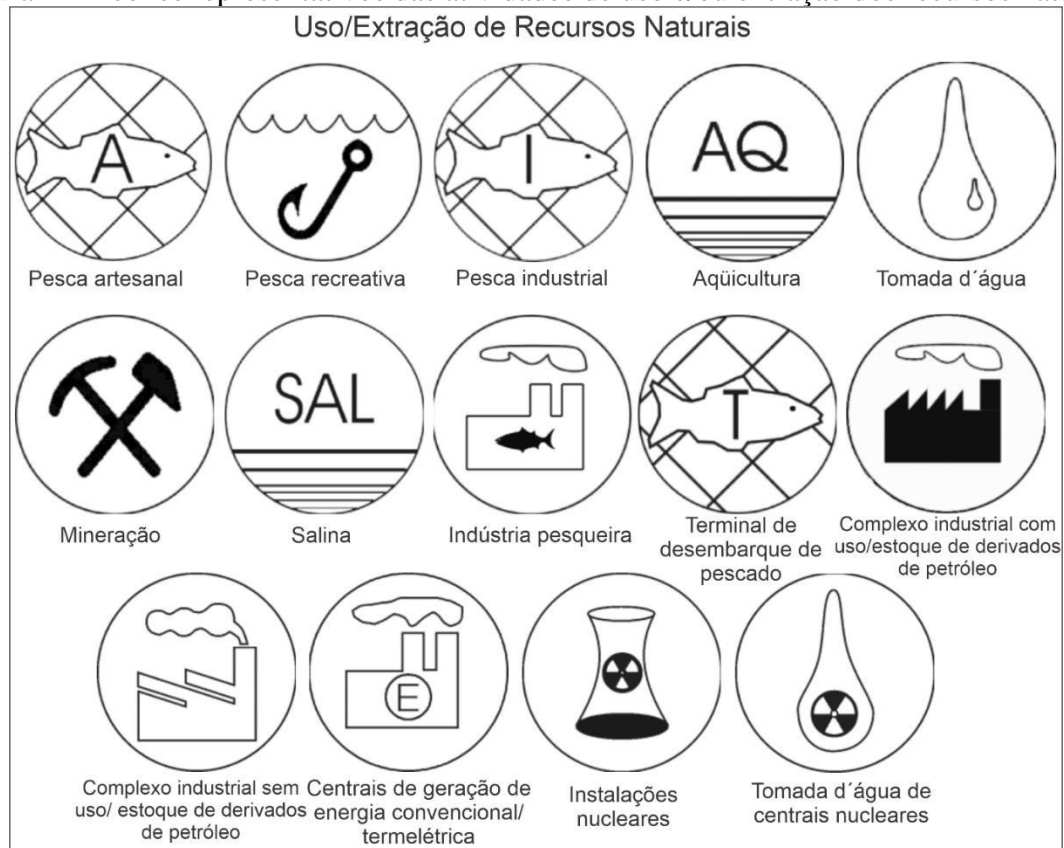
Fonte: MMA,2004.

Figura 10 - Ícones representativos das áreas sob gestão especial



Fonte: MMA,2004.

Figura 11 - Ícones representativos das atividades de uso e/ou extração dos recursos naturais



Fonte: MMA,2004.

Figura 12 - Ícones representativos do grupo cultural



Fonte: MMA,2004.

Em caso de acidente de derrame de óleo há grande prejuízo econômico para as comunidades dependentes da região. No caso de praias que se encontram impossibilitadas de receber turistas, seja por água imprópria para banho devido aos contaminantes, seja por manchas de óleo na região, prejudica também as atividades dos comerciantes locais, consequentemente os estabelecimentos de hospedagem são afetados pela falta de clientes, assim como as demais atividades dependentes do público.

As atividades de cunho extrativista, como os diferentes tipos de pesca, maricultura e as outras ocupações são diretamente afetadas em casos de desastres envolvendo óleo, visto que as espécies são contaminadas e é realizada a suspensão temporária de pescas, os pescados ainda disponíveis têm uma redução em sua variedade, devido à tendência de alguns peixes evitarem locais com manchas de óleo. As extrações de caranguejos e mariscos também são suspensas. Além disto, os equipamentos utilizados nessas atividades tendem a ficar contaminados pelo óleo presente, acarretando uma perda material. Essas interrupções das atividades proporcionam um prejuízo econômico e também alimentar para as pessoas que se alimentam dos produtos extraídos (CETESB, 2022a).

O trágico acidente que ocorreu na Baía de Guanabara, em 18 de janeiro de 2000, é um exemplo da forma como derrames de óleo geram impactos ambientais e econômicos. Neste desastre milhares de famílias que dependiam da pesca e atividades relacionadas a pescados foram afetadas e prejudicadas. Muitas dessas pessoas tiveram perdas materiais, referente a suas redes e barcos, mas principalmente sofreram com uma grande perda econômica, pois ficaram impossibilitadas de retirar seu sustento, pois as atividades foram suspensas.

Atualmente ainda há reflexos desse acidente, pois os pescadores ainda percebem uma redução nos peixes e camarões retirados do mar em comparação à quantidade aproveitada antes do acidente, com isso a rentabilidade do trabalho ainda é afetada. Além disso, muitos pescadores não receberam suas indenizações devido a problemas nas listas, onde constavam nomes de indivíduos que não atuavam na época, e os verdadeiros trabalhadores não foram contabilizados (OTRIZ, 2014; PAMPLONA, 2020).

3.2.4 Ações de respostas

Em caso de um acidente de derrame de óleo as ações de respostas a serem aplicadas são de três tipos: contenção, remoção ou limpeza, o tipo de resposta a ser tomada irá depender das características do ambiente e do acidente que ocorreu, elas podem ser empregadas em conjunto ou passar por algumas alterações para serem usadas. Cada resposta possui diferentes métodos possíveis de serem utilizados, para isso um estudo de viabilidade deve ser executado na região e a Carta SAO deve ser utilizada como base para o desenvolvimento das atividades.

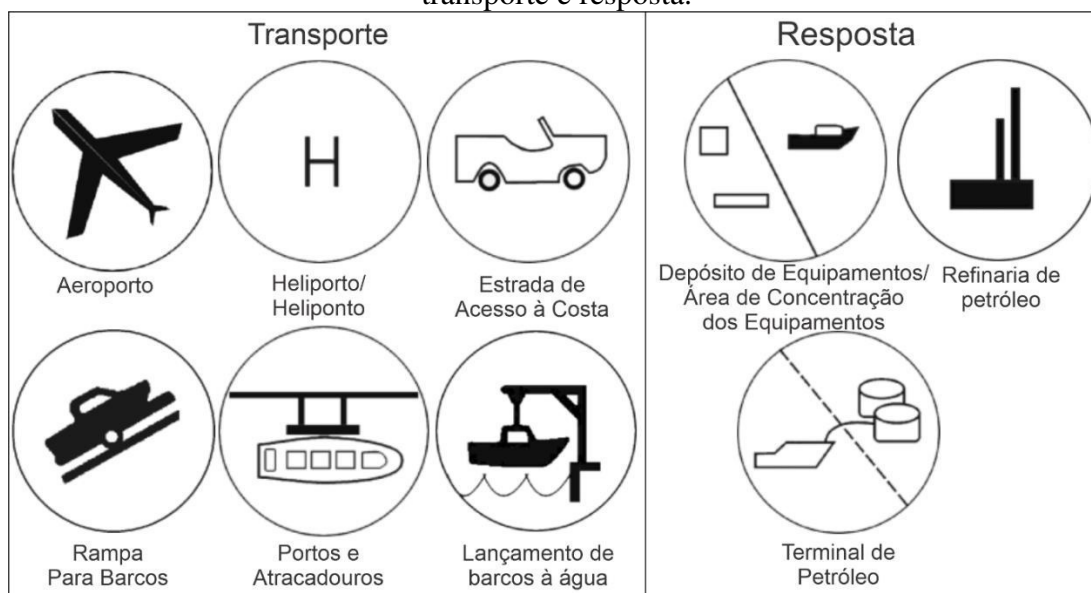
A iniciativa de realizar as ações de resposta deve ser imediatamente após o incidente, pois deve-se buscar evitar ao máximo os prejuízos para o ambiente e as comunidades que usufruem da região. Após concluir as operações é necessário garantir que os resíduos do óleo sejam levados para as instalações de armazenamento adequadas.

Inicialmente aplicam-se as técnicas de contenção, a fim de se evitar que o óleo derramado se espalhe, com o hidrocarboneto retido é possível realizar as ações de remoção, e a técnica utilizada é escolhida de acordo com o ambiente, o qual pode ser mar aberto ou regiões de costas, e ela pode ser manual ou mecanizada. Já as ações de limpeza são aplicadas concomitantemente com as outras, mas deve-se tomar um cuidado extra, pois sua aplicação pode causar alguns danos excessivos comparado ao óleo, porque ela pode remover o ecossistema local dificultando a recuperação da área (VEIGA, 2021).

3.2.5 Apoio às ações de respostas

Outrossim é importante ressaltar nas Cartas rampas para barcos, atracadouros, estradas com acesso à costa, aeroportos, heliportos e depósitos de equipamentos, pois esses dados auxiliam na agilidade das ações de respostas. Na condição de que não prejudique a interpretação das cartas com inclusão de muitas informações é relevante adicionar comentários de existência de possíveis barreiras que impossibilitam a chegada por mar nas áreas em que necessitam de limpeza. Também há ícones determinados para representar as estruturas de apoio às ações de respostas (Figura 13) (MMA, 2004).

Figura 13 - Exemplos de ícones de apoio às ações de respostas, os quais são subdivididos em transporte e resposta.



Fonte: MMA,2004

3.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

São classificados como Sistema de Informação Geográfica (SIG) os sistemas que fazem tratamento de dados geográficos, ou seja, consiste em um meio de integração de dados de fontes diferentes, e dessa forma é possível construir um banco de dados georreferenciado, que facilita a confecção de produtos cartográficos. Por meio destes sistemas é possível realizar análises complexas e com isso auxiliar na tomada de decisão. Os dados da informação geográfica possuem duas componentes: uma de localização atribuída por coordenadas em um espaço geográfico e a outra descritiva.

Os SIGs podem ser utilizados de três formas: na produção de mapas, como base para análise espacial de fenômenos e como um banco de dados, o qual armazena, integra e fornece informações espaciais. A ferramenta atua como suporte na tomada das decisões, onde é possível desenvolver cenários distintos utilizando todos os dados armazenados para uma determinada situação real (CÂMARA; SIMEÃO DE MEDEIROS, 1998).

A ferramenta SIG também pode ser usada para seleção de áreas, como exemplo as instalações dos empreendimentos petrolíferos, além de atuar como base para consultas de planejamento ambiental, monitoramento dos ambientes marinhos e costeiros, fornece um compilado de informações sobre os recursos da região, e muitas outras aplicações (WIECZOREK, 2006).

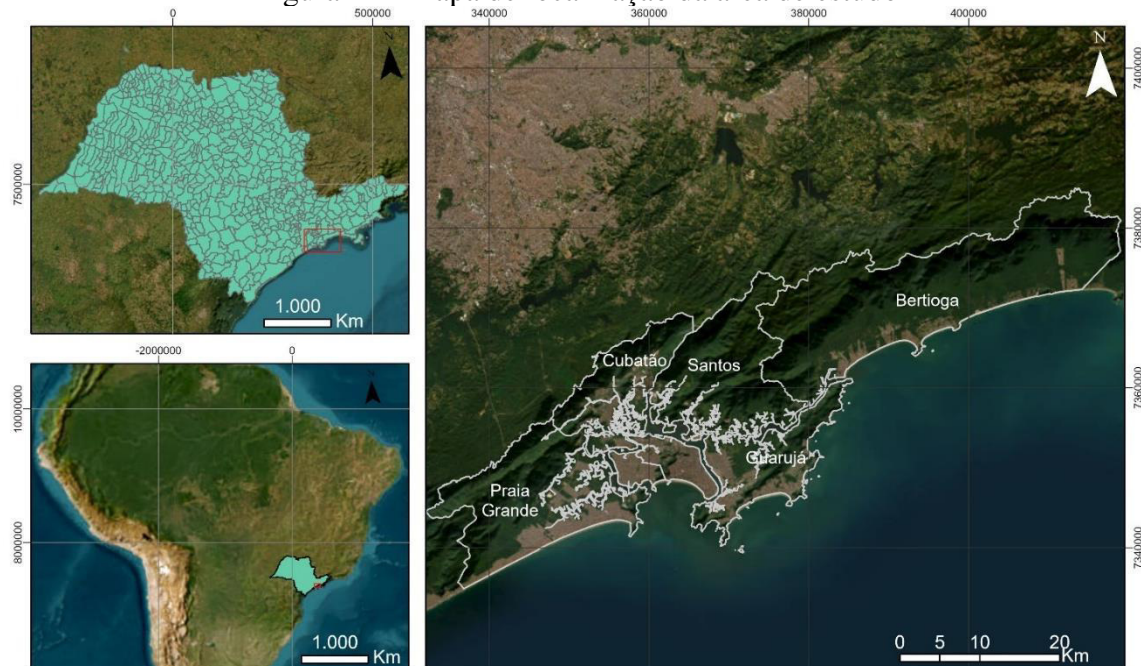
Para a produção das Cartas SAO é necessário que elas sejam integradas em um SIG, como descrito nas normas e especificações para elaboração delas, determinadas pelo MMA (2004). A demanda de dados para a produção das Cartas é muito alta, com isso inseri-las em um banco de dados geográfico é a melhor forma de organizar, consultar e utilizar posteriormente durante as confecções. Este banco de dados irá possuir as localizações geográficas e descrições dos vários ambientes em que as informações foram coletadas, e é preciso que esses elementos possam ser transferidos com a máxima segurança possível. As informações presentes no banco de dados das Cartas SAO são: o Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), que é o sistema de classificação da sensibilidade; os recursos biológicos e os socioeconômicos, os quais são considerados por estarem vulneráveis e podem ser impactados em caso de derrame de óleo. Os dados dentro das Cartas SAO, armazenados em um SIG, podem ser frequentemente atualizados e corrigidos, pois uma manutenção periódica no banco de dados é necessária (CÂMARA; SIMEÃO DE MEDEIROS, 1998; DEVIDS, 2008; GUILHERME *et al.*, 2009).

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Marítima de Santos é a maior bacia sedimentar de *offshore* do país, possui uma extensão de 350.000 km², localizada a sudoeste da margem passiva brasileira, compondo o litoral dos estados do Rio de Janeiro (região sul), São Paulo, Paraná e região norte de Santa Catarina. Sua área está delimitada a norte pelo alto estrutural do Cabo Frio, no Rio de Janeiro e a sul pelo alto estrutural de Florianópolis, em Santa Catarina. Considerando a área total da bacia, cerca de 200.000 km² possui uma lâmina d'água de até 400m e o restante (150.000 km²) possui uma lâmina d'água entre 400 a 3.000m (BIZZI *et al.*, 2003).

A área de estudo está localizada dentro da Bacia de Santos, englobando os municípios de Bertioga, Cubatão, Guarujá, Praia Grande e Santos (Figura 14), os quais são parte dos nove municípios que formam a Região Metropolitana da Baixada Santista. Essas cidades fazem parte da geomorfologia do estuário de Santos, e essa localidade foi escolhida a fim de realizar o trabalho em uma área com grande variação das classes do índice de sensibilidade, bem como de recursos socioeconômicos e biológicos, pois suas condições permitem uma distinção das classes do índice de sensibilidade do litoral, fornece um ambiente propício para desenvolvimento de diferentes espécies de fauna e flora e trata-se de uma região que foi condicionada a um grande crescimento da urbanização, distribuindo os recursos socioeconômicos pela costa e apresentando diversos tipos de atividades.

Figura 14 - Mapa de localização da área de estudo



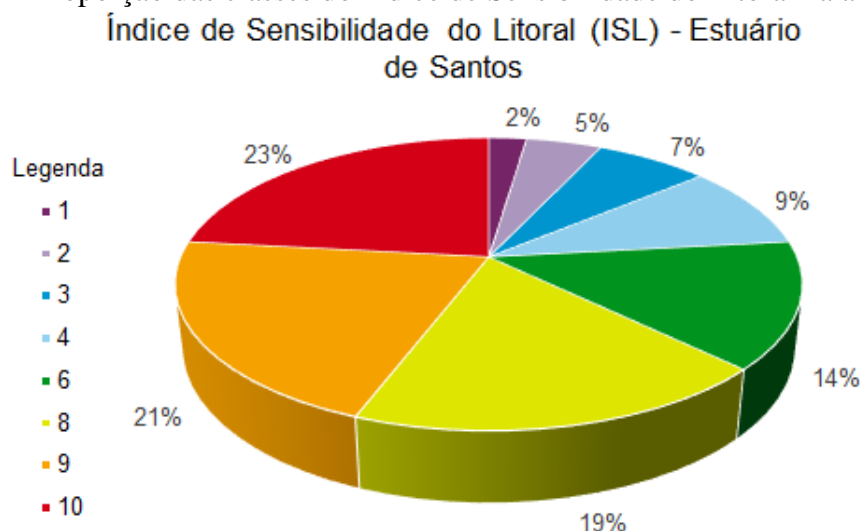
Fonte dos dados: *Basemap ESRI Imagery* e IBGE. Sistema de coordenadas utilizados Datum SIRGAS 2000, projeção UTM Zona 23S. Produzido por: Vitória Regina Silva Machado.

Trata-se de uma região com grande população, aproximadamente 1,6 milhões, segundo o censo do IBGE, 2011, e esse número aumenta muito durante alguns períodos do ano com a chegada de turistas para usufruir dos recursos naturais do litoral.

Em relação ao relevo, a área pode ser dividida em dois domínios morfológicos: mares de morro, composto pelas rochas cristalina que formam a Serra do Mar com altas declividades e uma vegetação densa e o outro domínio corresponde às Planícies Litorâneas de vegetação rasteira e mangues (CUNHA&OLIVEIRA, 2015).

Devido à grande variação do meio físico da área, são diversas classes do índice de sensibilidade, as quais podem ser observadas na Figura 15, que apresenta as porcentagens de ocorrência das classes do ISL no Estuário de Santos.

Figura 15 - Proporção das classes do Índice de Sensibilidade do Litoral na área de estudo.



Fonte: Elaborada pela autora.

Na área de estudo há atividades voltadas ao transporte como portos, garagens, heliportos, aeroportos, etc., e também as áreas de recreação direcionadas ao desenvolvimento de atividades da população como praias, áreas de banho, camping, conjuntos residenciais, etc. Importante destacar também que o Porto de Santos, o maior porto da América Latina, está localizado na área de estudo. Em relação ao uso e extração dos recursos da região, destacam-se a pesca, tanto artesanal quanto recreativa, e a mineração. A Tabela 1 apresenta a relação em porcentagem dos recursos e atividades socioeconômicas desenvolvidas na área de estudo.

Tabela 1 - Porcentagem dos recursos socioeconômicos da área de estudo

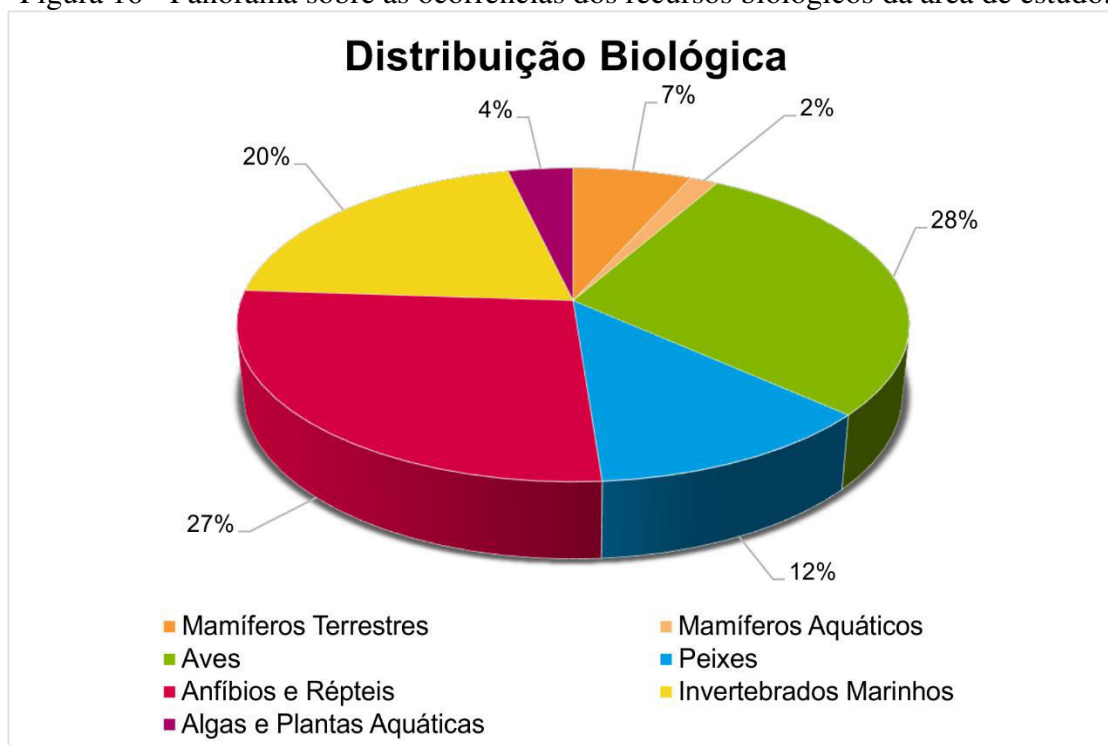
Recursos Socioeconômicas	Porcentagem (%)
Áreas Sob Gestão Especial	4
Cultural	2

Impactos Antrópicos	3
Ocupação	30
Recreação	23
Informações para Resposta	1
Transporte	27
Uso / Extração de Recursos Naturais	10

Fonte: Elaborada pela autora.

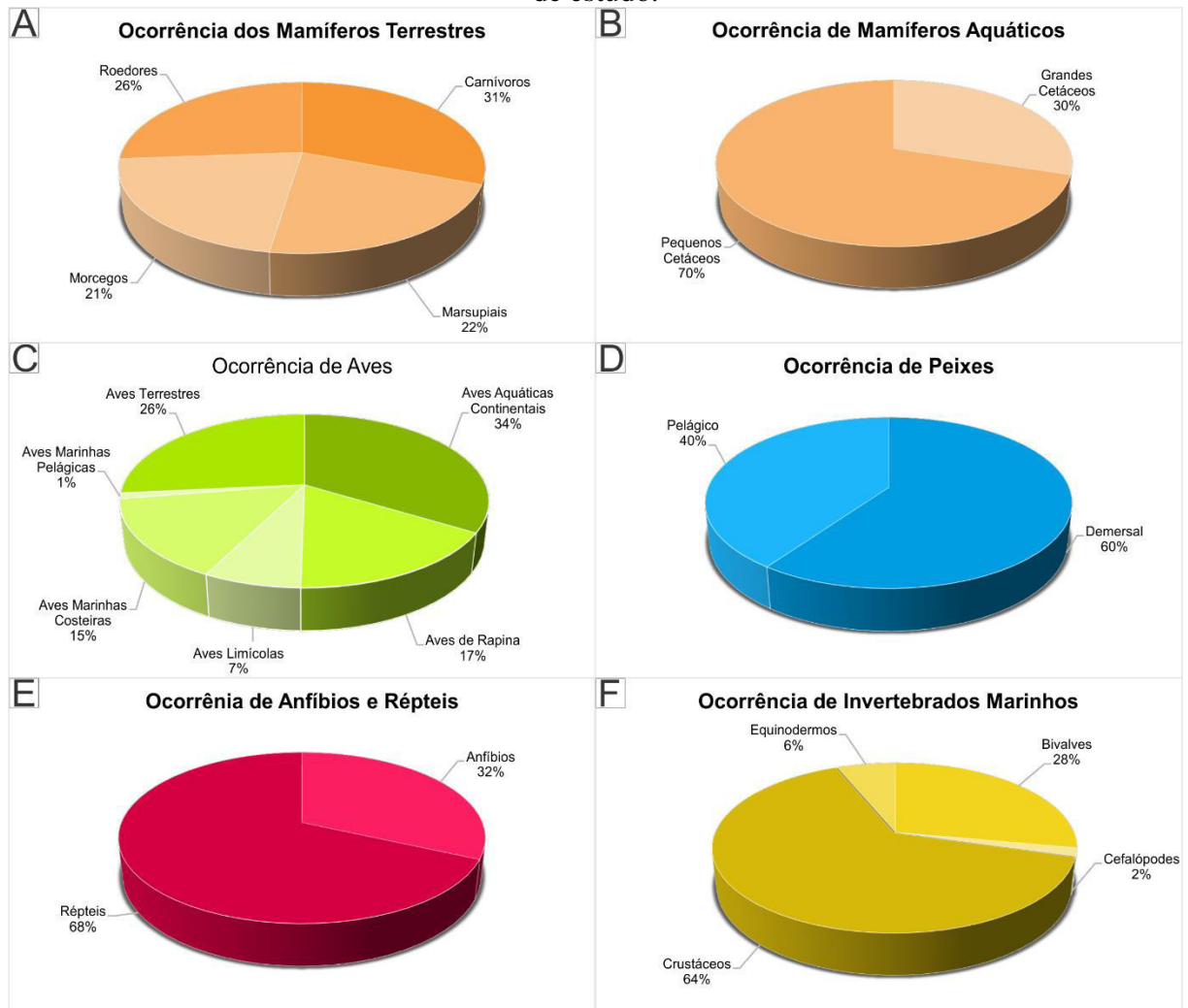
Os recursos biológicos da região, segundo o levantamento realizado pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp) de Rio Claro através do Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos (Geoprocessamentos e Cartas SAO da Bacia de Santos - UNESP/Rio Claro, 2020), mostram a seguinte distribuição da fauna e flora aquática da área: 28% Aves, 27% anfíbios e répteis, 20% invertebrados marinhos, 12% peixes, 7% mamíferos terrestres, 4% algas e plantas aquáticas e 2% mamíferos aquáticos, como pode ser observado na Figura 16. A Figura 17 apresenta a distribuição das classes em seus respectivos grupos.

Figura 16 - Panorama sobre as ocorrências dos recursos biológicos da área de estudo.



Fonte: Elaborada pela autora.

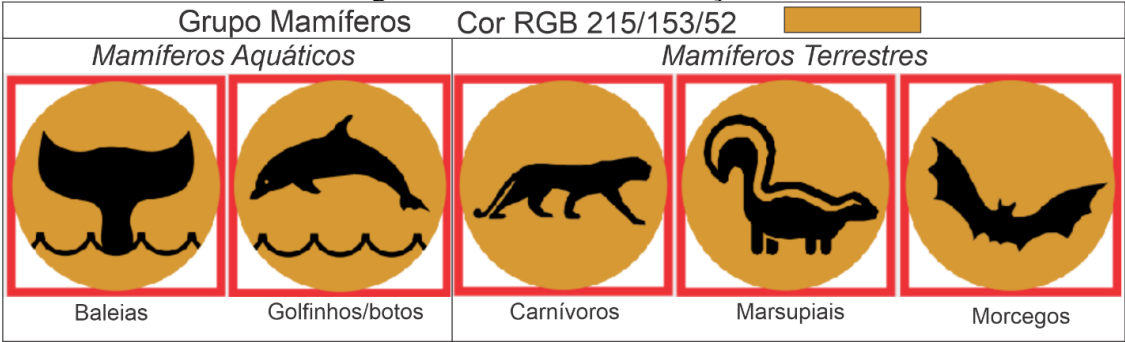
Figura 17 – Divisão das ocorrências dos grupos representantes dos recursos biológicos da área de estudo.



A: Distribuição dos grupos pertencentes à classe dos mamíferos terrestres; B: distribuição dos grupos pertencentes à classe dos mamíferos aquáticos; C: distribuição dos grupos pertencentes à classe das aves; D: distribuição dos grupos pertencentes à classe dos peixes; E: distribuição dos grupos anfíbios e répteis; F: distribuição dos grupos pertencentes à classe dos invertebrados marinhos. Fonte: Elaborado pela autora.

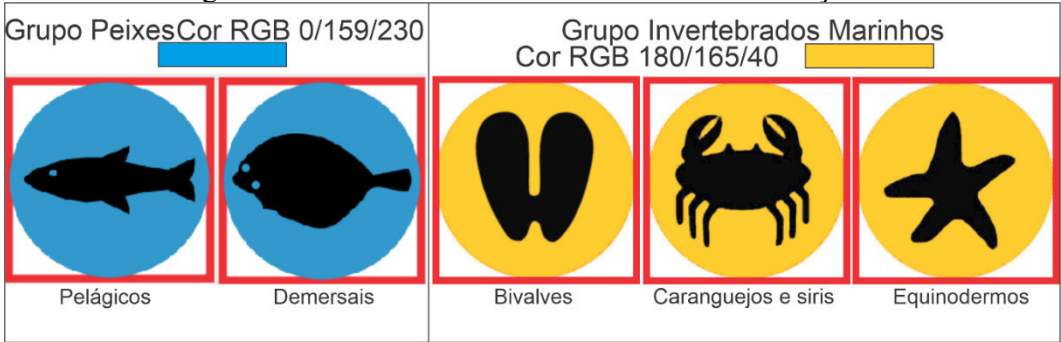
A região apresenta uma grande biodiversidade de espécies ameaçadas que foram identificadas, representadas com seus devidos ícones e destacadas com um polígono vermelho em seu entorno. Os grupos correspondentes dessas espécies ameaçadas estão ilustrados nas Figura 18 a Figura 21.

Figura 18 - Mamíferos ameaçados



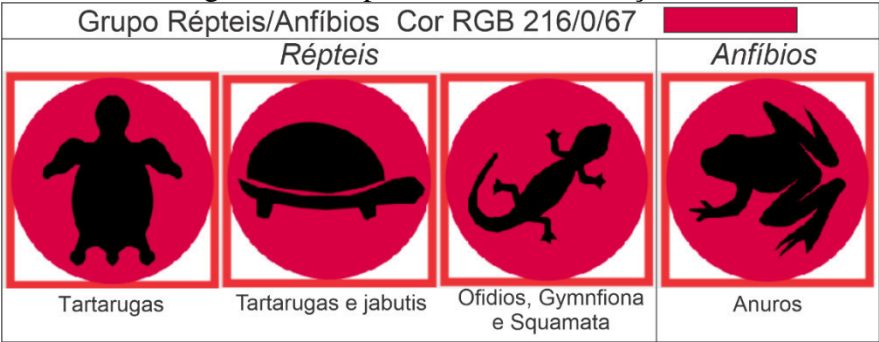
Fonte: Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos.

Figura 19 - Peixes e invertebrados marinhos ameaçados



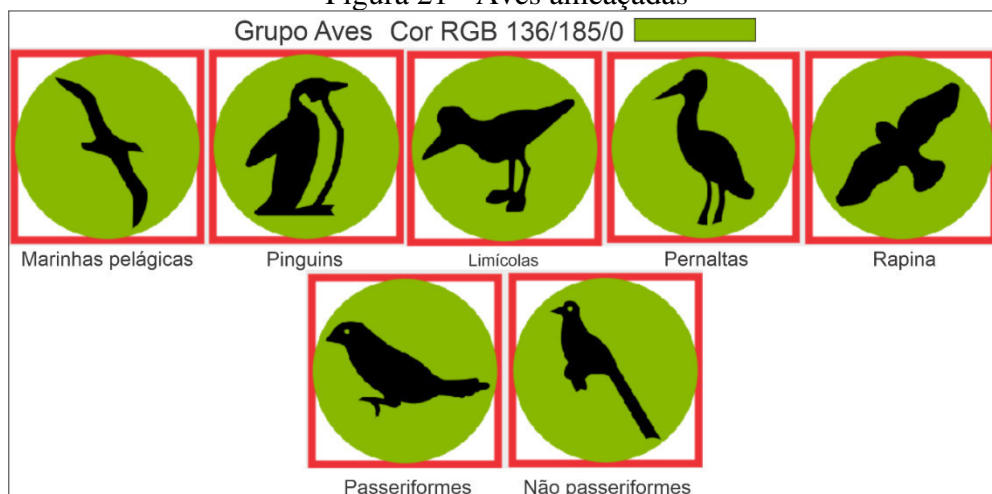
Fonte: Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos.

Figura 20 - Répteis e anfíbios ameaçados



Fonte: Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos.

Figura 21 - Aves ameaçadas



Fonte: Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos.

4.1 Histórico de acidentes na área de estudo

A atividade com petróleo e seus derivados no Porto de Santos iniciou-se na década de 30 com a criação do terminal na Ilha de Barnabé. Em meados de 1950, o porto suportava apenas trânsito de navios com até 25 mil toneladas, com isso os navios maiores, comumente com 85 mil toneladas, tinham que se dirigir ao Canal de São Sebastião para realizar a transferência do produto para os navios menores. Essa rotina se manteve até outubro de 1968, quando foi inaugurado o Terminal de São Sebastião e essa manobra não era mais necessária. Nesses momentos iniciais da história do Porto de Santos não há muitos detalhes sobre os acidentes, pois foi a partir da década de 80 que a agência governamental CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, passou a catalogar os acidentes envolvendo óleo.

Em janeiro de 1951, o petroleiro Cerro Gordo pegou fogo enquanto descarregava derivados de petróleo no terminal da Ilha de Barnabé. Também ocorreu outro incêndio em um petroleiro, chamado de Guaporé no ano de 1969. Em 1974, ocorreram três acidentes, o primeiro em janeiro com o incêndio do cargueiro *Ais Georgius* que foi agravado por explosões devido a resinas e óleo de pinho entre outros materiais que estavam nos porões; em julho a explosão de um tanque de petroquímicos na Ilha de Barnabé gerou um derrame de 3.150L de tolueno no estuário; e em agosto o petroleiro *Takimyia Maru* ao se chocar com algumas rochas submersas teve alguns tanques rompidos, ocasionando um vazamento de 6.000 toneladas de petróleo no mar (CETESB, 2012).

No ano de 1971 ocorreram dois acidentes, o primeiro com o petroleiro *Brazilian Marina* que se chocou com rochas no Canal de São Sebastião e derramou 6.000 toneladas de petróleo, o que acabou poluindo 20 praias da região. Durante esse período a Petrobras e CETESB não

detinham de técnicas e recursos específicos para lidar com um desastre desta relevância, devido a isso a CETESB acionou a Agência de Proteção Ambiental e a Guarda Costeira dos Estados Unidos para ajudar na tomada das ações de resposta, dispersantes químicos foram utilizados na limpeza e nas praias foram utilizadas técnicas mecânicas; o segundo acidente foi a explosão do petroleiro Visconde de Cairú ao colidir com o píer do terminal de São Sebastião. Neste mesmo ano foi criado o Comitê de Defesa do Litoral Paulista (CODEL) com o intuito de estruturar as ações de resposta e prevenção aos acidentes com óleo (CETESB, 2012).

Em outubro de 1991, dois tanques do terminal Petroquímicos da Ilha de Barnabé incendiaram e em 1998, também na ilha, um caminhão explodiu enquanto era carregado e parte do produto chegou ao estuário através das canaletas pluviais (CETESB, 2012).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais

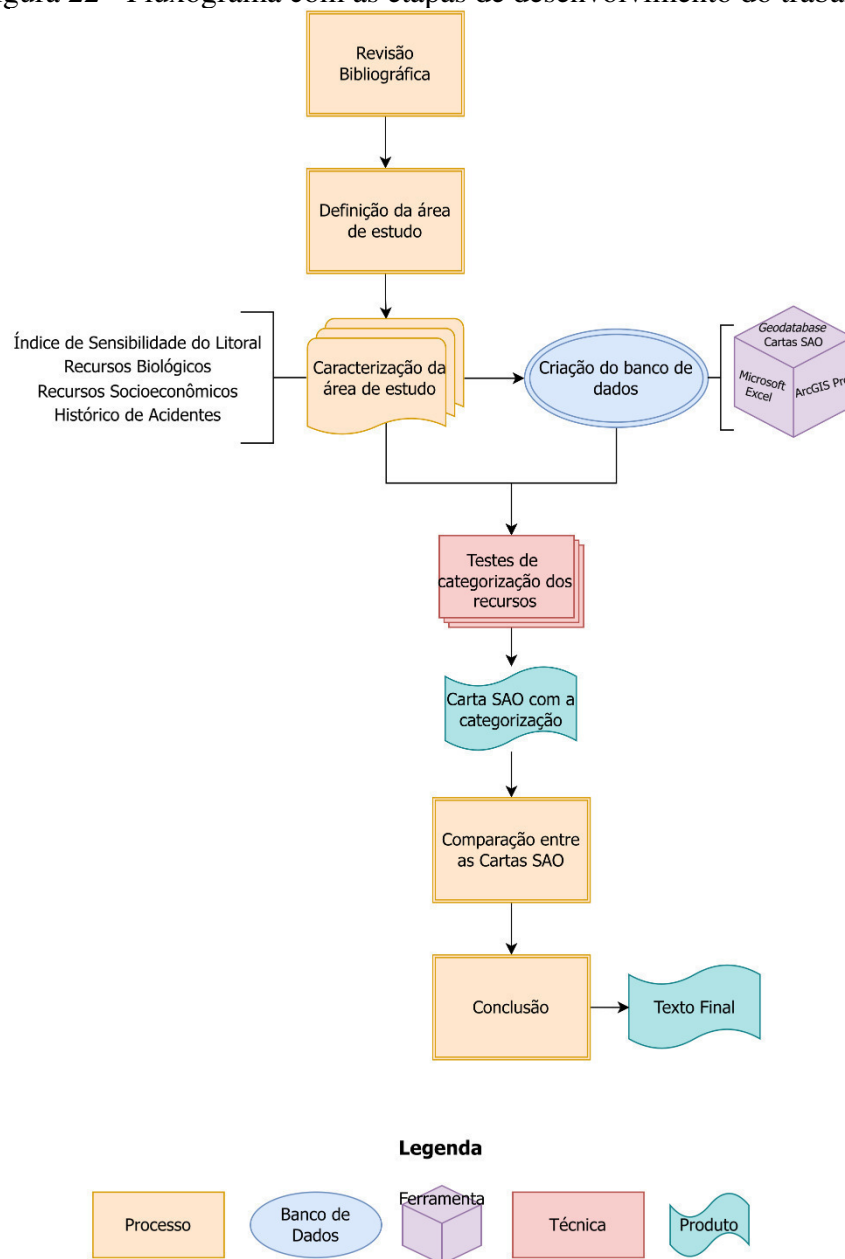
Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: levantamento bibliográfico, base cartográfica do Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos (Geoprocessamentos e Cartas SAO da Bacia de Santos - UNESP/Rio Claro, 2020), e os *softwares* *ArcGis Pro* 2.8.2 e Microsoft Excel. O material cartográfico utilizado do projeto foi:

- Carta Operacional de Sensibilidade ao Óleo SAN 215 – Estuário de Santos, escala 1:25.000;
- Carta Tática de Sensibilidade ao Óleo SAN 24 – Estuário de Santos, escala 1:100.000.

5.2 Métodos

Para a realização desse trabalho foram efetuadas várias etapas, conforme o Fluxograma da Figura 22. Cada etapa utilizou métodos específicos para sua execução.

Figura 22 - Fluxograma com as etapas de desenvolvimento do trabalho.



Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.1 Revisão bibliográfica

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica utilizando dissertações, teses, artigos, livros, etc. para a fundamentação técnica e teórica, além do mais esse processo foi mantido durante todo o trabalho. Os acervos foram consultados em bibliotecas digitais como a Athena da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Universidade de São Paulo (USP), *ScienceDirect*, *ResearchGate*, *SciELO - Scientific Electronic Library Online* e de órgãos públicos como Ministério do Meio Ambiente (MMA), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e da Marinha do Brasil.

5.2.2 Definição da área de estudo

A área de estudo foi escolhida com base em critérios de relevância econômica e de alta variação dos recursos socioeconômicos, ou seja, devido à presença do Porto de Santos, o maior da América Latina, há variação também de biológicos e as diferenças do meio físico proporcionam diversas classes do índice de sensibilidade do litoral (ISL).

5.2.3 Caracterização da área de estudo

Esta etapa foi realizada através de pesquisas bibliográficas sobre a região destacando a localização da Bacia Marítima de Santos, densidade populacional, os municípios presentes no Estuário de Santos, o levantamento dos dados sobre os recursos socioeconômicos e biológicos presentes e o histórico de acidentes relacionados a derrames de óleo.

5.2.4 Criação do banco de dados

Após a definição da área de estudos, o banco de dados foi criado inicialmente importando para o *software ArcGis Pro 2.8.2* o levantamento feito pelo Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos na forma de *geodatabase* (armazenamento de dados geográficos). Com os dados já georreferenciados no *software*, foram adicionadas as cores das classes do índice de sensibilidade e os ícones para cada classe dos recursos, seguido de sua nomenclatura. O Quadro 2 apresenta as feições dos dados vetoriais utilizados.

Quadro 2 - Feições dos arquivos vetoriais utilizados.

Arquivo	Tipo de Feição	Escala de Mapeamento
Índice de sensibilidade do litoral (ISL)	Linha	1:2.300
Recursos Biológicos	Ponto	1:2.300
Recursos Socioeconômicos	Ponto	1:2.300

Fonte: Elaborado pela autora.

Posteriormente a tabela de atributos foi exportada do *ArcGis Pro* e importada no Microsoft Excel, pois nesse programa o processo de individualização e quantificação de cada classe de recurso e das classes do índice foi mais eficaz. Com a quantificação foram criados os gráficos de pizza e a tabela para ilustrar a variação de feições da área de estudo.

5.2.5 Testes de categorização dos recursos

5.2.5.1 Recursos socioeconômicos

Inicialmente pensou-se em criar um mapa de distribuição espacial apenas considerando a disposição dos pontos, ou seja, pela densidade de pontos existente, mas este método se mostrou insuficiente para demonstrar a sensibilidade dos recursos socioeconômicos da região, portanto foi proposta a criação de uma valoração da sensibilidade dos recursos, ou seja, foram atribuídos cargas/pesos para a sensibilidade deles e produzido um mapa de distribuição espacial baseado a partir desta valoração.

Desta forma, para esta etapa foi necessário realizar uma ordenação dos recursos socioeconômicos, sendo desenvolvida uma planilha por meio do Microsoft Excel, para coordenar a distribuição dos dados. Os recursos socioeconômicos foram organizados em classes e seus respectivos grupos, como pode ser observado no Quadro 3. Após essa distribuição, foi realizada uma adaptação do método matrizes de interações.

Quadro 3 - Ordenação dos recursos socioeconômicos

Recursos Socioeconômicos		
Grupo	Classe	Quantidade
Áreas Sob Gestão Especial	Corpos d'água	1
	ETA/ ETE	2
	Fortaleza / forte histórico	7
	Instalações militares	4
	Instituição de pesquisa	3
	Unidade de conservação marinha	8
	Unidade de conservação terrestre	12
Total		37
Cultural	Farol	1
	Local de interesse histórico / geológico	15
	Reserva indígena/comunidade tradicional/remanescente de quilombo	4
Total		20
Impactos Antrópicos	Dragagem	2
	Emissário submarino	3
	Lançamento de esgoto	13
	Lixo	8
Total		26
Ocupação	Antena de telefonia	1
	Bombeiro	15
	Cemitério	7
	Comércio	43
	Escola	101
	Fazenda	1

	Hospital	14
	Igreja	4
	Indústria	7
	Órgão ambiental	4
	Órgão público	13
	Palafitas	38
	Posto de saúde	9
	Posto policial	5
Total		262
Recreação	Área de banho	12
	Camping	1
	Casas residenciais/ veraneio	88
	Ferry-boat	10
	Hotel/ resort	15
	Marina/ iate clube	32
	Mirante	1
	Praia	46
Total		205
Resposta	Depósitos de equipamentos/área de concentração dos equipamentos	2
	Refinaria de petróleo	1
	Terminal de petróleo	6
Total		9
Transporte	Aeroporto	1
	Ancoradouro trapiche	42
	Embarcações de grande porte	25
	Embarcações de pequeno porte	29
	Estaleiro	5
	Estrada de acesso à costa	5
	Garagem náutica	5
	Heliporto/ heliponto	18
	Pier	45
	Ponte ferroviária	1
	Portos e atracadouros	30
	Posto de gasolina	11
	Rampa para barcos	21
	Tráfego de barcas	3
Total		241
Uso / Extração de Recursos Naturais	Aquicultura	2
	Complexo industrial com uso/estoque de derivados de petróleo	1
	Curral marinho	1

	Indústria pesqueira	1
	Mineração	6
	Pesca artesanal	58
	Pesca recreativa	14
	Terminal de desembarque de pescado	4
	Terminal graneleiro	3
Total		90

Fonte: Elaborado pela autora.

A matriz foi montada com as classes dos recursos socioeconômicos compondo as linhas, e as colunas foram formadas pelos critérios estabelecidos, como: legislação de proteção, risco à saúde e importância socioeconômica. Para o preenchimento da matriz foram considerados os impactos negativos decorrentes de um derrame de óleo e a sensibilidade equivalente para cada classe do recurso. A atribuição da valoração foi de 1 a 4, equivalente à classificação de baixa a muito alta, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Condições para a atribuição da valoração

Classificação	Valoração	Carga	Descrição
Muito Alta	4	10-12	Impacto na escala operacional e tática e/ou de consequência irreversível, mesmo com ações mitigadoras, com danos pessoais irreversíveis
Alta	3	7-9	Impacto na escala operacional e tática e/ou consequência reversíveis com ações mitigadoras, com danos pessoais reversíveis
Média	2	4-6	Impacto considerável ao local de ocorrência, reversível com ações mitigadoras, com danos pessoais reversíveis
Baixa	1	3	Impacto desprezível/restrito ao local de ocorrência, reversível, sem possibilidade de danos pessoais

Fonte: Elaborado pela autora.

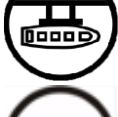
A sensibilidade foi determinada através do preenchimento da matriz, onde cada classe de recursos socioeconômico, as quais formavam as linhas, recebiam uma valoração em cada uma das três colunas correspondente ao critério avaliado: legislação de proteção, risco à saúde e importância socioeconômica. Dessa forma, o valor correspondente da sensibilidade foi a somatória das valorações de cada linha dos recursos. Este campo foi classificado como carga e a matriz criada no Microsoft Excel, para atribuir a sensibilidade dos recursos pode ser observada na Tabela 2. No *software ArcGis Pro* um novo campo foi adicionado à tabela de atributos do arquivo de pontos que representam os recursos socioeconômicos da região de estudo. Este campo foi classificado como carga, e seus valores foram importados da tabela criada no Microsoft Excel.

Tabela 2 - Matriz de valoração dos recursos socioeconômicos

Recursos Socioeconômicos		Valoração			Atribuições	
		Critérios				
Ícones	Classe	Legislação de Proteção	Risco à Saúde	Importância Socioeconômica	Cor	Carga
	Corpos d'água	4	2	2		8
	ETA/ ETE	1	1	1		3
	Fortaleza / forte histórico	1	1	1		3
	Instalações militares	1	1	1		3
	Instituição de pesquisa	1	2	4		7
	Unidade de conservação marinha	4	4	3		11
	Unidade de conservação terrestre	4	4	4		12
	Farol	1	1	1		3
	Local de interesse histórico / geológico	4	2	2		8
	Reserva indígena/comunidade tradicional/remanescente de quilombo	4	4	2		10
	Dragagem	1	1	1		3
	Emissário submarino	1	1	1		3
	Lançamento de esgoto	1	1	1		3

	Lixo	1	1	1		3
	Antena de telefonia	1	1	1		3
	Bombeiro	1	1	1		3
	Cemitério	1	1	1		3
	Comércio	1	1	1		3
	Escola	1	1	1		3
	Fazenda	1	1	1		3
	Hospital	1	2	1		4
	Igreja	1	1	1		3
	Indústria	1	1	1		3
	Órgão ambiental	1	1	1		3
	Órgão público	1	1	1		3
	Palafitas	2	4	1		7
	Posto de saúde	1	2	1		4
	Posto policial	1	1	1		3

	Área de banho	4	4	4		12
	Camping	1	2	2		5
	Casas residenciais/ veraneio	1	3	3		7
	Ferry-boat	1	1	1		3
	Hotel/ resort	1	2	2		5
	Marina/ iate clube	1	1	1		3
	Mirante	1	1	1		3
	Praia	4	4	4		12
	Depósitos de equipamentos/ área de concentração dos equipamentos	1	1	1		3
	Refinaria de petróleo	1	1	1		3
	Terminal de petróleo	1	1	1		3
	Aeroporto	1	1	2		4
	Ancoradouro trapiche	1	1	1		3
	Embarcações de grande porte	1	1	1		3
	Embarcações de pequeno porte	1	1	1		3

	Estaleiro	1	2	2		5
	Estrada de acesso à costa	1	1	1		3
	Garagem náutica	1	1	1		3
	Heliporto/ heliponto	1	1	2		4
	Pier	1	1	1		3
	Ponte ferroviária	1	1	1		3
	Portos e atracadouros	1	3	3		7
	Posto de gasolina	1	1	1		3
	Rampa para barcos	1	1	1		3
	Tráfego de barcas	1	1	1		3
	Aquicultura	4	4	4		12
	Complexo industrial com uso/estoque de derivados de petróleo	1	1	1		3
	Curral marinho	2	4	4		10
	Indústria pesqueira	1	4	4		9
	Mineração	1	1	2		4

	Pesca artesanal	4	4	4		12
	Pesca recreativa	4	3	1		8
	Terminal de desembarque de pescado	1	1	3		5
	Terminal graneleiro	1	1	2		4

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a representação da distribuição espacial destes recursos na área de estudo foi gerado um mapa de distribuição espacial através da ferramenta *Kernel Density* (Densidade de Kernel), por meio da qual é possível calcular a densidade dos recursos existentes em relação aos que estão ao seu redor (sua vizinhança). Ao determinar o valor de população, o qual é adicionado no campo de preenchimento, esse valor potencializa a contagem do ponto, por exemplo, ao preencher com o número 4 este ponto será contato 4 vezes, ou seja, terá uma carga 4.

Por meio do processo citado acima, a sensibilidade dos recursos socioeconômicos foi representada no mapa de distribuição espacial, atribuindo maior relevância às classes mais sensíveis. A fórmula matemática utilizada pela ferramenta *Kernel Density* está representada na Equação 1.

$$Densidade = \frac{1}{(raio)^2} \sum_{i=1}^n \left[\frac{3}{\pi} \cdot pop_i \left(1 - \left(\frac{dist_i}{raio} \right)^2 \right)^2 \right] \quad (1)$$

Onde:

$i = 1, \dots, n$ são os pontos de entrada. Apenas são incluídos pontos na soma se eles estiverem dentro da distância do raio do local (x,y); pop_i é o valor do campo de preenchimento do ponto i, que é um parâmetro opcional; e $dist_i$ é a distância entre o ponto i e o local (x,y). É necessário que o valor de $dist_i$ seja maior que o raio.

Para o algoritmo de Kernel a unidade de medida definida foi em quilômetros, o tamanho da célula foi 1×10^{-4} e o raio foi atribuído pelo próprio software.

Antes da confecção da Carta SAO, com a forma de representação proposta, alguns testes foram realizados para obter o melhor resultado para o mapa de distribuição espacial, dentre eles o tamanho da célula, que não forneceu grandes diferenças significativas. Os outros foram realizados na *Layer Symbolology*, tratam-se de tentativas para melhorar a visualização do resultado, antes da confecção da Carta SAO, com a forma de representação proposta, para isso os itens modificados foram: método de classificação dos dados, número de classes e cor.

No caso do método foi testado atribuir um intervalo manualmente, com a opção *manual interval* e *equal interval*, porém a resposta obtida não foi interessante, outros métodos disponíveis pelo *software* foram aplicados, a fim de se obter uma resposta que se mostrasse interessante. Dessa forma optou-se pelo método *Natural breaks (Jenks)*, o qual fornece destaque maior aos valores diferentes e agrupa da melhor forma possível os valores semelhantes, com ele é possível melhorar a representação da categorização realizada. Para o número de classe foi definido 4, o qual promove uma boa representação e se mantém concordante com as atribuições de valoração em quatro níveis para determinação da carga.

Por fim, foram realizados testes de cor para o mapa de distribuição espacial, inicialmente foi utilizada a escala de cores quentes e a escala com cores semafóricas, pois apresentam uma boa visualização de valores baixos (tons verdes) e mais altos (tons vermelhos), porém devido às características das Cartas SAO, que já utilizam estas cores em sua composição, seja nos manguezais (vermelho), seja nas representações das áreas de distribuição, nidificação ou alimentação de aves e áreas de proteção (verde), o mapa de distribuição espacial poderia ser facilmente confundido, deste modo criou-se um gradiente marrom para amarelo alterando as composições de cores vermelho/red, verde/green e azul/blue (RGB) de cada intervalo do mapa. Este gradiente estabelecido foi o que se demonstrou mais pertinente e se destacou do restante das informações do mapa.

Como produto do geoprocessamento das informações adicionadas no *software* o método aplicado e as escolhas feitas, para melhorar o processamento destes dados, obteve-se o resultado em 4 intervalos numéricos correspondentes às classes, representando unidades por quilômetro quadrado, mas a fim de se gerar um produto que fornecesse uma leitura mais intuitiva e rápida das cartas, as classes foram renomeadas para cada intervalo numérico e adicionadas a legenda do *layout* final das Cartas SAO proposta, essa reclassificação pode ser observada no Quadro 5.

Quadro 5 - Reclassificação dos intervalos do mapa de distribuição espacial dos recursos socioeconômicos

Recursos Socioeconômico		
Cor	Intervalo das Classes	Classificação
	0,202 - 5,433	Baixa
	5,434 - 13,482	Média
	13,483 - 24,349	Alta
	24,35 - 51,313	Muito Alta

Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.5.1 Recursos biológicos

Já para os recursos biológicos a abordagem foi diferente, devido à complexidade e a demanda superior de tempo necessária para definir a sensibilidade da fauna e flora aquática presente na região, pois é necessário um levantamento biológico e ecológico das características de cada grupo e subgrupo, por especialistas das áreas para avaliar a sensibilidade de cada um.

Os recursos biológicos também foram organizados para que fosse feito um levantamento das espécies de cada grupo, como pode ser observado no Quadro 6. Desta forma, foi desenvolvido um mapa de distribuição espacial apenas considerando a densidade de pontos representativos dos recursos biológicos, através da ferramenta *Kernel Density*, a qual utiliza a Equação 1, mas não foi definido um valor de carga. A fim de destacar melhor as potenciais áreas sensíveis, os ícones que representam espécies ameaçadas foram incluídos, de modo complementar ao mapa criado, e ajudar na identificação das áreas que requerem mais atenção.

Quadro 6 - Ordenação dos recursos biológicos

Recursos Biológicos		
Classe	Grupo	Quantidade
Mamíferos Terrestres	Carnívoros	13
	Marsupiais	9
	Morcegos	9
	Roedores	11
Total		42
Mamíferos Aquáticos	Grandes Cetáceos	3
	Pequenos Cetáceos	7
Total		10
Aves	Aves Aquáticas Continentais	61
	Aves de Rapina	30
	Aves Limícolas	13
	Aves Marinhas Costeiras	27
	Aves Marinhas Pelágicas	2

	Aves Terrestres	48
Total		181
Peixes	Demersal	46
	Pelágico	31
Total		77
Anfíbios	Anuros	44
	Gymnofiona	11
Total		55
Répteis	Crocodilianos	14
	Ofídios	26
	Quelônios	45
	Squamata	33
Total		118
Invertebrados Marinhos	Bivalves	36
	Cefalópodes	2
	Crustáceos	83
	Equinodermos	8
Total		129
Algas e Plantas Aquáticas	Bancos de Algas e Plantas Aquáticas	23
Total		23

Fonte: Elaborado pela autora.

Para o algoritmo de Kernel, no caso dos recursos biológicos, a unidade de medida definida também foi em quilômetros, o tamanho da célula foi 3×10^{-3} e o raio foi atribuído pelo próprio software. Foram realizados os mesmos testes feitos com os recursos socioeconômicos para melhorar a representação do mapa de distribuição espacial. Neste caso utilizou-se o método *quantile* (quantil) para classificação dos dados, pois trata-se da melhor forma de representação para dados lineares, como no caso em questão. O número de classes criadas foi aumentado para 6, a fim de corrigir os possíveis agrupamentos de quantidades diferentes, evitando um resultado enganoso do mapa. Já para a cor, pensando nas condições das Cartas SAO, foi escolhido um gradiente roxo e rosa impossibilitando as confusões de pigmentos.

Para representar somente os ícones das espécies ameaçadas foram realizados uma filtragem e levantamento na tabela de atributos dos recursos, com isso novas *features* de pontos foram geradas para cada grupo dos recursos biológicos ameaçados. A simbologia estabelecida no Manual de Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração das Cartas SAO do Ministério do Meio Ambiente (MMA) foi mantida.

Como explicado para os recursos socioeconômicos, as classes criadas no mapa de distribuição espacial dos recursos biológicos também foram reclassificadas, a fim de facilitar a

compreensão, neste caso o número de intervalo de classes foi 6, como apresentado no Quadro 7. Como não foi atribuída uma valoração para os recursos biológicos a classificação, de muito baixa a extremamente alta, foi definida somente com base nos intervalos gerados pelo mapa de distribuição espacial, ou seja, decorrentes da densidade de pontos representativos dos recursos socioeconômicos.

Quadro 7 - Reclassificação dos intervalos do mapa de distribuição espacial dos recursos biológicos

Recursos Biológicos		
Cor	Intervalo das Classes	Classificação
	118,289 - 591,441	Muito Baixa
	591,442 - 1.419,46	Baixa
	1.419,461 - 3.193,784	Média
	3.193,785 - 6.269,28	Alta
	6.269,281 - 12.065,406	Muito Alta
	12.065,407 - 30.163,516	Extremamente Alta

Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.6 Carta SAO com a categorização dos recursos socioeconômicos e biológicos

Para a criação das Cartas SAO, com a categorização proposta, foi montado um *layout* no *software ArcGis Pro*, organizando todos os dados disponíveis no banco de dados criado, e propiciando que as cartas pudessem ser exportadas e salvas. Este *layout* segue o padrão cartográfico desenvolvido pelo grupo do Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos (Geoprocessamentos e Cartas SAO da Bacia de Santos - UNESP/Rio Claro, 2020).

A fim de não sobrecarregar as cartas com muitas informações, priorizou-se a separação em dois grupos de Cartas SAO, um com a categorização dos recursos socioeconômicos e outro com os recursos biológicos. Com o intuito de facilitar as exportações foi criado um conjunto de *layouts* interligados com as articulações das Cartas SAO, desenvolvidas no projeto, através da ferramenta *Map Series*, com a opção *spatial*, a qual cria os *layouts* dos dados disponíveis no mesmo *Map*.

5.2.7 Comparação entre as Cartas SAO

Esta etapa consiste na comparação entre as Cartas SAO que utilizam a metodologia consagrada e a proposta neste trabalho, que considera a categorização da sensibilidade dos recursos socioeconômicos e também a mudança na representação dos recursos biológicos. Para isso foi feita a análise comparativa em trechos das articulações escolhidas em diferentes pontos

da Bacia Marítima de Santos, a fim de se destacar pontos com baixa, média e alta sensibilidade dos recursos e compreender o quão efetiva foi a elaboração destes mapas de distribuição espacial no intuito de complementar as Cartas SAO já utilizadas. Essas discussões são apresentadas no capítulo de resultados desta monografia.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após todo o compilado dos dados e as etapas de geoprocessamento no *software ArcGis* foi possível confeccionar dois mapas de distribuição espacial, um para representar os recursos socioeconômicos e outro para os recursos biológicos da área de estudo. Novas Cartas SAO foram produzidas utilizando os mapas de distribuição espacial para representatividade dos recursos, e neste capítulo serão discutidos os resultados obtidos durante este projeto.

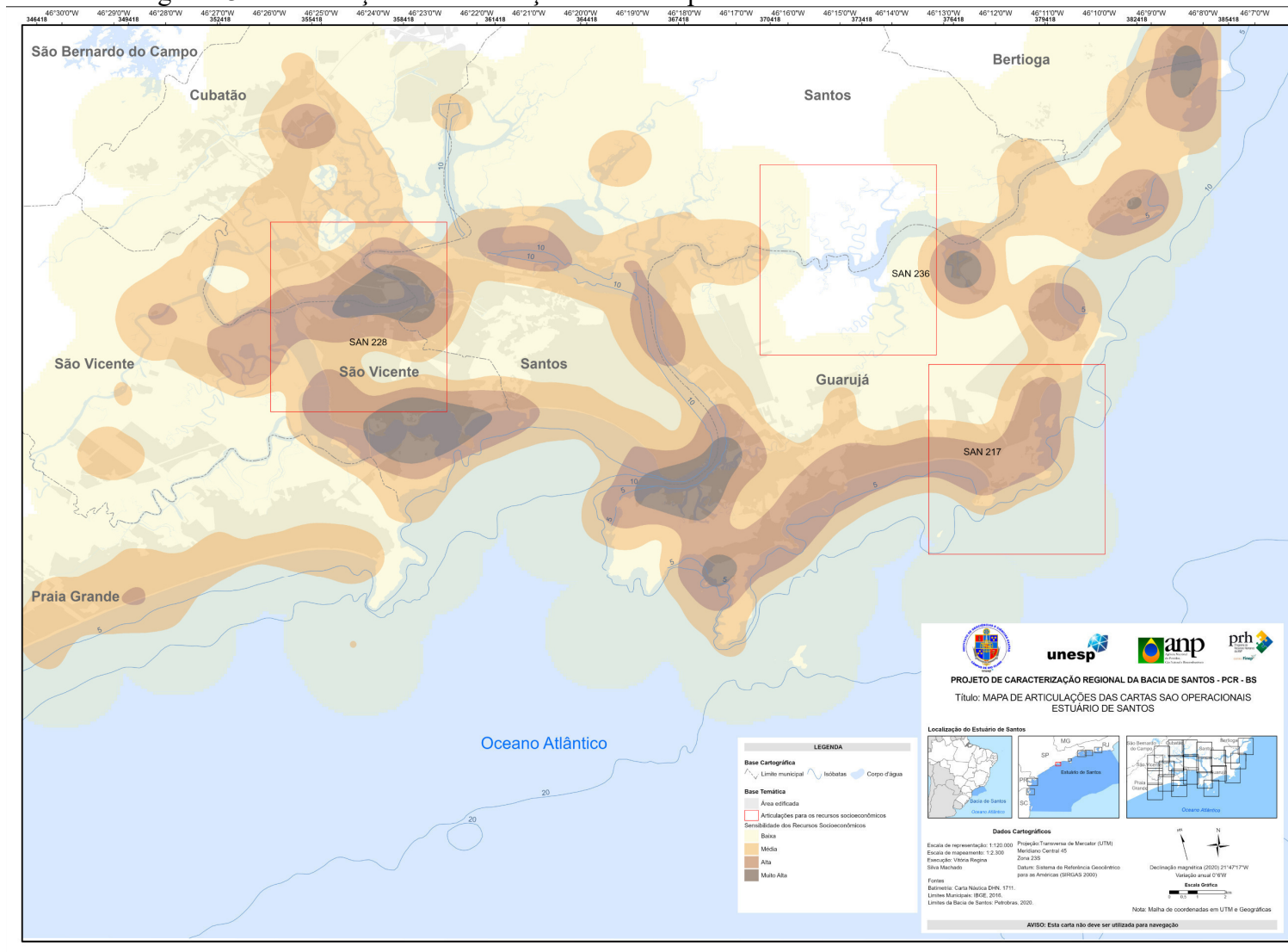
Para fazer a interpretação foram geradas cartas com o mapa de distribuição espacial referente aos recursos socioeconômicos e outras relativas aos biológicos, para cada carta apresenta-se a correspondente gerada com a metodologia conceituada a fim de destacar a efetividade do mapa de distribuição espacial em facilitar as interpretações e as tomadas de decisão em um eventual acidente envolvendo derramamento de óleo.

Todas as Cartas SAO produzidas e as correspondentes estão disponibilizadas nos anexos desta monografia.

6.1 Mapa de distribuição espacial dos recursos socioeconômicos

A Figura 23 mostra o mapa de articulação das Cartas SAO em escala operacional, e destacado em vermelho são as cartas selecionadas para realizar a discussão e apresentar os resultados gerados. Para os recursos socioeconômico foram escolhidas as cartas SAN 217, SAN 218 e SAN 236.

Figura 23 - Localização das articulações utilizada para a análise dos recursos socioeconômicos



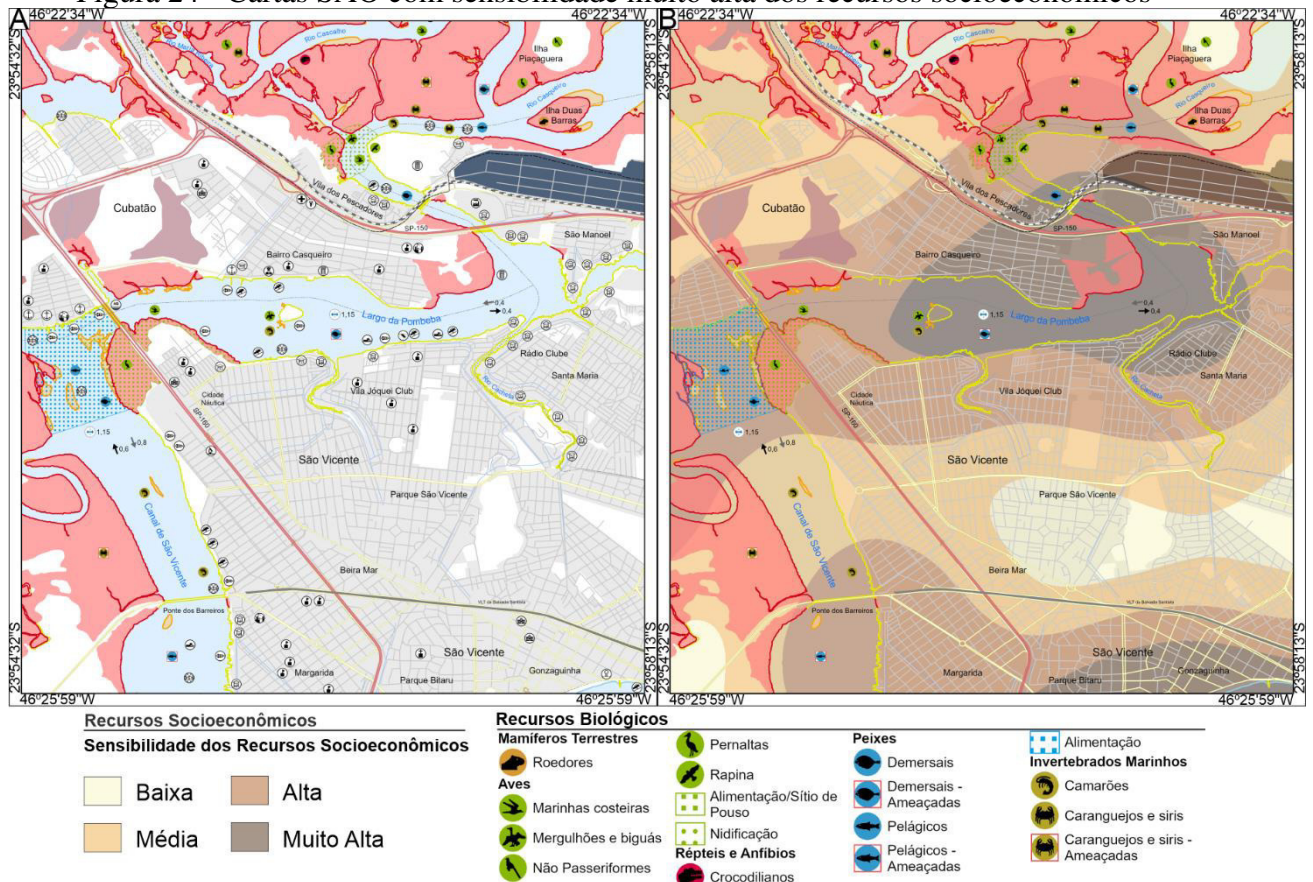
Fonte: Elaborado pela autora.

Os recursos socioeconômicos estão distribuídos por toda a área de estudo, existe uma ampla ocorrência na linha de costa e também no continente, com exceção das áreas de mangue e algumas ocorrências isoladas em direção ao mar, como áreas de conservação marinha e pesca. A distribuição dos recursos também não apresenta relação direta com as classes do índice de sensibilidade do litoral, com exceção do ISL 10, por se tratar de áreas de mangue há uma ausência dos recursos socioeconômicos.

A Figura 24 representa uma região com classificação de muito alta densidade e sensibilidade dos recursos socioeconômicos da área de estudo. Essa região apresenta um grande número de recursos mapeados, além de possuírem uma alta valoração de sensibilidade determinada neste trabalho, através de consultas bibliográficas sobre as legislações pertinentes, avaliação dos riscos à saúde da população adjacente e a importância econômica decorrente da atividade para as pessoas.

A Figura 24A mostra a Carta SAO, classificada como SAN 228, para a localidade de São Vicente e Cubatão, municípios pertencentes ao Estuário de Santos, já a B apresenta a Carta SAO com o resultado do mapa de distribuição espacial proposto desta área. A resposta alta é decorrente da alta concentração dos recursos e o alto predomínio dos recursos classificados como uma sensibilidade muito alta e alta concentrados em uma mesma região.

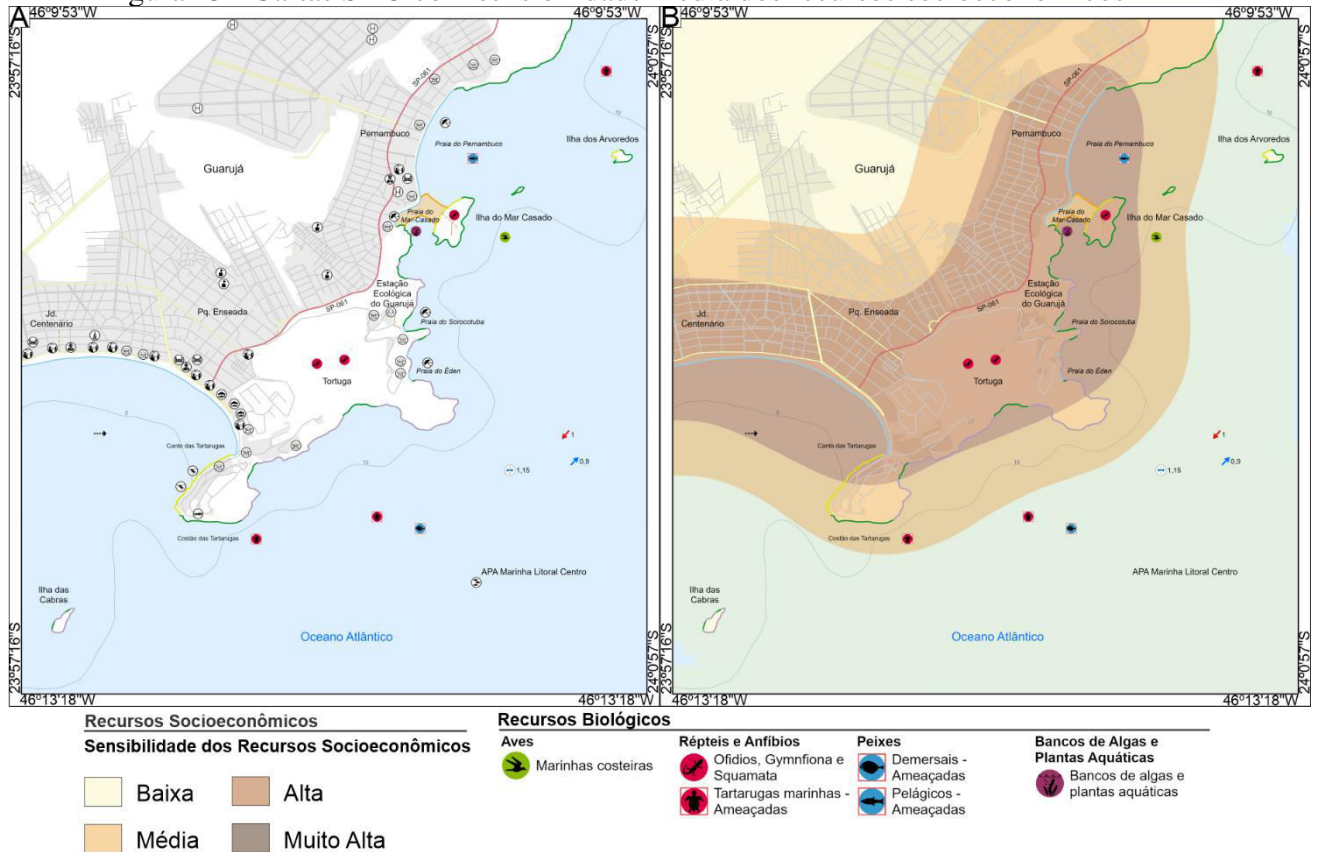
Figura 24 - Cartas SAO com sensibilidade muito alta dos recursos socioeconômicos



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 25 apresenta uma região com classificação média referente à sensibilidade e quantidade dos recursos, no município de Guarujá. A Figura 25A mostra a Carta SAO SAN 217 produzida para região e a B a carta com o mapa de distribuição espacial proposta. Neste caso, a classificação da sensibilidade é decorrente da quantidade dos recursos presentes, e pela variação da sensibilidade determinada, há recursos classificados com baixa, média e alta sensibilidade, dessa forma não há uma concentração dos valores e sim um valor mediano para eles, determinando a sensibilidade média do índice do mapa de distribuição. Os recursos socioeconômicos estão distribuídos pela linha de costa e a feição do mapa de distribuição espacial acompanha perfeitamente a forma de ocorrência, recriando a nova visualização facilitada por cor.

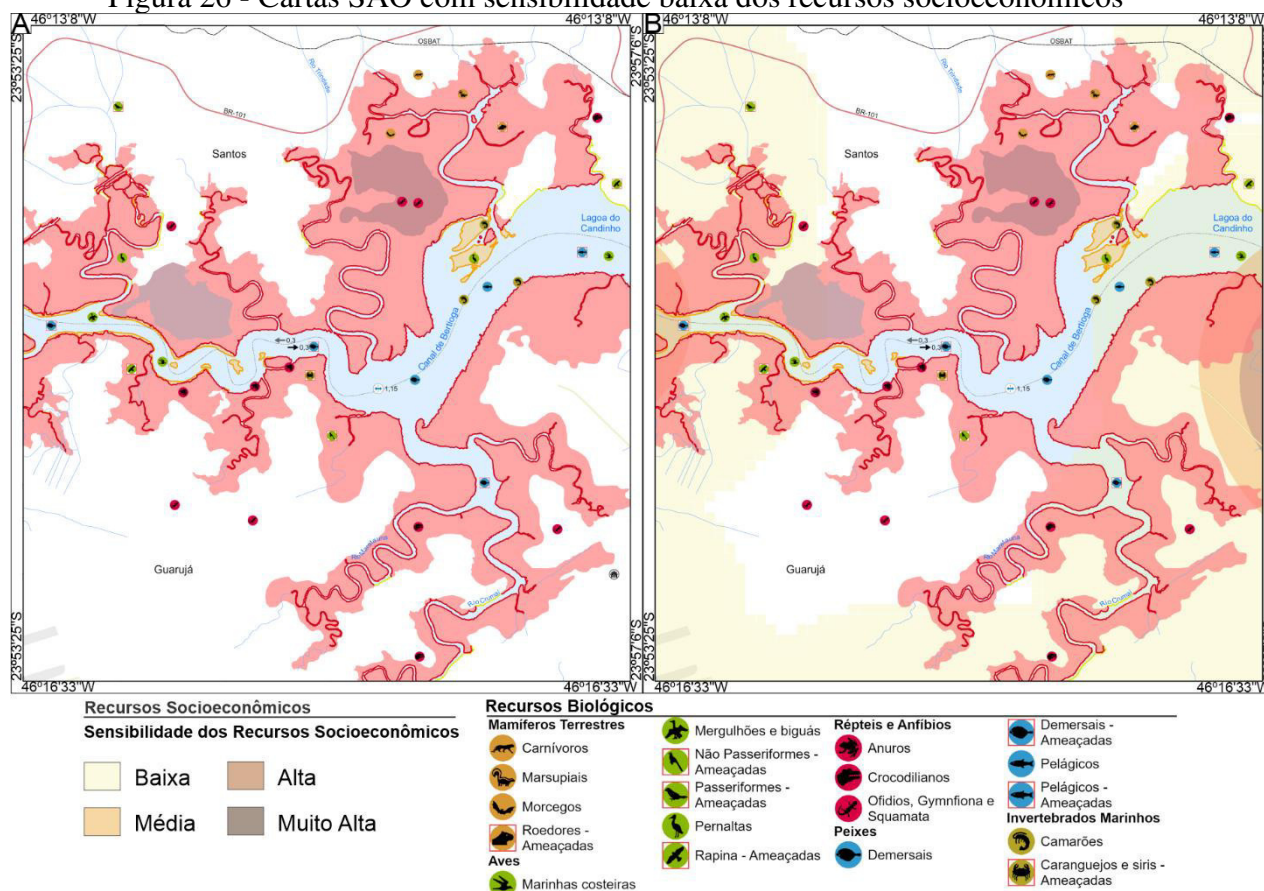
Figura 25 - Cartas SAO com sensibilidade média dos recursos socioeconômicos



Fonte: Elaborada pela autora.

No caso da Figura 26, a região é classificada como de baixa sensibilidade com relação à distribuição dos recursos socioeconômicos. A primeira imagem (A) corresponde à Carta SAO de uma região dos municípios de Santos e Guarujá, SAN 236, e em B, a carta da mesma região, realizada com a categorização proposta. Nesta circunstância a categorização é definida como baixa, devido à baixa densidade de recursos socioeconômico nesta região, este fato ocorre devido à existência de manguezal nesta localidade, impossibilitando o desenvolvimento de recursos socioeconômicos, e os poucos presentes, em sua maioria, possuem uma valoração baixa contribuindo para categorização baixa do mapa de distribuição espacial.

Figura 26 - Cartas SAO com sensibilidade baixa dos recursos socioeconômicos



Fonte: Elaborado pela autora.

Com a comparação entre as informações expostas pelas Cartas SAO usuais em relação a proposta, foi possível observar a eficiência do mapa de distribuição espacial dos ícones representativos dos recursos socioeconômico, no intuito de modificar a forma como são representados atualmente, além de evidenciar a sensibilidade destes recursos com a incorporação das cores do mapa.

Utilizando a Carta SAO proposta em conjunto com as usuais, as áreas de maior sensibilidade e concentração de recursos socioeconômico são facilmente identificadas e localizadas, assim como as classificadas com menor sensibilidade. Essa facilidade de interpretação e identificação auxilia na rápida tomada de decisão em casos de derrames de óleo, assim como no direcionamento das ações de limpeza e ajuda humanitária às populações. Essa representação proposta não tem como intuito substituir as já utilizadas, mas sim de complementar, e possivelmente ajudar na melhoria das representações dos recursos no geral.

O mapa de distribuição espacial dos recursos socioeconômicos demonstrou bons resultados. A metodologia escolhida e utilizada para a confecção cumpriu com o esperado, ao destacar a sensibilidade dos recursos e representá-los de forma clara em níveis de cores

distribuídas pela área de estudo, o Estuário de Santos, com isso os recursos socioeconômicos se destacam são também representados de acordo com sua valoração, deixando de ser representações coadjuvantes nas Cartas SAO.

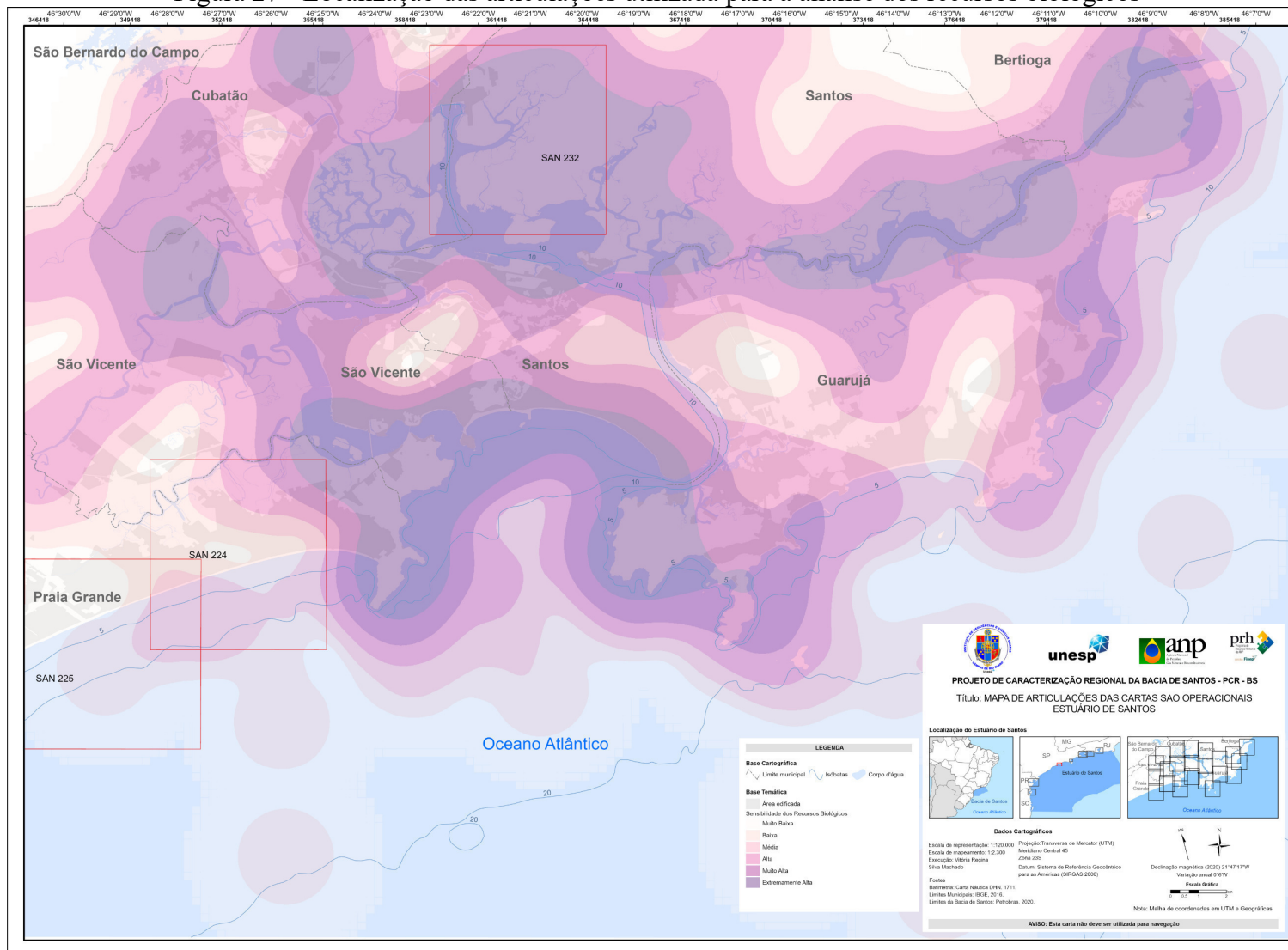
6.2 Mapa de distribuição espacial dos recursos biológicos

A Figura 27 mostra o mapa de articulação das Cartas SAO em escala operacional, e destacado em vermelho são as cartas selecionadas para testes de representação dos recursos biológicos, correspondendo a: SAN 224, SAN 225 e SAN 232.

De maneira geral, o maior número de ícones e polígonos representativos da ocorrência da biota ocorre em alguns pontos da linha de costa, nas drenagens e seus afluentes em direção ao continente, há poucas representações nas ilhas próximas e também em áreas de grande desenvolvimento urbano. A distribuição espacial da densidade dos recursos biológicos se concentrou a alta, muito alta e extremamente alta, devido à grande diversidade das espécies ocupantes da região, com isso até as áreas que possuem densidade variando de muito baixa a baixa apresentam algumas porções de média a alta dentro da escala operacional, na qual foram produzidas as Cartas SAO.

Diferente do caso dos recursos socioeconômicos, os recursos biológicos se estendem por toda a região, até mesmo nas áreas de mangue, onde a quantidade e a biodiversidade são elevadas. O mapa de distribuição espacial como uma nova forma de representação dos recursos biológicos demonstra a densidade de recursos existente na área avaliada em questão.

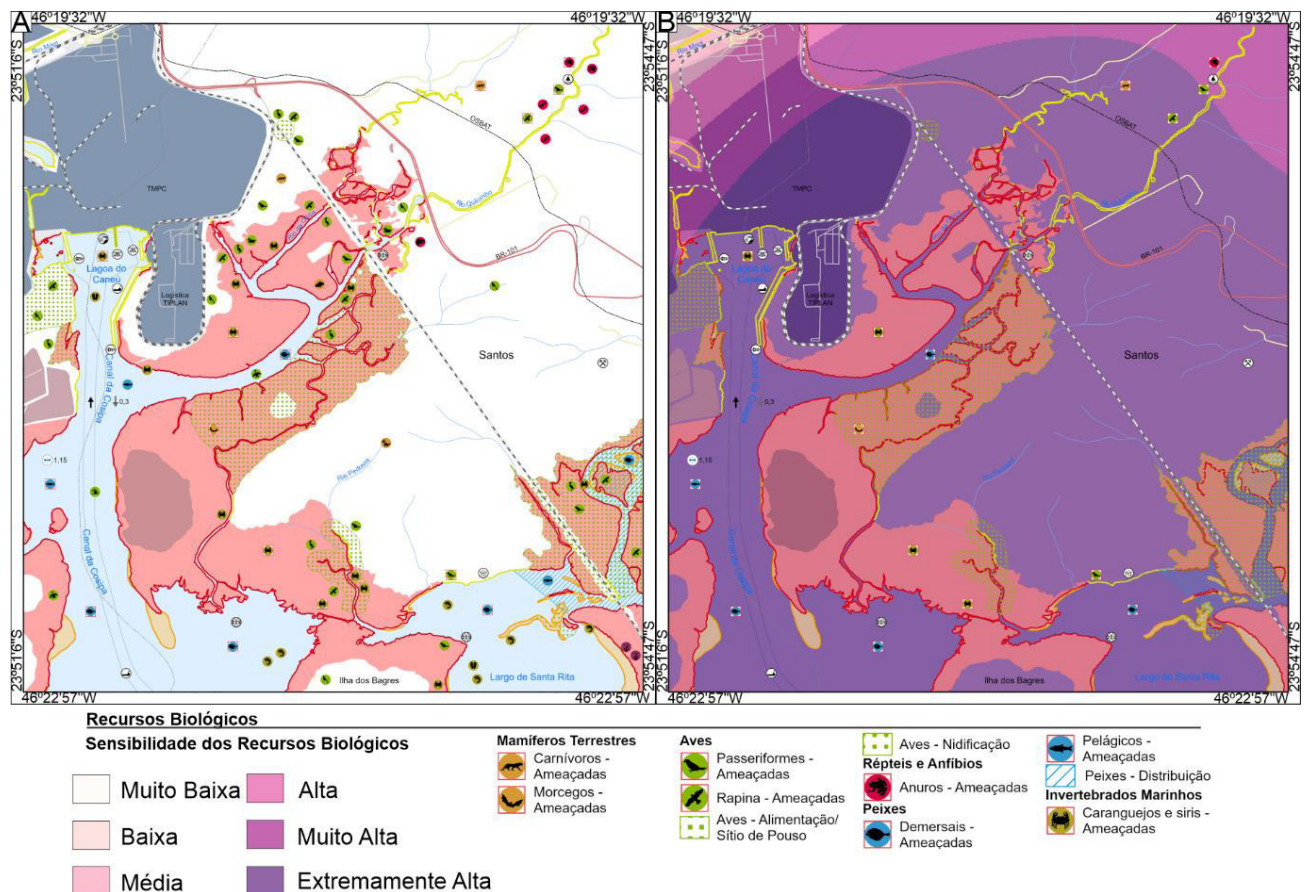
Figura 27 - Localização das articulações utilizada para a análise dos recursos biológicos



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 28 mostra uma densidade variando de extremamente alta a muito alta e alta para os recursos biológicos. A imagem A apresenta a Carta SAO em uma região do município de Santos, SAN 232, em B está a carta com a metodologia proposta para essa mesma localidade, onde é possível ver claramente gradações das densidades por meio das cores partindo de um roxo escuro para tons mais claros e rosados, com predomínio dos tons mais escuros. É importante destacar que esta área além de apresentar uma alta densidade de espécies, ainda possui diversos grupos ameaçados dentre mamíferos terrestres, aves, anfíbios, peixes e invertebrados marinhos, e também possui muitas áreas especiais dessas espécies, como áreas de alimentação, sítio de pouso, nidificação e distribuição.

Figura 28 - Carta SAO com densidade extremamente alta dos recursos biológicos



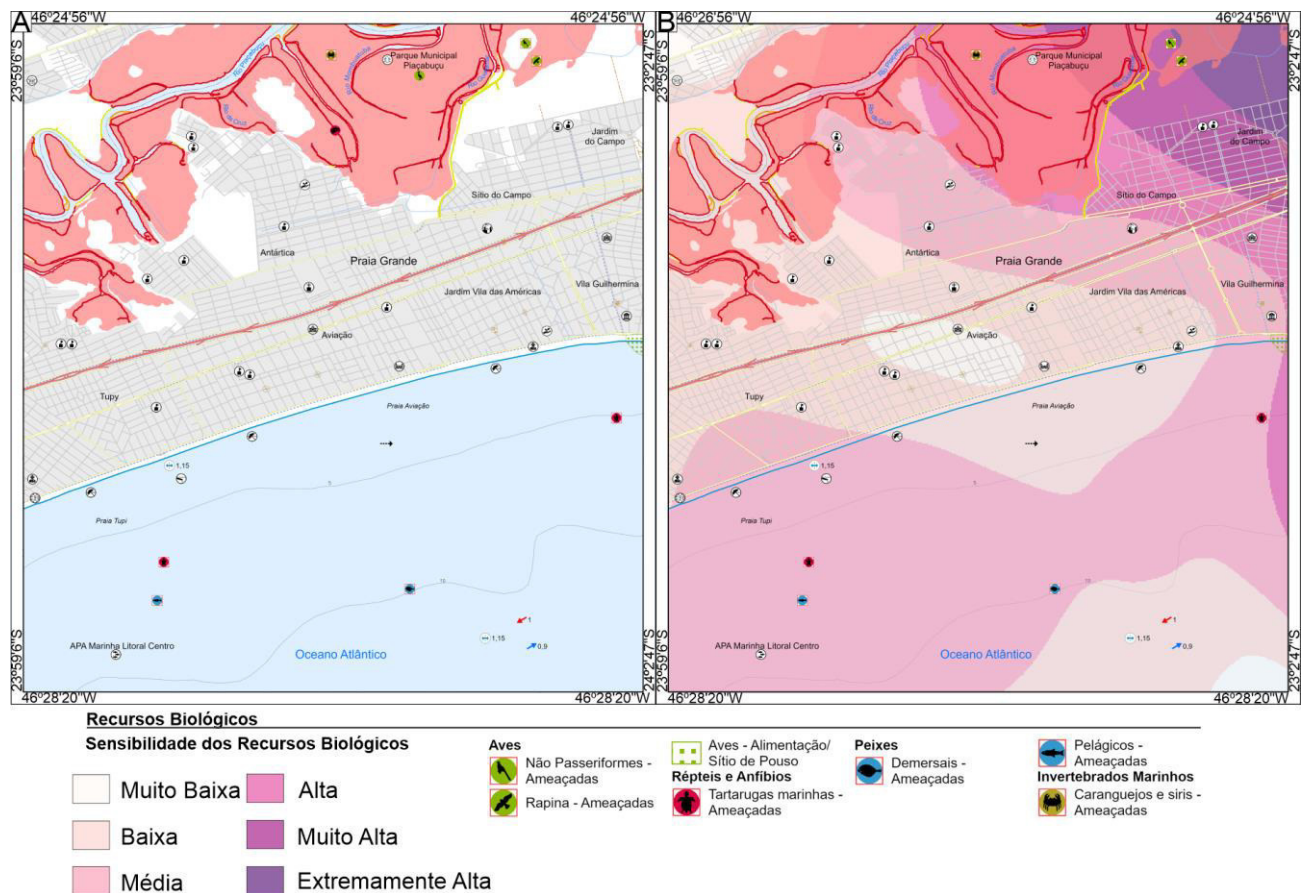
Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 29 representa o nível médio de classificação da densidade dos recursos biológicos. Em A a área da carta corresponde a trecho do município de Praia Grande, SAN 224, e em B encontra-se a representação proposta. Neste caso o número de espécies no local é mais baixo, o que proporcionou essa diferença no mapa de distribuição espacial, porém ainda é uma área com alguns grupos ameaçados, como aves, répteis, peixes e invertebrados marinhos. Nesta

região as áreas especiais não possuem tanto destaque, mas em um eventual acidente de derrame de óleo a existência das espécies ameaçadas demanda um cuidado maior com a região.

Sobretudo as regiões classificadas de média densidade são as mais difíceis de serem encontradas isoladas nas articulações, pois frequentemente possuem ao seu redor regiões de densidades alta a extremamente alta, com isso a análise de risco deve ser feita com cautela.

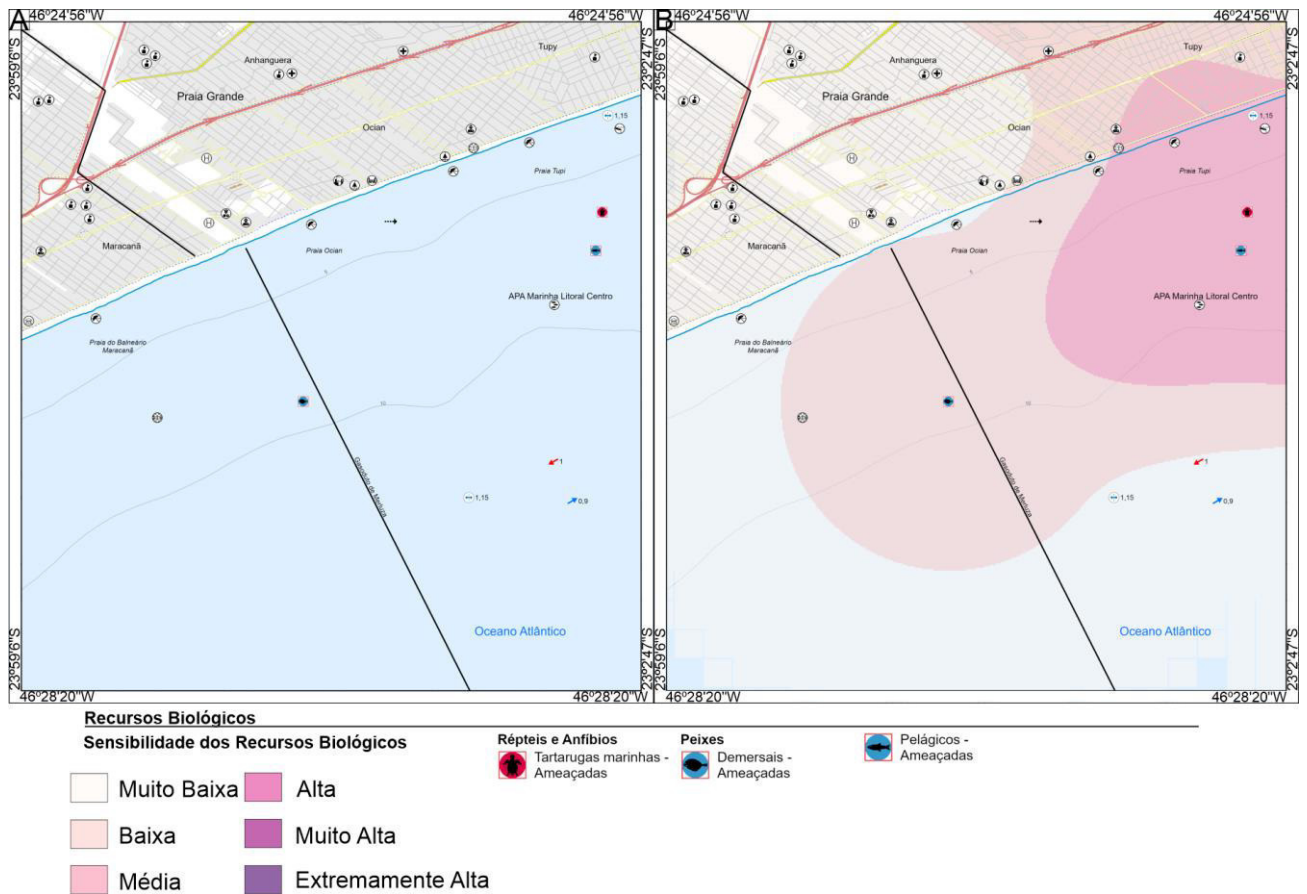
Figura 29 - Carta SAO com densidade predominantemente média dos recursos biológicos



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 30 as representações são de densidade baixa dos recursos biológicos. A carta selecionada localiza-se na linha de costa, próxima a áreas edificadas e com infraestrutura desenvolvida. A imagem A exibe a Carta SAO SAN 225, do município de Praia Grande, e a B apresenta a representação proposta, onde existe apenas a marcação de 3 pontos e coincidentemente são espécies ameaçadas, neste caso mesmo que a densidade esteja classificada com baixa e muito baixa o interessante é o alcance dessa representação na carta, ampliando o espaço de análise para a ocorrência das espécies ameaçadas. Em caso de acidente a região se destaca por possuir espécies ameaçadas.

Figura 30 - Carta SAO com densidade extremamente baixa dos recursos biológicos



Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação aos recursos biológicos, o método aplicado se mostrou ineficaz para representá-los em forma de área, como o mapa de distribuição espacial faz. Uma das questões sobre a representação problemática, como mapa de distribuição espacial, é atribuir uma maior extensão de ocorrência desses recursos, tendo em vista que algumas das espécies costumam ficar apenas na região em que foi avistada, sendo muitas vezes equivocada a expansão de sua área de ocorrência.

Além do mais, o mapa de distribuição espacial pode fornecer representações em locais em que as espécies ocorram, ou seja, não há mobilidade dessas espécies nessas regiões. Para definir melhor seria necessário realizar um estudo especializado para as características biológicas, ecológicas e também de locomoção.

A representação proposta para os recursos biológicos não demonstrou potencial para ser utilizada em conjunto com as Cartas SAO atuais, dessa forma deve se pensar em uma nova

forma de representação para os recursos que não comprometa a integridade dos dados e informações e consiga caracterizar os recursos e sua sensibilidade da melhor forma possível.

7 CONCLUSÃO

De maneira geral, a nova forma proposta de representação dos recursos socioeconômicos, diferente da atual, que apresenta somente ícones pontuais, se mostrou efetiva. O mapa de distribuição espacial criado para os recursos socioeconômicos se apresentou eficiente em evidenciar as áreas com a maior sensibilidade, devido ao processo de atribuição de carga para as classes de recursos e a quantificação da distribuição das mesmas na região de estudo, o Estuário de Santos. Com essa proposta a representatividade dos recursos socioeconômicos estará destacadas nas Cartas SAO em forma de cores, do amarelo para o marrom, correspondendo às classificações de sensibilidades baixa a muito alta, facilitando a análise das cartas e agilizando nas decisões em casos de desastres, pois esta metodologia proposta pode ser utilizada de maneira complementar as Cartas SAO confeccionadas de forma convencional.

Porém, em relação aos recursos biológicos a metodologia aplicada não demonstrou bons resultados, pois os dados para algumas espécies em questão podem ter sido extrapolados, ou seja, algumas classes de recursos biológicos vivem na localidade ou em porções bem próximas de onde o ponto foi marcado, com isso representá-lo em forma de área gera um erro espacial, pois pode contabilizar a espécie em um local que ela não esteja, ou não seja frequente. Além do mais, muitas espécies não se movem por grandes distâncias no decorrer do seu desenvolvimento, portanto, novamente, o mapa de distribuição espacial pode tender ao equívoco ao estender as áreas de ocorrência das espécies.

Mesmo este método não sendo eficiente para representar os recursos biológicos, deve-se buscar outras tentativas para confeccionar uma nova representação para estes recursos e destacá-los nas Cartas SAO. É interessante procurar evidenciar a sensibilidade destes recursos e tentar produzir alguma representação por cores, pois facilita muito a identificação das áreas, de maneira a acelerar o processo de interpretação.

Portanto a metodologia proposta para os recursos socioeconômicos apresenta grande potencial de utilização em conjunto com as Cartas SAO, pois facilita a visualização dos dados e as cores escolhidas fornecem destaque na carta, dessa forma as tomadas de decisão podem ser agilizadas e melhor embasadas, tendo uma representação clara da sensibilidade dos recursos socioeconômicos e a sua densidade de distribuição.

Uma sugestão para aperfeiçoamento da técnica, utilizada para os recursos socioeconômicos, seria encaminhar a tabela de valoração a profissionais da área e solicitar a atribuição de cargas, dessa forma é possível analisar se há convergência nas escolhas feitas, ou se existirá alteração significativa com base nas interpretações pessoais.

Em relação aos recursos biológicos, seria interessante realizar uma categorização com uma equipe especializada nas questões biológicas e ecológicas e desenvolver uma nova forma de representação diferente da que foi feita neste trabalho. Também seria interessante estudar os movimentos das espécies e considerar o espaço ocupado por elas durante a fase de vida, e talvez tentar uma representação em forma de buffers de áreas criadas no *software ArcGis*.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. M. N. DE; SOUZA-FILHO, P. W. M. E; SZLAFSZTEIN, C. F. Sensibilidade Ambiental a Derramamento de Óleo e Mapeamento de Unidades de Paisagem na Região Portuária do Maranhão. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 18, n. 2, p. 73–84, nov. 2018.
- ARAÚJO, S. I.; SILVA, G. H.; MEUHE, D. **Manual Básico para Elaboração de Mapas de Sensibilidade Ambiental a Derrames de Óleo no Sistema Petrobras: Ambientes Costeiros e Estuarinos** - Petrobras- RJ, 2002.
- BIZZI, L. A., SCHOBENHAUS, C., VIDOTTI, R. M., GONÇALVES, J. H. Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil : texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM/SGB, 2003.
- BRASIL. Lei No 9.966 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. **Diário Oficial da União** - Edição Extra de 29/04/2000] (p. 1, col. 1). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9966.htm. Acesso em: 12 jul. 2022.
- BRASIL. Marinha do Brasil: **Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional (CCA-IMO)**, c2012. Página de Convenções. Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/ccaimo/convencoes-e-codigos/convencoes>. Acesso em: 16 jul. 2021.
- CÂMARA, G.; SIMEÃO DE MEDEIROS, J. **Geoprocessamento Para Projetos Ambientais**. São José dos Campos - SP: [s.n.].
- CARVALHO, M. **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-7 e geoprocessamento**. [s.l.] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.
- CEDRE - **Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water** [s.d.]. Página de Derramamentos. Disponível em: <http://www.cedre.fr/en/Resources/Spills?year=default>. Acesso em: 16 jul. 2021.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Histórico das principais ocorrências no Litoral Paulista (1950 a 2010)**. [S. l.]: CETESB, 2012. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wpcontent/uploads/sites/22/2013/12/Principais-ocorrencias-litoral-paulista.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2022.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Aspectos sócio-econômicos, Emergências Químicas**. [S. l.]: CETESB, 2022a. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/tipos-de-acidentes/vazamentos-de-oleo/preparacao-para-resposta/mapeamento-ambiental/aspectos-socio-economicos/>. Acesso em: 27 dez. 2022.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Efeitos do óleo nos organismos, Emergências Químicas**. [S. l.]: CETESB, 2022b. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/tipos-de-acidentes/vazamentos-de-oleo/impactos-ambientais/efeitos-do-oleo-nos-organismos/#:~:text=%C3%93leos%20pesados%20e%20viscosos%20recobrem,levar%20os%20organismos%20%C3%A0%20morte>. Acesso em: 27 dez. 2022.
- CUNHA, C.M.L.; OLIVEIRA, R.C. **Baixada Santista: uma contribuição à análise geoambiental** [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2015, 250 p. ISBN 978-85-68334-55-3. Disponível em: SciELO Books <http://books.scielo.org>.

DEVIDS, C. C. **Mapeamento de sensibilidade ambiental a derramamentos de petróleo do sistema estuarino de Santos, estado de São Paulo**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2008.

DIAS-BRITO, D.; MILANELLI, J. C. C.; RIEDEL, P. S.; WIECZOREK, A. **Sensibilidade do Litoral Paulista a Derramamentos de Petróleo: um atlas em escala de detalhe**. Rio Claro: UNESP, 2014.

GUILHERME, I. R. et al. SISAO: Sistema de Informação para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental. **Dados**, n. February 2015, 2009.

GUNDLACH, E. R.; HAYES, M. O. Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. **Marine Technology Society Journal**, v. 12, n. 4, p. 18–27, 1978.

ITOPF - **International Tanker Owners Pollution Federation**, c2018. Página inicial. Disponível em: <<https://www.itopf.org/>>. Acesso em: 16 jul. 2021.

MARTINS, P. T. DE A.; RIEDEL, P. S.; MILANELLI, J. C. C. CARTA DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO ÓLEO: ORIGEM, EVOLUÇÃO E TENDÊNCIAS. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 2, 2 jan. 2014.

MICHEL, J.; HAYES, M. O.; BROWN, P. J. Application of an oil spill vulnerability index to the shoreline of lower Cook Inlet, Alaska. **Environmental Geology**, v. 2, n. 2, p. 107–117, 1978.

MILANI, E. J.; BRANDÃO, J. A. S. L.; ZALÁN, P. V.; GAMBOA, L. A. P. Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 3, p. 352–396, 2000.

MMA. Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo. **Publicação do Ministério do Meio Ambiente**, p. 94, 2004.

OTRIZ, F. **Baía de Guanabara: vazamento da Petrobras completa 14 anos**. 2014. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/reportagens/28021-baia-de-guanabara-vazamento-da-petrobras-completa-14-anos/>. Acesso em: 27 dez. 2020.

PAMPLONA, N. **Quase 20 anos após vazamento de óleo no Rio, pescadores ainda brigam por indenização**. 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2019/12/quase-20-anos-apos-vazamento-de-oleo-no-rio-pescadores-ainda-brigam-por-indenizacao.shtml>. Acesso em: 27 dez. 2020.

PERINOTTO, R. R. C. **Mapeamento de sensibilidade ao derrame de óleo dos ambientes costeiros dos municípios de São Vicente, Santos e Guarujá - SP**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2010.

PINCINATO, F. L. **Mapeamento da sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo para a região costeira de São Sebastião e Caragatatuba, litoral norte de São Paulo (SP), com uso de modelagem em SIG de sistema especialista baseado em conhecimento e árvore de decisão**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2007.

ROMERO, Á. F. **Mapa de vulnerabilidade ambiental ao óleo e cartas SAO: trecho Praia Grande - Ilha Comprida, litoral paulista**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2009.

SOARES, M. M. et al. Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo (Cartas SAO): Análise da Componente Socioeconômica dos Municípios de Arambaré e Tapes/RS/Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 43, n. 2, 21 ago. 2020.

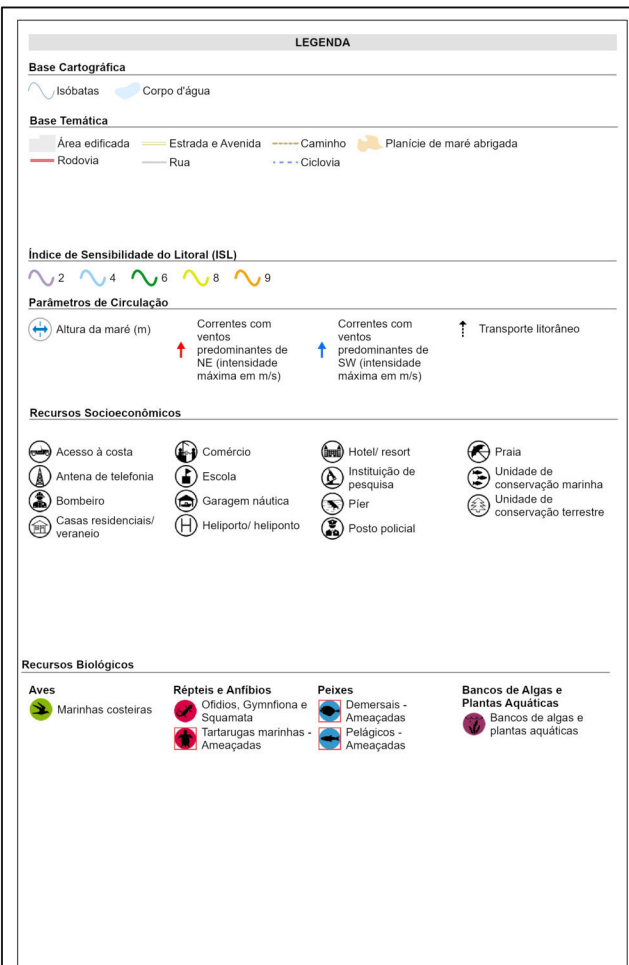
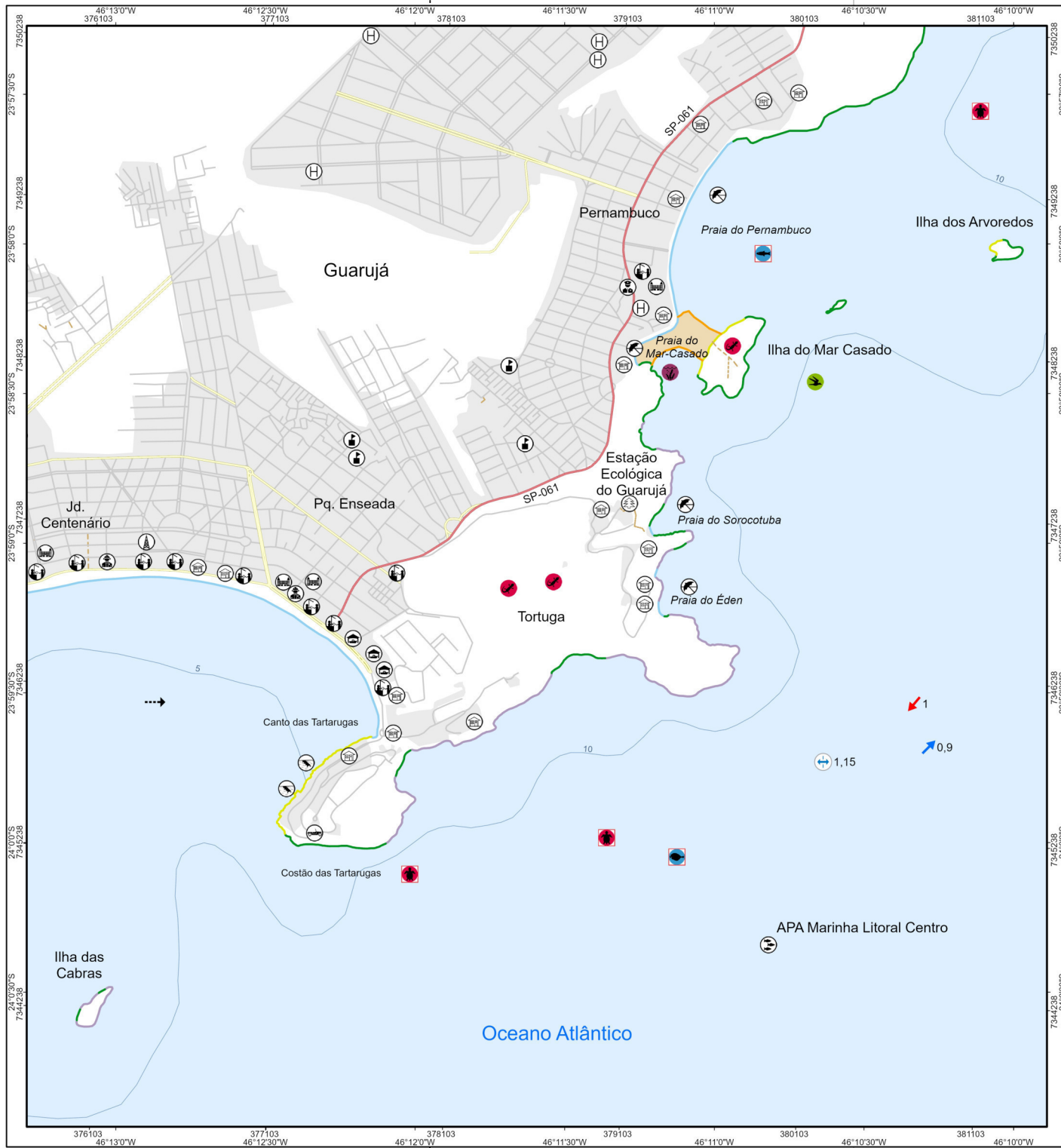
STERN, A. G. **Parâmetros texturais de sedimentos para elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo - Cartas SAO**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 28 nov. 2007.

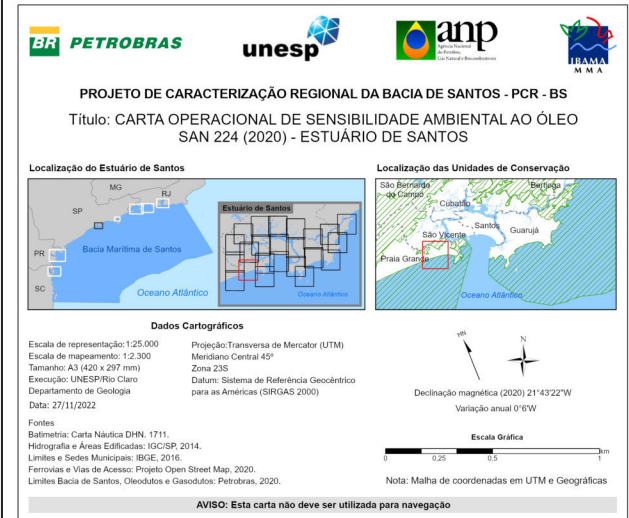
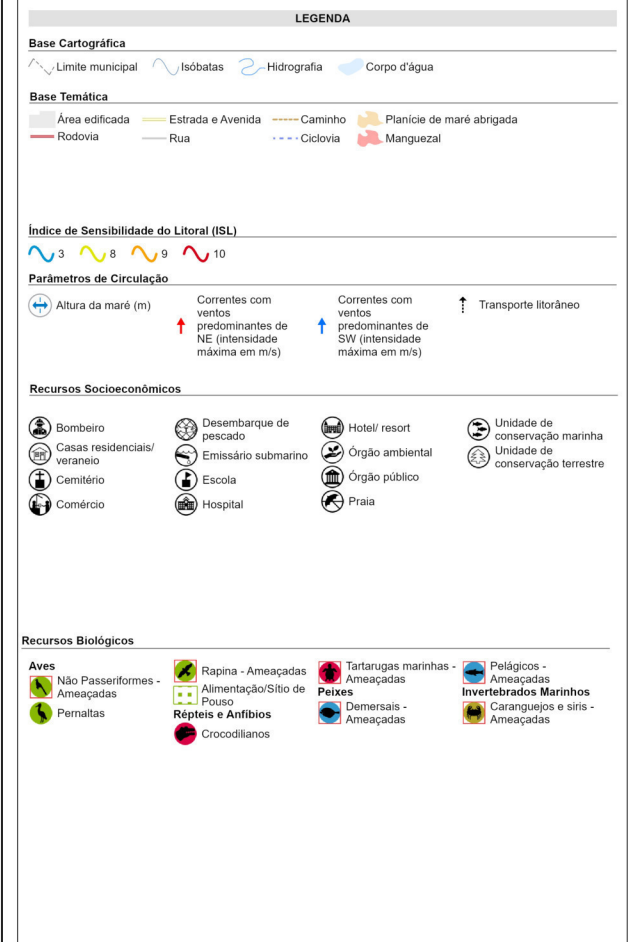
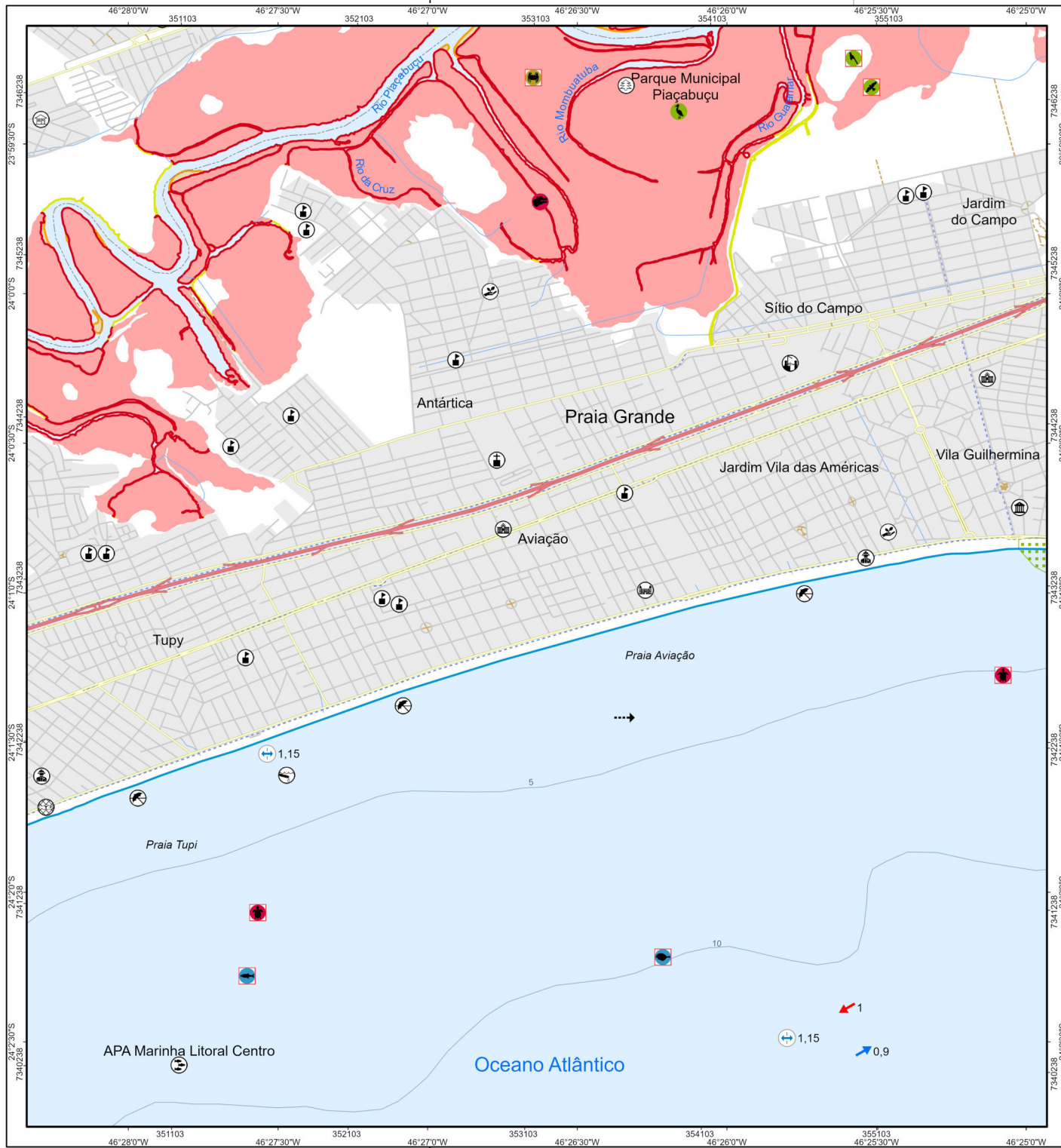
TERCEIRO, A. M. **Cartas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo: uma análise no contexto da justiça ambiental**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande, 2014.

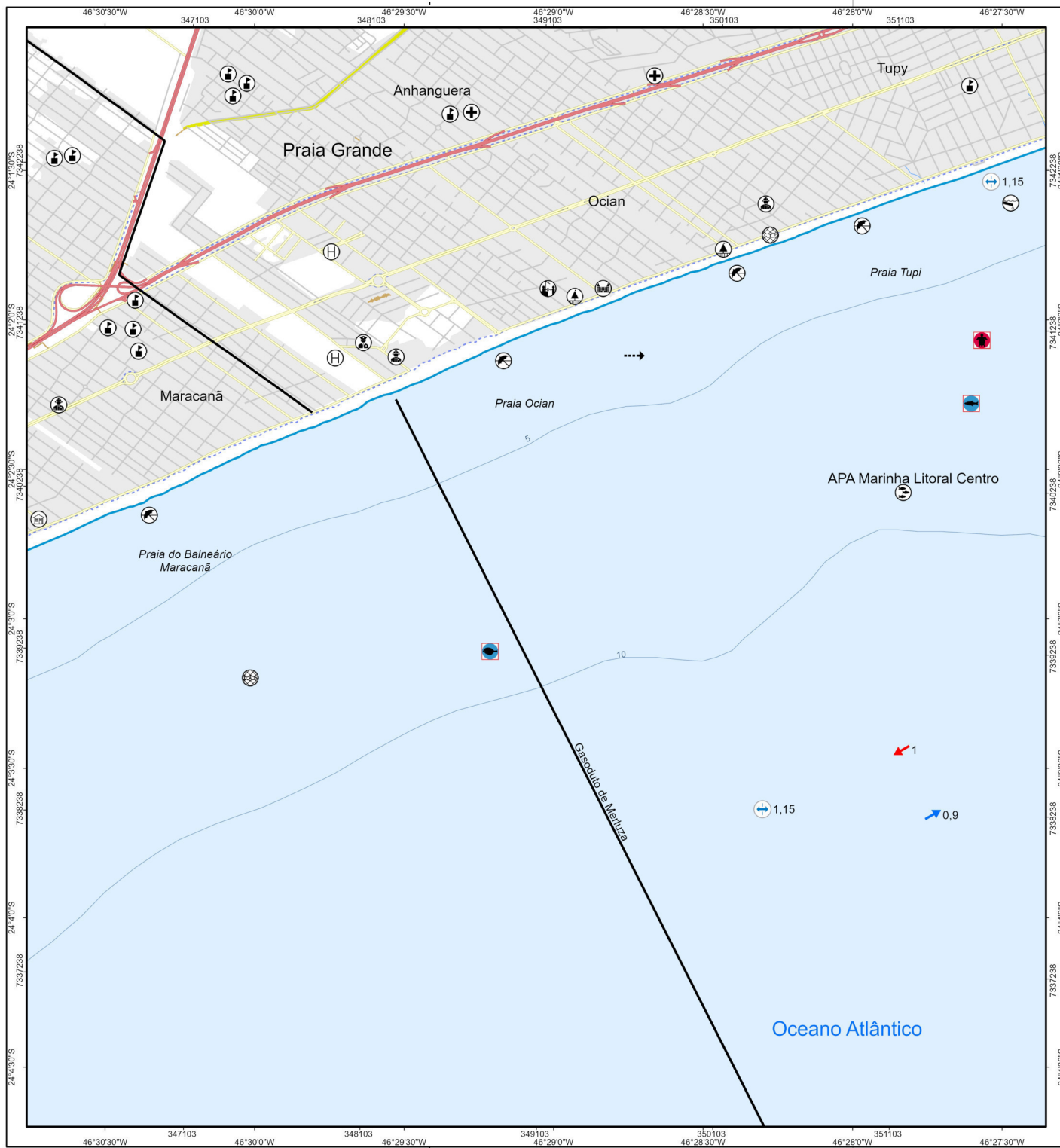
VEIGA, V. M. **Ações de resposta à emergência em Cartas SAO um ensaio metodológico no Estuário de Santos (SP)**. Rio Claro. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, , 2021.

WIECZOREK, A. **Mapeamento de sensibilidade a derramamentos de petróleo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso - PEIC e áreas do entorno**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2006.

ANEXO A – CARTAS SAO ORIGINAIS







LEGENDA

Base Cartográfica

Isóbatas Hidrografia Corpo d'água

Base Temática

Área edificada Rodovia Rua Ciclovía
Gasoduto Estrada e Avenida Caminho

Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL)

3 8

Parâmetros de Circulação

Altura da maré (m) Correntes com ventos predominantes de NE (intensidade máxima em m/s) Correntes com ventos predominantes de SW (intensidade máxima em m/s) Transporte litorâneo

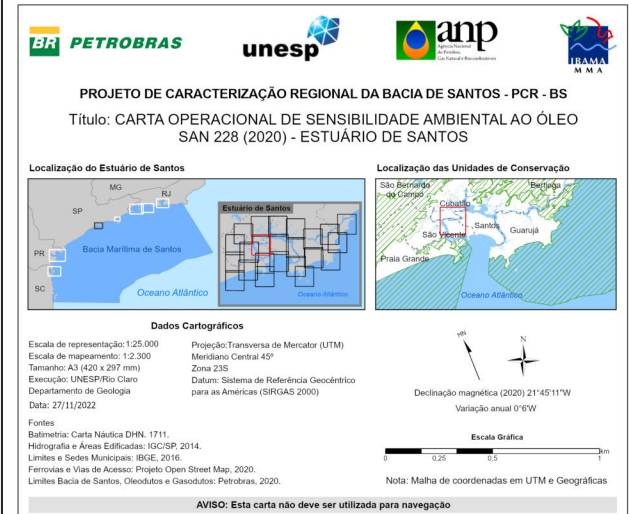
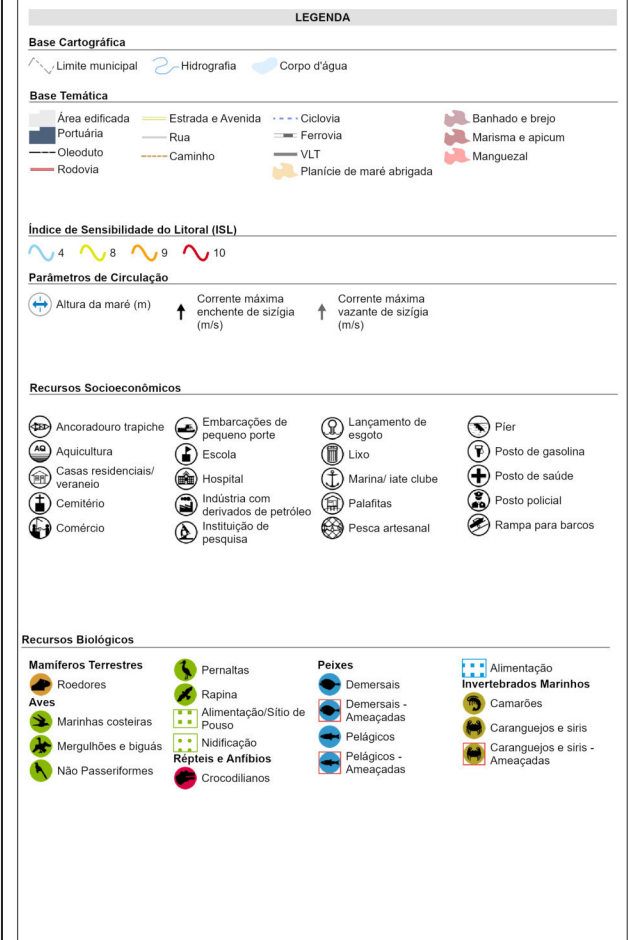
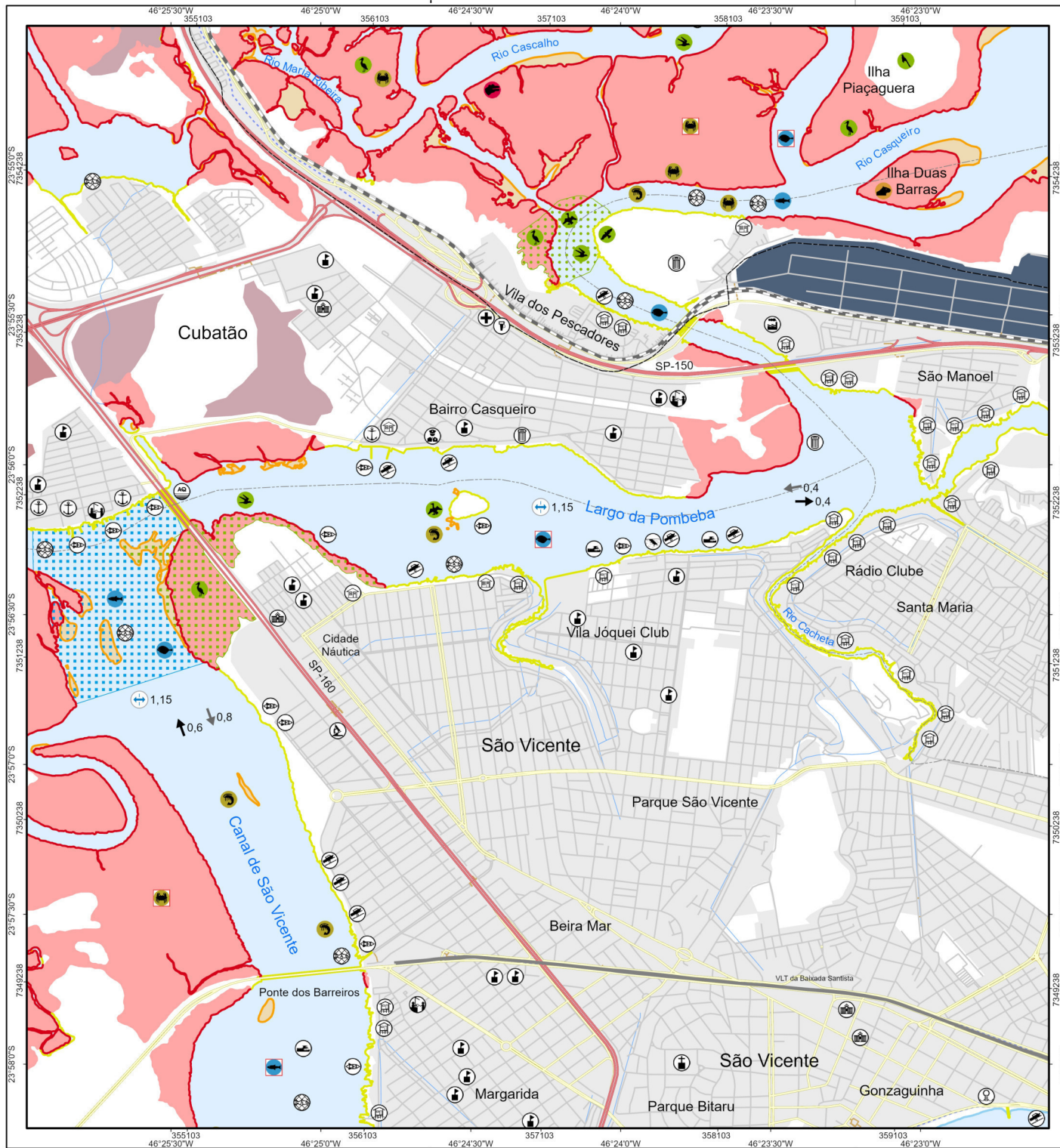
Recursos Socioeconômicos

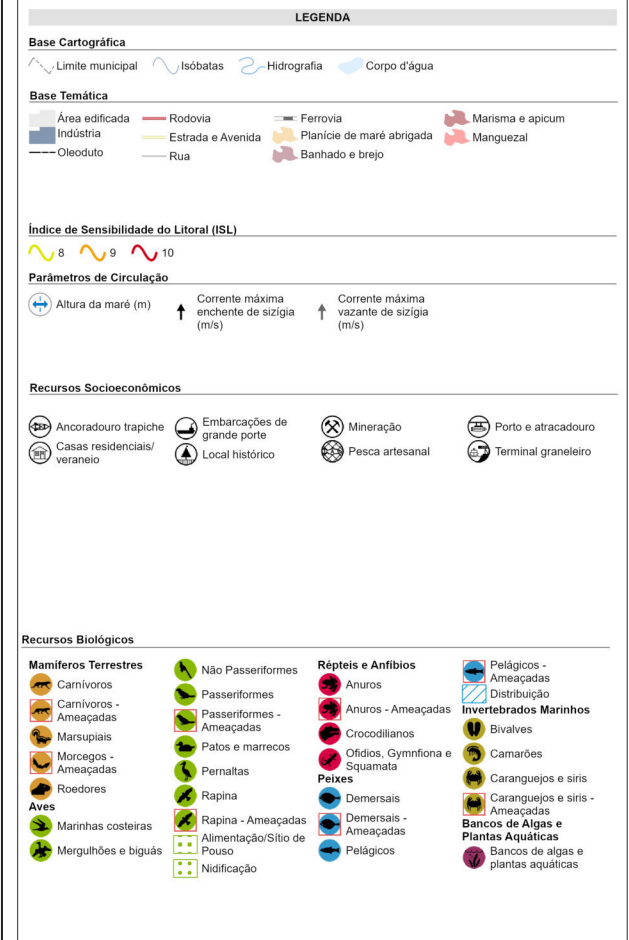
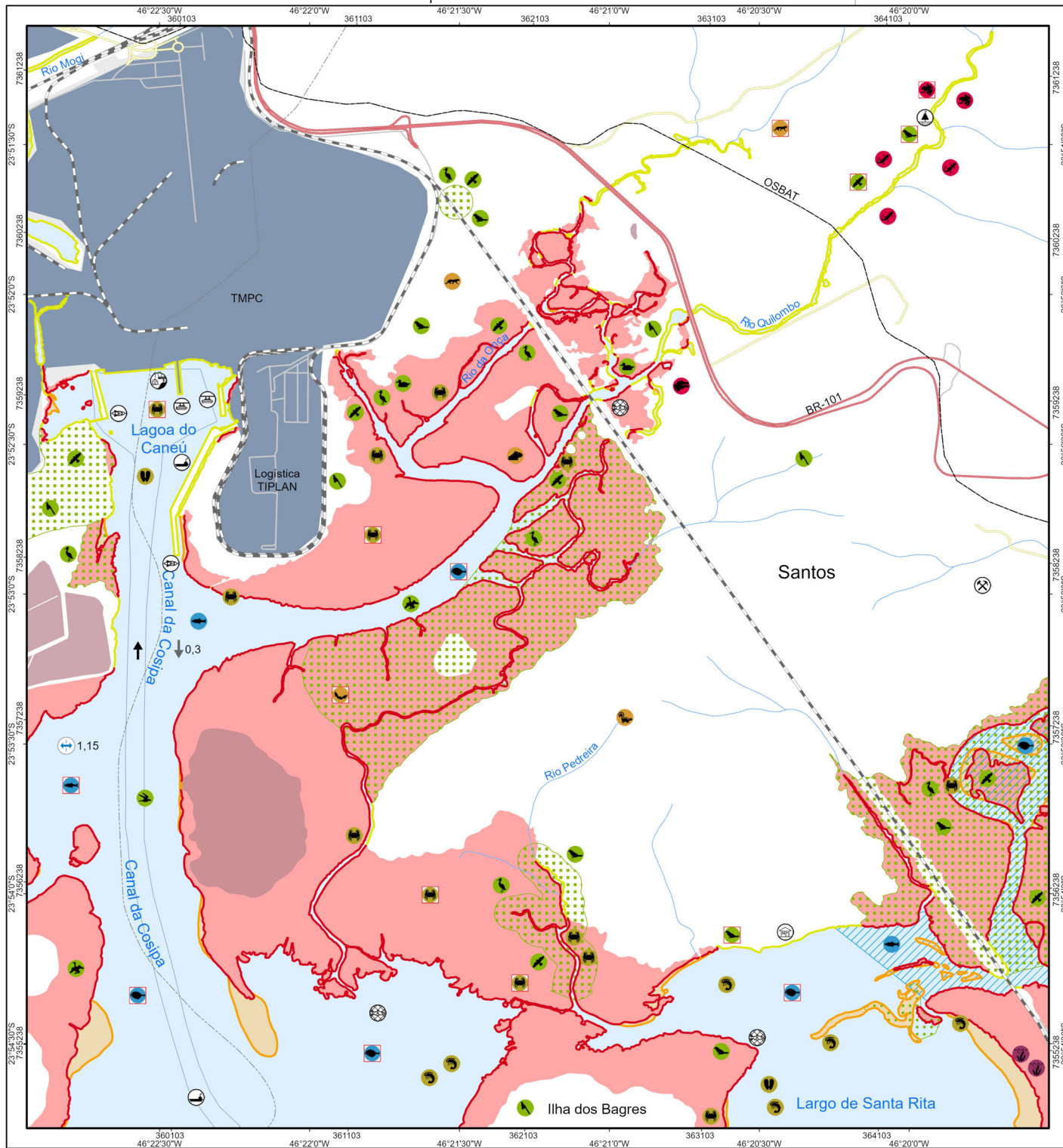
Bombeiro Desembarque de pescado Hotel/ resort Posto policial
Casas residenciais/ veraneio Emissário submarino Local histórico Praia
Comércio Escola Pesca artesanal Unidade de conservação marinha
Heliporto/ heliponto Posto de saúde

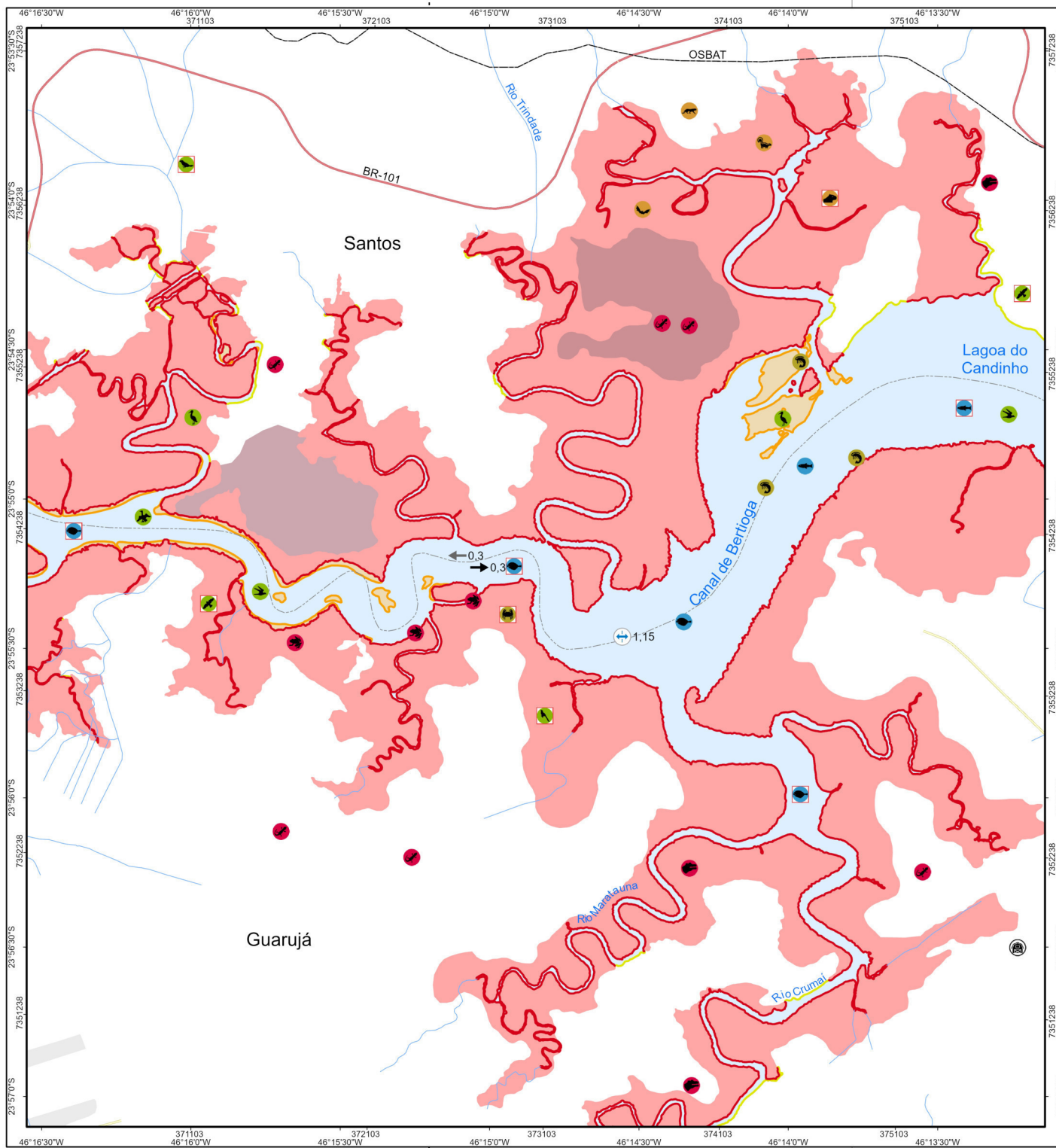
Recursos Biológicos

Répteis e Anfíbios Peixes Pelágicos -
Tartarugas marinhas - Ameaçadas Demersais - Ameaçadas Ameaçadas









LEGENDA

Base Cartográfica

Limite municipal
 Hidrografia
 Corpo d'água

Base Temática

Área edificada
 Rodovia
 Planície de maré abrigada
 Marisma e apicum

Oleoduto
 Estrada e Avenida
 Banhado e brejo
 Manguezal

Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL)

8
 9
 10

Parâmetros de Circulação

Altura da maré (m)
 Corrente máxima enchente de sizígia (m/s)
 Corrente máxima vazante de sizígia (m/s)

Recursos Socioeconômicos

Fazenda

Recursos Biológicos

Mamíferos Terrestres

Carnívoros
 Marsupiais
 Morcegos
 Roedores - Ameaçados
 Aves - Marinhas costeiras

Mergulhões e biguás

Não Passeriformes - Ameaçados
 Passeriformes - Ameaçados
 Pernaltas
 Rapina - Ameaçados

Répteis e Anfíbios

Anuros
 Crocodilianos
 Ofídeos, Gymniflora e Squamata

Peixes

Demersais

Demersais - Ameaçados

Pelágicos
 Pelágicos - Ameaçados
 Invertebrados Marinhos
 Camarões
 Caranguejos e siris - Ameaçados



PROJETO DE CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA BACIA DE SANTOS - PCR - BS Título: CARTA OPERACIONAL DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO ÓLEO SAN 236 (2020) - ESTUÁRIO DE SANTOS

Localização do Estuário de Santos



Localização das Unidades de Conservação



Dados Cartográficos

Escala de representação: 1:25.000
 Escala de mapeamento: 1:2.300
 Tamanho: A3 (420 x 297 mm)
 Execução: UNESP/Rio Claro
 Departamento de Geologia
 Data: 27/11/2022

Fontes:
 Batimetria: Carta Náutica DNM, 1711.
 Hidrografia e Áreas Edificadas: IGC/SP, 2014.
 Limites e Sedes Municipais: IBGE, 2016.
 Ferrovias e Vias de Acesso: Projeto Open Street Map, 2020.
 Limites Bacia de Santos, Oleodutos e Gasodutos: Petrobras, 2020.

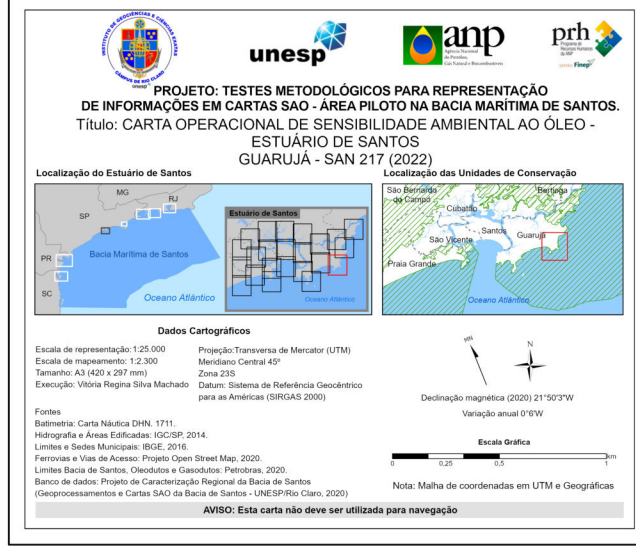
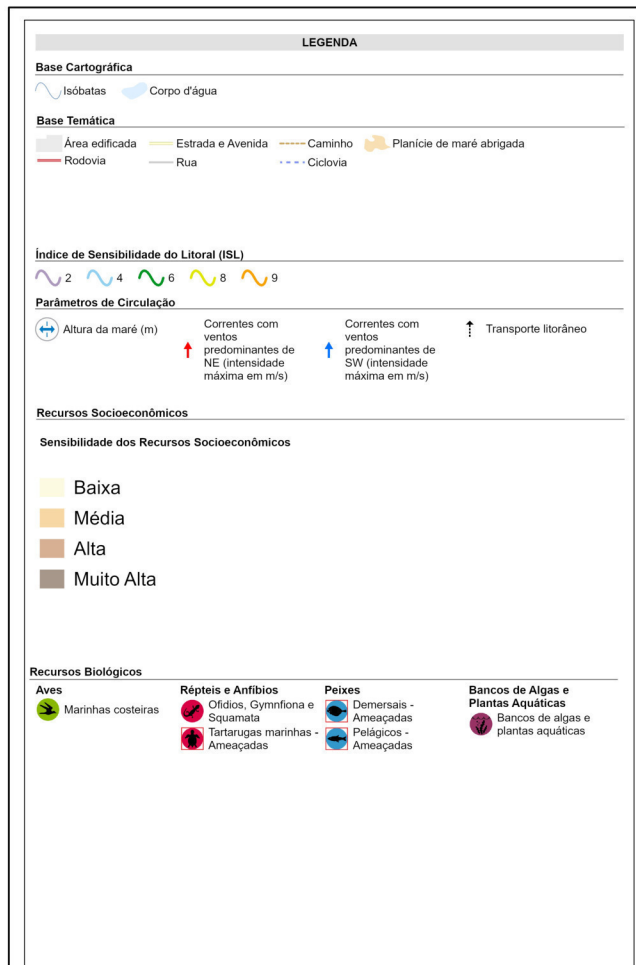
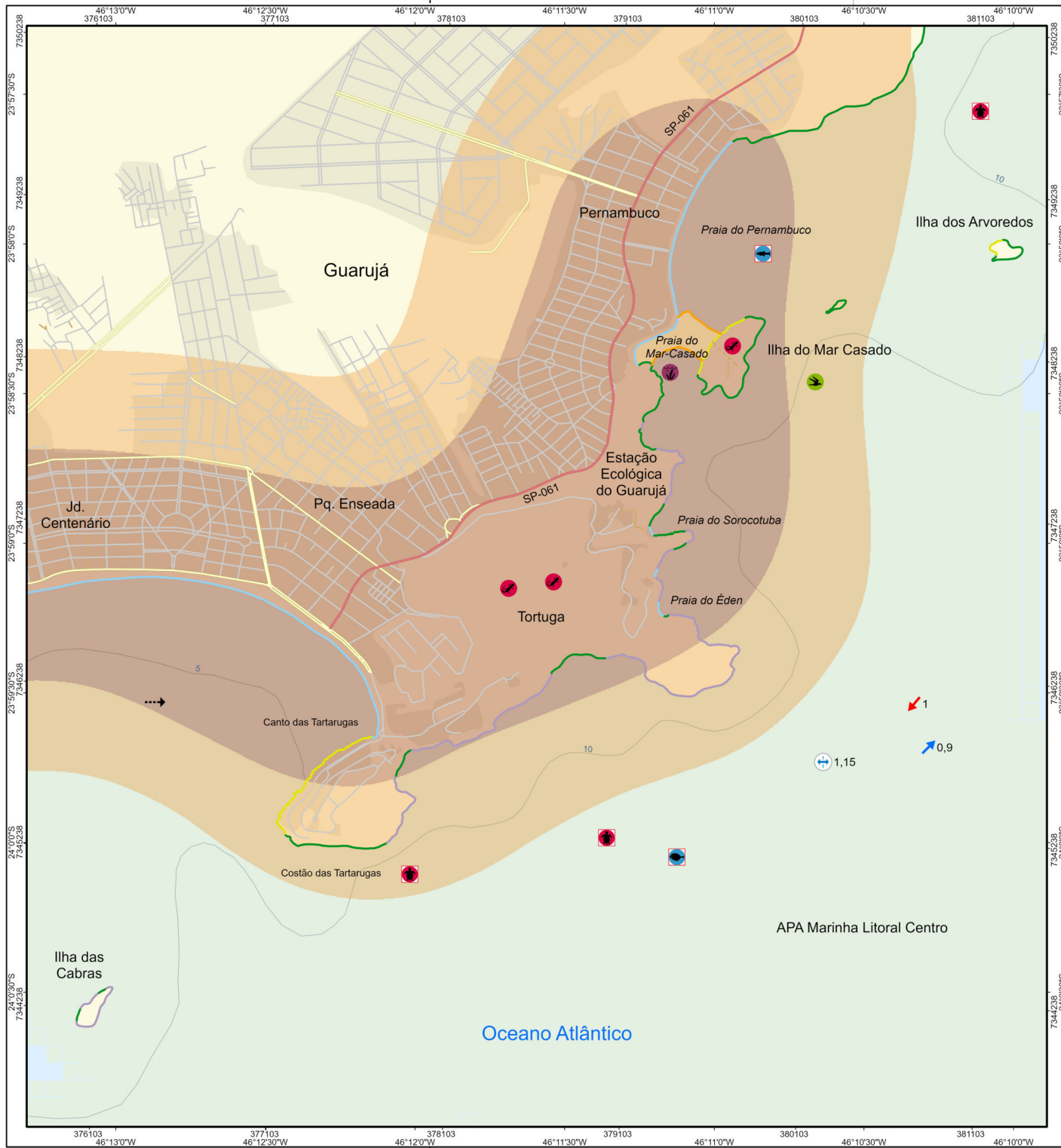
Declinação magnética (2020) 21°49'3"W
 Variação anual 0°6'W

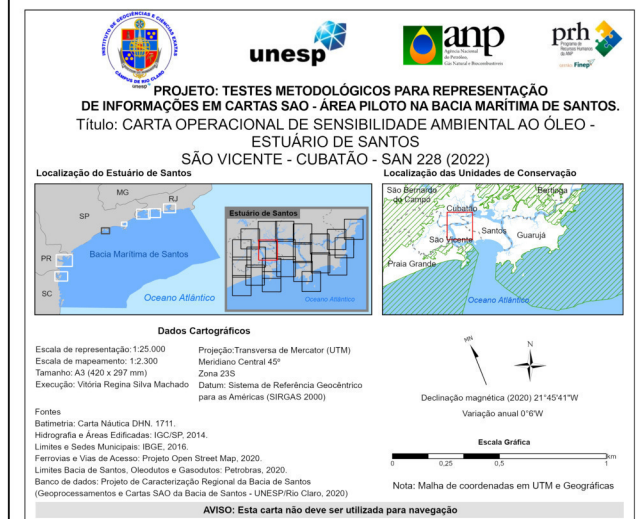
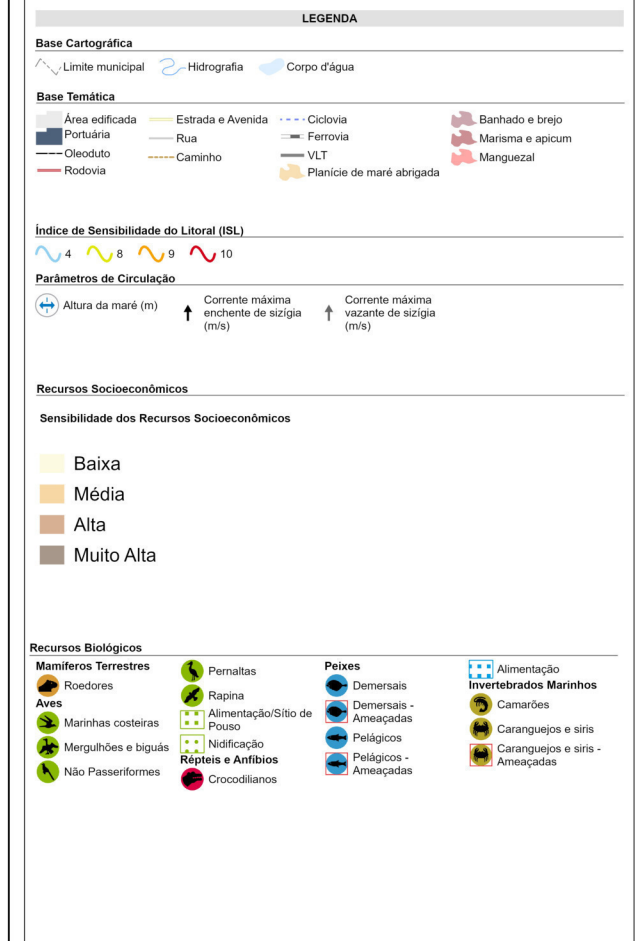
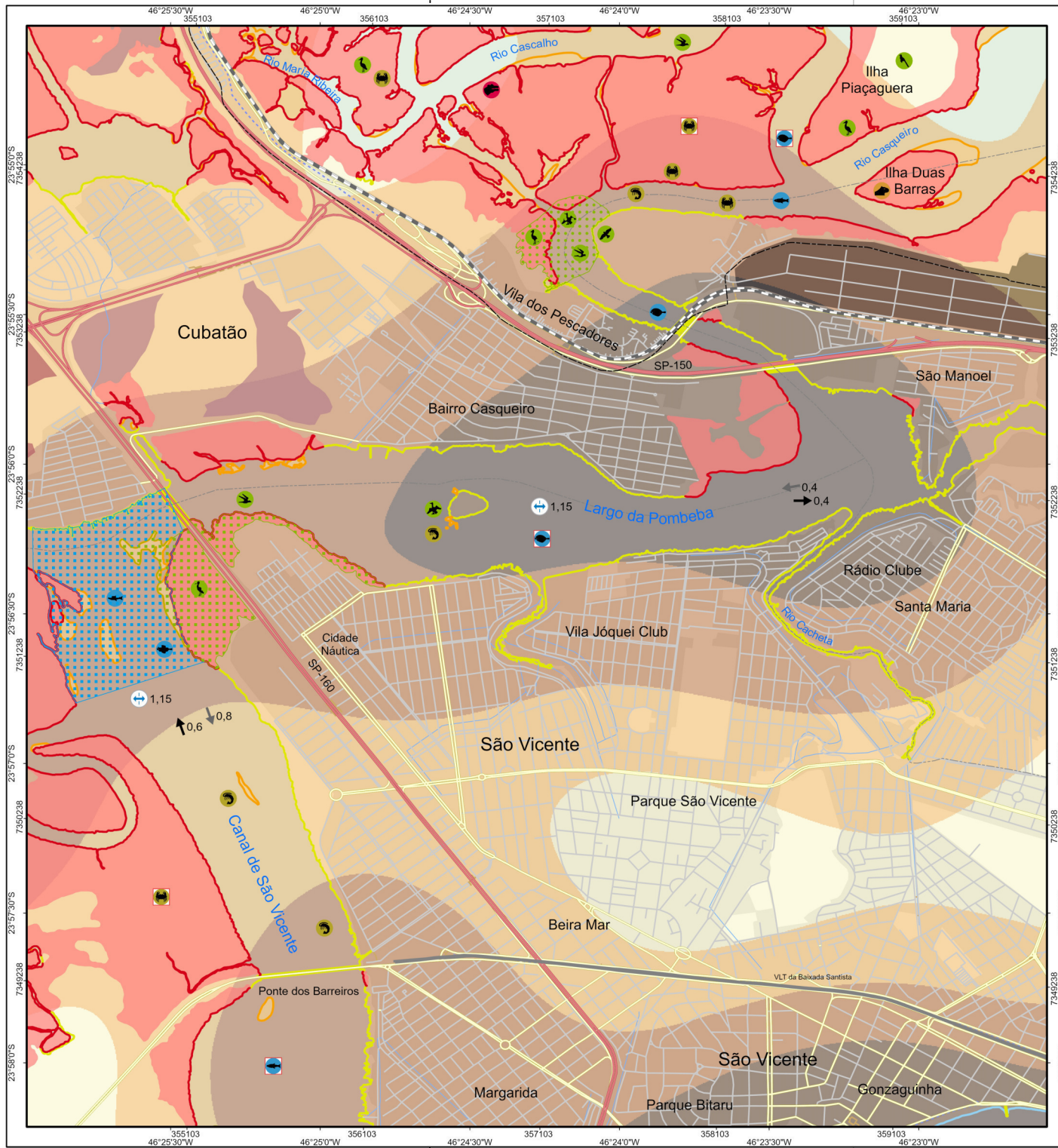
Escala Gráfica
 0 0,25 0,5 1 km

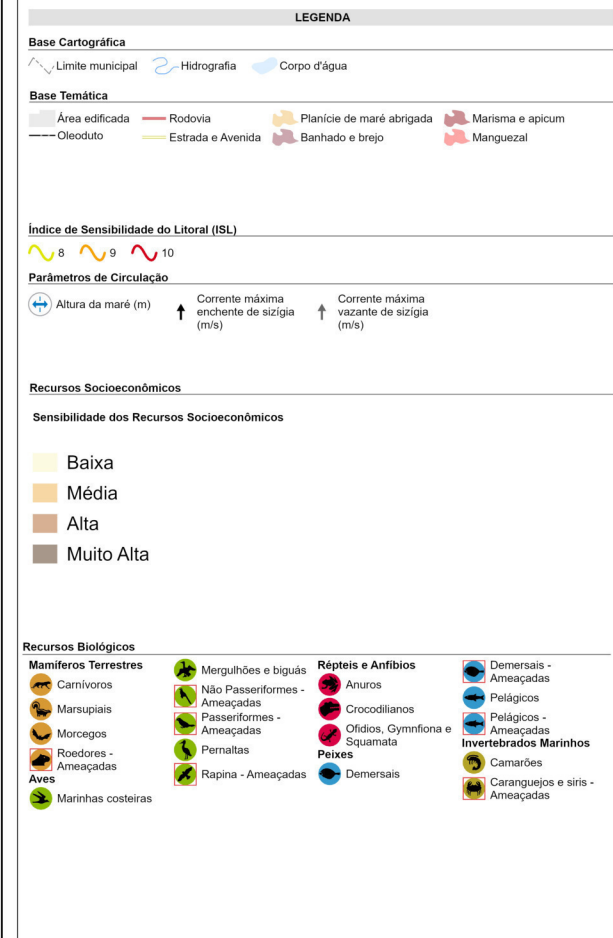
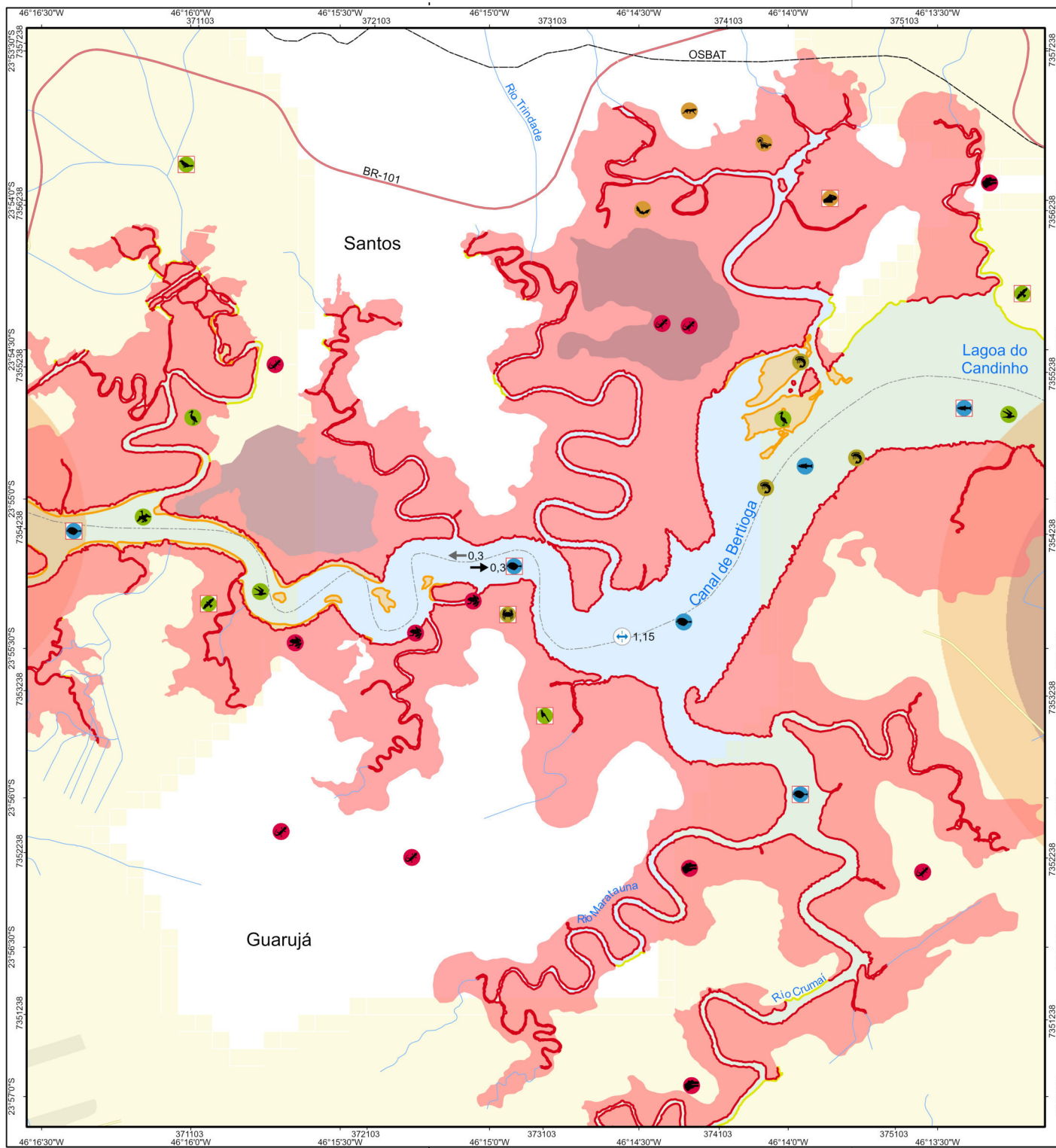
Nota: Malha de coordenadas em UTM e Geográficas

AVISO: Esta carta não deve ser utilizada para navegação

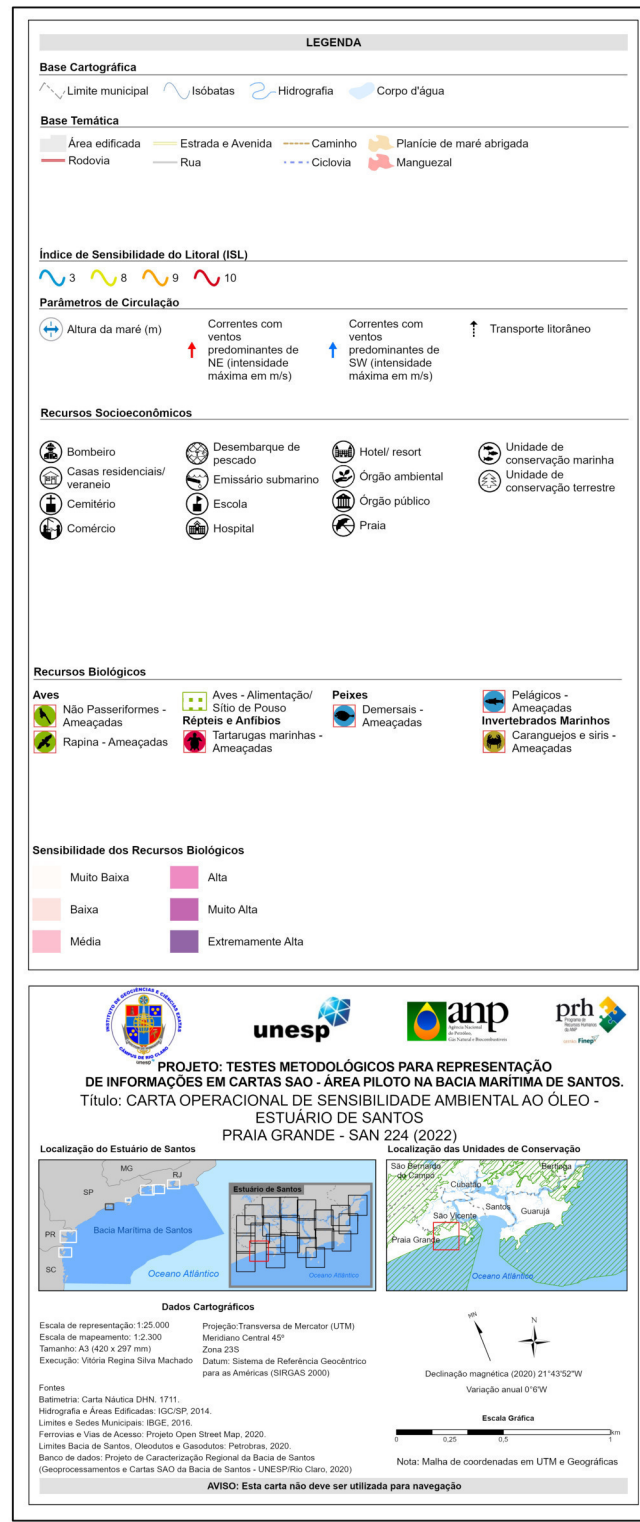
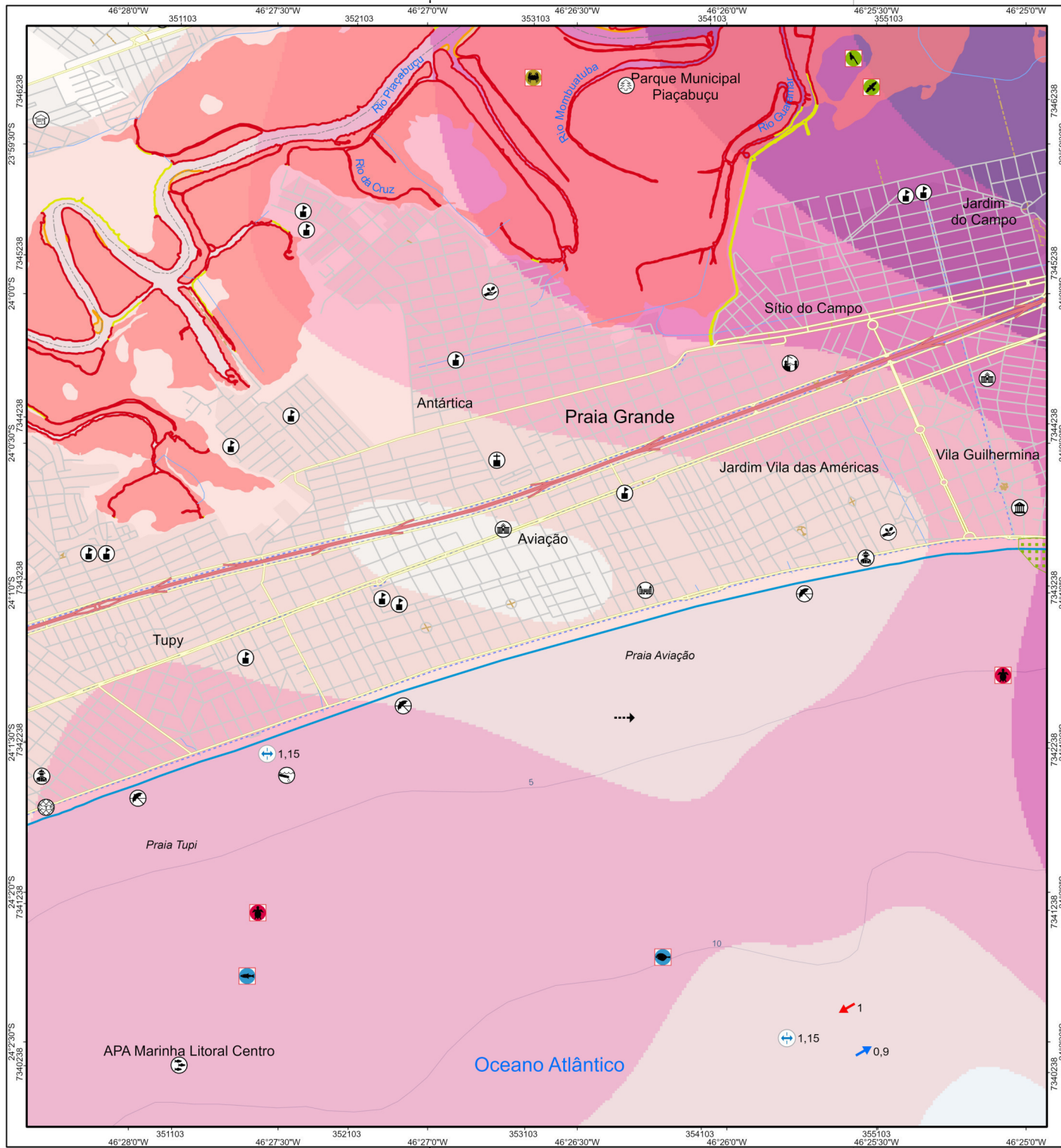
**ANEXO B – CARTAS SAO COM PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DE
SENSIBILIDADE DOS RECURSOS SOCIOECONÔMICOS**

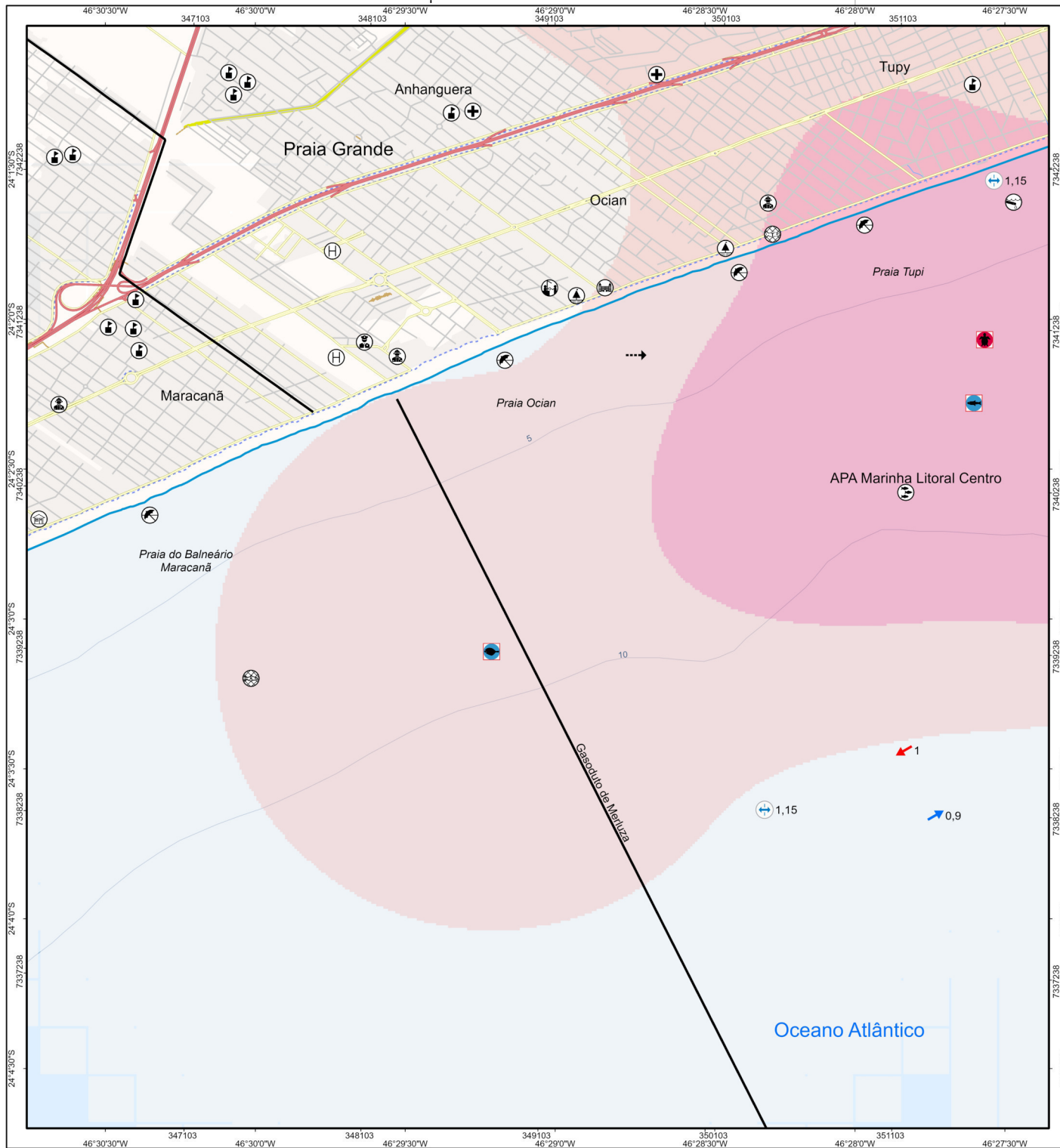






**ANEXO C – CARTAS SAO COM PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DE
SENSIBILIDADE DOS RECURSOS BIOLÓGICOS**





LEGENDA

Base Cartográfica
Isóbatas Hidrografia Corpo d'água

Base Temática
Área edificada Rodovia Rua Ciclovía
Gasoduto Estrada e Avenida Caminho

Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL)
3 8

Parâmetros de Circulação
Altura da maré (m) Correntes com ventos predominantes de NE (intensidade máxima em m/s) Correntes com ventos predominantes de SW (intensidade máxima em m/s) Transporte litorâneo

Recursos Socioeconômicos
Bombeiro Casas residenciais/veraneio Comércio Desembarque de pescado Emissário submarino Escola Heliporto/heliporto Hotel/resort Local histórico Pesca artesanal Posto de saúde Posto policial Praia Unidade de conservação marinha

Recursos Biológicos
Répteis e Anfíbios Tartarugas marinhas - Ameaçadas **Peixes** Demersais - Ameaçadas Pelágicos - Ameaçadas

Sensibilidade dos Recursos Biológicos
Muito Baixa Baixa Média Alta Muito Alta Extremamente Alta

PROJETO: TESTES METODOLÓGICOS PARA REPRESENTAÇÃO DE INFORMAÇÕES EM CARTAS SAO - ÁREA PILOTO NA BACIA MARÍTIMA DE SANTOS.
Título: CARTA OPERACIONAL DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO ÓLEO - ESTUÁRIO DE SANTOS
PRAIA GRANDE - SAN 225 (2022)

Localização do Estuário de Santos

Localização das Unidades de Conservação

Dados Cartográficos
Escala de representação: 1:25.000
Escala de mapeamento: 1:2.300
Tamanho: A3 (420 x 297 mm)
Execução: Vitória Regina Silva Machado
Projeção: Transversa de Mercator (UTM)
Meridiano Central: 45°
Zona: 23S
Datum: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000)
Declinação magnética (2020) 21°42'32"W
Variação anual 0°6'W

Fontes
Bathimetria: Carta Náutica DHN. 1711.
Hidrografia e Áreas Edificadas: IGC/SP, 2014.
Limites e Sedes Municipais: IBGE, 2016.
Ferrovias e Vias de Acesso: Projeto Open Street Map, 2020.
Limites Bacia de Santos, Oleodutos e Gasodutos: Petróbras, 2020.
Banco de dados: Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos (Geoprocessamentos e Cartas SAO da Bacia de Santos - UNESP/Rio Claro, 2020).

AVISO: Esta carta não deve ser utilizada para navegação

