

CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO EMPREGO DE VANTS (VEÍCULOS AÉREOS
NÃO TRIPULADOS) EM ÁREAS COSTEIRAS COMO SUBSÍDIO NA
DETERMINAÇÃO DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE
ÓLEO**

Relatório de Pós-doutorado realizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Departamento de Geologia, UNESPetro - Centro de Ciências Naturais Aplicadas, Programa PRH40.1 - Geociências Aplicadas ao Setor de Petróleo e Gás, Rio Claro.

Supervisor: Prof. Dr. Fábio Augusto
Gomes Vieira Reis

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (Gestão
FAPESP) - Processo Nº 2024/11320-0

Rio Claro

2025

SUMÁRIO

1. Introdução	4
2. Objetivos gerais e específicos	9
3. Material e métodos	11
3.1. Levantamento bibliográfico	11
3.2. Organização e gerenciamento do banco de dados geográfico	11
3.3. Levantamento de dados tradicionais de Sensoriamento Remoto	11
3.4. Orçamento de voos aerotofogramétricos com VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado)	12
3.5. Emprego do Índice de Sensibilidade do Litoral ao Petróleo (ISL).....	12
4. Resultados e discussões	13
4.1. Banco de Dados Geográfico	13
4.2. Aerolevantamento com VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados)	16
4.3. Índices de Sensibilidade do Litoral – ISL, recursos socioeconômicos e biológicos, parâmetros oceanográficos e mapas de Unidades de Conservação (UC's).....	21
4.4. Cartas SAO (Cartas de Sensibilidade Ambiental para Petróleo).....	24
4.5. Trabalhos publicados em revistas e eventos científicos, participação em bancas de defesa e qualificação, cursos ministrados e outras atividades correlatas	24
5. Comentários do Supervisor	37
6. Considerações finais	37
7. Referências bibliográficas.....	38
APÊNDICES E ANEXOS	42

RESUMO

Recorrentes episódios de liberação de petróleo para o mar envolvem instalações situadas na faixa costeira, tais como portos, refinarias e terminais de armazenamento, píeres de atracação de navios (petroleiros, gaseiros, graneleiros) e barcaças abastecedoras (operações de carga, descarga e abastecimento). O impacto causado pelo derramamento de óleo e as medidas de descontaminação associadas podem variar consideravelmente, dependendo do tipo de linha de costa. Assim, as ações destinadas a minimizar estes impactos envolvem uma intrincada e organizada estrutura de resposta, incluindo estratégias de comunicação e acionamento, comando e controle, recursos e logística, suporte técnico, monitoramento, estratégias de combate (contenção e remoção), proteção e limpeza dos ambientes atingidos, suporte à população, entre diversos outros aspectos. Nesse contexto inserem-se as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO, no Brasil), ferramentas que disponibilizam cartograficamente informações essenciais de suporte às ações de resposta a acidentes envolvendo o derramamento de óleo na zona costeira. Considerando essas premissas e a necessidade de realizar o monitoramento ambiental visando empregar o ISL (Índice de Sensibilidade do Litoral) com imagens e fotografias digitais com maiores resoluções espaciais, este projeto teve como objetivo principal avaliar a viabilidade econômica do emprego de VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) em áreas de costões rochosos e de extensos bancos arenosos de difícil acesso no Estuário de Santos (SP) e na Baía de Caraguatatuba (SP), visando caracterizar sob a ótica do Índice de Sensibilidade Ambiental os diferentes ambientes costeiros, de modo a subsidiar a elaboração de Cartas SAO. Em síntese, a realização desta pesquisa de pós-doutorado possibilitou a capacitação e atualização da pesquisadora por meio do desenvolvimento de um projeto com conteúdo científico e tecnológico inovador, viabilizou importantes colaborações científicas e acadêmicas para a instituição sede da realização da pesquisa, comunidade científica e sociedade, forneceu estímulo e incentivo à pós-doutoranda em prosseguir na área científica, favoreceu de modo relevante trocas de experiências e conhecimentos a nível nacional e internacional e consolidou o amadurecimento científico e profissional da pesquisadora.

Palavras-chave: Aerofotogrametria; ISL (Índice de Sensibilidade do Litoral); Áreas de difícil acesso; Áreas sensíveis a derramamento de óleo; Viabilidade econômica

1. Introdução

Recorrentes episódios de liberação de petróleo para o mar envolvem instalações situadas na faixa costeira, tais como portos, refinarias e terminais de armazenamento, píeres de atracação de navios (petroleiros, gaseiros, graneleiros) e barcaças abastecedoras (operações de carga, descarga e abastecimento). Os vazamentos envolvem colisões e encalhes de navios, rompimento de oleodutos, vazamentos em poços e plataformas de petróleo ou mesmo conflitos bélicos, dentre eles os casos consagrados de *Torrey Canyon*, 1967, o *Exxon Valdez*, em 1989, a Guerra do Golfo Pérsico, em 1999 e o caso da Plataforma *deepwater Horizon* no Golfo do México, no ano de 2010 (DIAS-BRITO et al., 2014).

Não obstante, a costa brasileira, especificamente aquela situada na porção NE (nordeste) e SE (sudeste), foi palco de um grande derramamento de óleo no ano de 2019, o que acarretou graves danos ambientais e impactou as distintas condições de subsistência de inúmeros grupos populacionais que dependem da pesca e do turismo, tais como caiçaras, populações ribeirinhas e indígenas (CARMO; TEIXEIRA, 2020). Oficialmente identificado em 30 de agosto de 2019, tal derramamento de petróleo ou óleo bruto atingiu a costa brasileira e alcançou uma faixa litorânea de 4.334 km em 11 estados das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, compreendendo 120 municípios e 724 localidades até 22 de novembro de 2019. Esse desastre é considerado como o maior derramamento de óleo bruto da história de país e um dos mais extensos registrados no mundo (CARMO; TEIXEIRA, 2020).

Os ambientes costeiros são muito sensíveis e suscetíveis a ameaças naturais e antrópicas, tais como eventos de derramamentos de óleo (HARIK et al. 2017; NELSON; GRUBESIC, 2018). Derramamentos de óleo em ambientes marinhos podem causar inúmeros impactos ecológicos e socioeconômicos, especialmente quando a mancha formada se espalha em regiões costeiras, nas quais as atividades de limpeza são geralmente mais desafiadoras e mais caras do que os derramamentos *offshore* (BI et al.; 2021). Dependendo das condições do acidente, tipo de óleo e volume vazado, proximidade da costa, ambientes atingidos, condições oceanográficas e meteorológicas, o óleo derramado pode provocar sérios danos aos ambientes e à biota, especialmente quando afeta os ambientes costeiros. além disso, os impactos às atividades socioeconômicas são também relevantes (turismo, atividades pesqueiras, maricultura, economia, qualidade de vida etc.) (DIAS-BRITO et al., 2014).

As ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo são fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos costeiros (FRAZÃO SANTOS et al., 2013). O impacto causado pelo derramamento de óleo e as medidas de descontaminação

associadas podem variar consideravelmente, dependendo do tipo de linha de costa (CHEN; LIU; 2019). Assim, as ações destinadas a minimizar estes impactos envolvem uma intrincada e organizada estrutura de resposta, incluindo estratégias de comunicação e acionamento, comando e controle, recursos e logística, suporte técnico, monitoramento, estratégias de combate (contenção e remoção), proteção e limpeza dos ambientes atingidos, suporte à população, entre diversos outros aspectos (DIAS-BRITO et al., 2014). Sardi et al. (2020) salientam que para proteger o litoral e reduzir os custos de remediação, o planejamento de contingência e as respostas para derramamentos de óleo devem identificar as principais áreas a serem protegidas e selecionar estratégias de limpeza adequadas com antecedência, considerando-se suas características ambientais.

Nesse contexto inserem-se as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (denominadas de Cartas SAO, no Brasil), ferramentas que disponibilizam cartograficamente informações essenciais de suporte às ações de resposta a acidentes envolvendo o derramamento de óleo na zona costeira. Estas configuram-se como um componente essencial e obrigatório dos Planos de Emergência Individuais, sendo importante suporte também para o planejamento de contingência e avaliação dos danos ambientais. Dessa forma, as Cartas SAO contribuem para a otimização do direcionamento dos recursos e a eficiência das ações de combate (DIAS-BRITO et al., 2014)..

A abordagem do Índice de Sensibilidade Ambiental (*Environmental Sensitivity Index - ESI*) foi iniciada no final dos anos 70 pela RPI International, Inc. e patrocinada pelo *Hazardous Materials Response Branch* da NOAA (*National Atmospheric and Oceanic Administration*) nos Estados Unidos da América (EUA) para auxiliar na avaliação de impactos potenciais ao longo das linhas costeiras e a alocação de recursos durante e após um evento de derramamento de óleo (GUNDLACH; HAYES, 1978; GETTER et al., 1981).

Desde então, mapas e dados ESI têm sido aplicados em todo o mundo para gerenciar os riscos de derramamento de óleo, fornecendo um resumo conciso dos recursos costeiros que estão em risco se ocorrer um derramamento de óleo nas proximidades (JENSEN et al., 1998; NOAA, 2019; RUSTANDI et al., 2020). Com o mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo, sabe-se, com a devida antecedência, quais setores dos locais atingidos e suas proximidades são os mais sensíveis e devem receber maior atenção em caso de um acidente; estes mapeamentos estão, sem dúvida, entre os elementos de maior relevância para orientar as ações de defesa e contingência à poluição por óleo. Tal mapeamento é estratégico e vital para o manejo seguro das zonas costeiras (DIAS-BRITO et al., 2014).

Os mapas ESI originais classificam espacialmente a linha de costa em uma escala de 1

(menos sensível) a 10 (mais sensível), considerando a exposição relativa à energia das ondas e marés, a inclinação da linha de costa, o tipo de substrato (tamanho do grão, permeabilidade, trafegabilidade e mobilidade), e a produtividade e sensibilidade biológica, bem como a facilidade de limpeza e restauração (NOAA, 2019). Tal proposta, idealizada por Gundlach e Hayes (1978), baseou-se nos fatores físicos dos ambientes que controlam o comportamento e permanência do óleo. Em síntese, um ambiente seria mais ou menos sensível ao óleo, de acordo com a sua exposição ao hidrodinamismo e ao seu tipo de substrato. À luz dessa classificação, quanto mais elevado o hidrodinamismo, mais efetiva é a limpeza natural do ambiente e, portanto, menor a sua sensibilidade ao óleo (GUNDLACH; HAYES, 1978; DIAS-BRITO et al., 2014).

No Brasil, a primeira contribuição para estudos de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo foi feita no âmbito da Petrobras, para estudos relacionados às suas instalações e atividades (ARAÚJO et al., 2001). O Ministério do Meio Ambiente do Brasil, com base nas propostas da NOAA (2002), também elaborou, em 2002, o primeiro documento oficial visando padronizar a elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Petróleo (Cartas SAO) no Brasil (BRASIL, 2002). Em 2004, essa metodologia foi reeditada com melhorias e ajustes, documento vigente até hoje. As Cartas SAO no Brasil adaptaram o sistema americano ESI (*Environmental Sensitivity Index*) ao Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), considerando os ambientes costeiros brasileiros (Figura 1).

Os mapas ESI eram anteriormente baseados em mapas de base planimétricos pré-existentes e apresentados como um conjunto de papéis coloridos impressos. Jensen et al. (1990) propõem alguns aprimoramentos em seu conceito original, combinando-se análise visual, técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG). A NOAA, bem como a Guarda Costeira dos EUA, reconheceu que as técnicas de Geoprocessamento realizadas em Sistemas de Informação Geográfica devem ser empregadas para acelerar o gerenciamento de um derramamento de óleo em um determinado local, possibilitando decisões em tempo real.

Assim, em 2002 a NOAA forneceu um relatório atualizado sobre mapeamentos ESI, estabelecendo os elementos básicos de um sistema de mapeamento de sensibilidade, orientando a coleta e síntese de dados e definindo a estrutura de dados para um aplicativo ESI digital através do emprego de tecnologia SIG (Sistema de Informação Geográfica) (NOAA, 2002).

Bell (1993) salienta que o uso de produtos de Sensoriamento Remoto, tais como fotos aéreas ou imagens orbitais, subsidiam estudos desse escopo, pois devido às suas

características de periodicidade de imageamento, visão sinóptica e fornecimento de informações multiespectrais e multiespaciais, são ferramentas úteis na observação do alvo e avaliação das transformações da paisagem e do monitoramento ambiental. Em síntese, o Sensoriamento Remoto ambiental pode tornar a observação de grandes áreas, em uma determinada resolução espacial e temporal, de modo mais eficiente e preciso (KLEMAS, 2015; MAHDAVI et al., 2018).

Assim, o emprego de fotografias aéreas e/ou imagens orbitais, produtos originados por técnicas de Aerotogrametria e Sensoriamento Remoto, respectivamente, auxiliam e subsidiam a elaboração de um produto cartográfico com a espacialização geográfica de locais com maior sensibilidade a possíveis e eventuais derramamentos de óleo. Dentre as ferramentas geotecnológicas disponíveis destaca-se o emprego dos VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados – ou *drones*) no âmbito da Aerofotogrametria, caracterizada como uma técnica de obtenção de fotografias aéreas através de câmeras acopladas na respectiva plataforma e tendem a complementar as tecnologias de Sensoriamento Remoto que estão disponíveis hoje (DOUGHTY; CAVANAUGH 2019; NIKOLAKOPOULOS et al., 2019; EL MAHRAD et al., 2020).

Especificamente, a Aerofotogrametria caracteriza-se como um conjunto de métodos utilizados para se obter informações de um determinado objeto sem necessariamente entrar em contato com ele. Assim, dentre as plataformas disponíveis, destacam-se as câmeras acopladas em VANTs, com a finalidade de obter fotografias aéreas (RODRIGUES; GALLARDO, 2018). Em termos gerais, os VANTs são mais amigáveis do que todas as tecnologias de Geoinformática e Sensoriamento Remoto, relativamente mais baratas, menores, mais leves e práticas, além de oferecerem uma alternativa às plataformas convencionais para aquisição de dados de Sensoriamento Remoto de alta resolução, com menor custo e maior flexibilidade operacional (KLEMAS, 2015; BAYIRHAN; GAZIOGLU, 2020).

Considerando essas premissas e a necessidade de realizar o monitoramento ambiental visando empregar o ISL (Índice de Sensibilidade do Litoral) com imagens e fotografias digitais com maiores resoluções espaciais, esta pesquisa de pós-doutorado objetivou avaliar a viabilidade econômica do emprego de VANTs em áreas de costões rochosos e de extensos bancos arenosos de difícil acesso no Estuário de Santos e na Baía de Caraguatatuba, ambas situadas em áreas costeiras do Estado de São Paulo.

2. Objetivos gerais e específicos

O objetivo principal desta proposta foi de avaliar o emprego de VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) em áreas de costões rochosos e de extensos bancos arenosos de difícil acesso no Estuário de Santos e na Baía de Caraguatatuba, ambas situadas em áreas costeiras do Estado de São Paulo (Figura 2), visando caracterizar sob a ótica do Índice de Sensibilidade Ambiental os diferentes ambientes costeiros, de modo a subsidiar a elaboração de Cartas SAO (Cartas de Sensibilidade Ambiental para Petróleo).

A partir do objetivo principal, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- (I) comparar os produtos obtidos pelos VANTs com dados tradicionais de Sensoriamento Remoto (imagens orbitais);
- (II) analisar e identificar as limitações e potenciais das imagens produzidas pelos VANTs na caracterização dos diferentes ISLs (Índice de Sensibilidade do Litoral);
- (III) avaliar se e quando as imagens produzidas por VANTs são úteis em áreas de difícil acesso por terra e/ou em locais específicos, considerando as áreas abrangidas neste projeto, e por fim,
- (IV) avaliar a viabilidade econômica do emprego de VANTs em áreas de difícil acesso em comparação com atividades de campo realizadas em trechos navegáveis e/ou via trilhas.

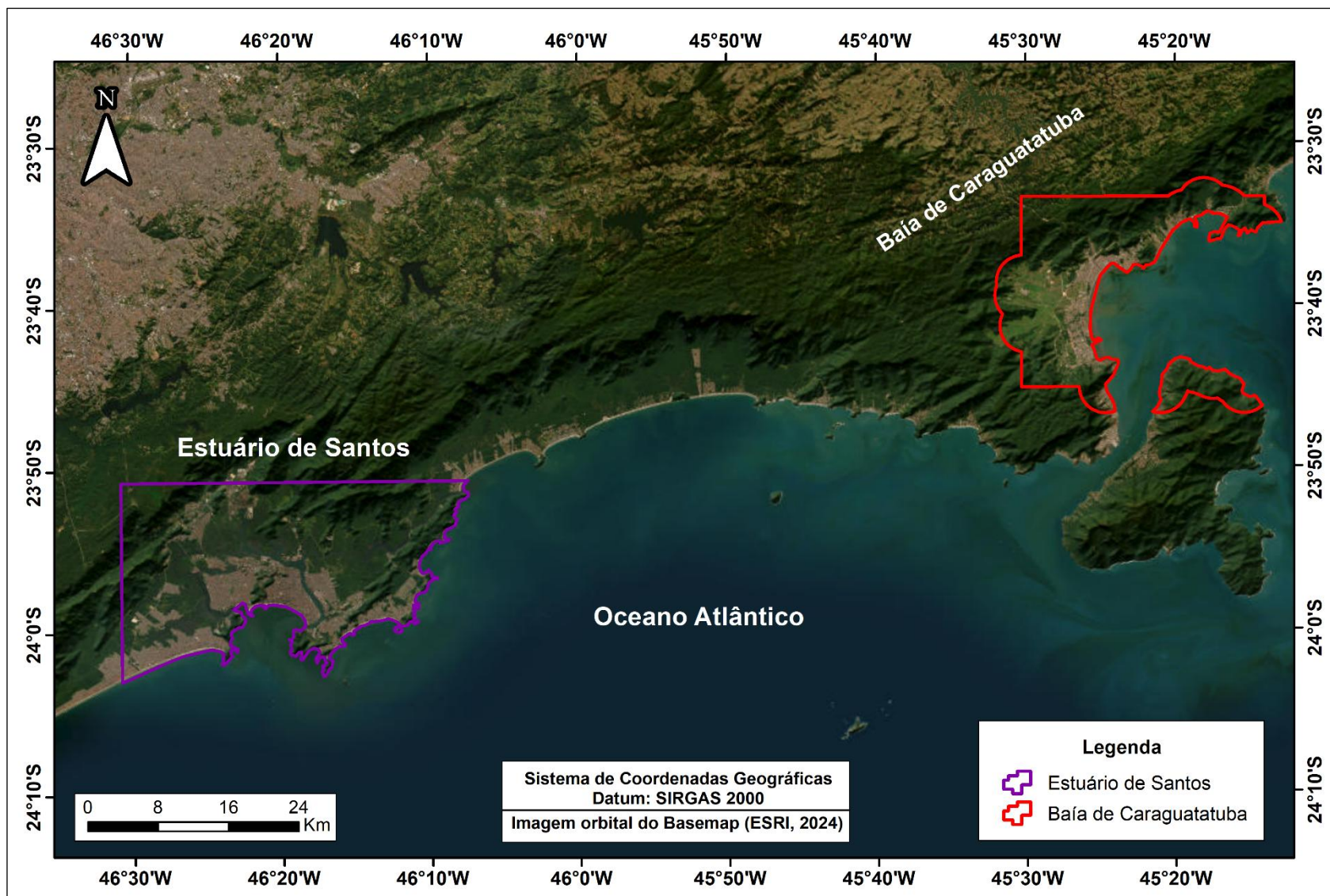


Figura 2. Localização da área de estudo. Elaborado pela bolsista (2024).

3. Material e métodos

3.1. Levantamento bibliográfico

Inicialmente foi realizado um extenso levantamento bibliográfico a partir dos seguintes temas: a) aerofotogrametria por VANTs; b) emprego de VANTs no monitoramento ambiental de áreas costeiras; e c) emprego de VANTs no mapeamento de sensibilidade ambiental.

Para tal, as principais bases de dados que serão utilizadas são o banco de dados bibliográficos *Athena* (UNESP) – Acervo Geral; a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UNESP = *PARTHENON*, e de outras instituições de pesquisa; a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações do Ministério da Ciência e Tecnologia; o Portal de periódicos da Capes; o *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*; a *Science Classic*; a *Academic Search Premier*; a *Academic Search Complete*; a *GeoScienceWorld*; a *Scopus* e outras.

3.2. Organização e gerenciamento do banco de dados geográfico

Com a finalidade de espacializar as informações resultantes, foram elaboradas cartas básicas em meio digital. Este material foi obtido a partir de documentos cartográficos existentes, além de atividades de campo previamente realizadas. Assim, foram obtidos os seguintes dados e informações: limites das áreas de estudo em formato vetorial, municípios de abrangência, hidrografia; rodovias, ferrovias, faixas dutoviárias, geologia e topografia.

De modo a facilitar o manuseio dos dados documentais, arquivos vetoriais, imagens e outras informações, foi estruturado um banco de dados geográfico do respectivo projeto. Para imagens georreferenciadas e arquivos vetoriais, o sistema de coordenada adotado será a plana UTM e o *datum* SIRGAS2000, conforme as orientações do IBGE (IBGE, 1997).

3.3. Levantamento de dados tradicionais de Sensoriamento Remoto

Foram utilizados dados orbitais da plataforma *Google Earth Pro*, para obter informações a respeito das áreas que serão mapeadas pelo emprego dos VANTs. Ademais, tais imagens serão obtidas de modo a realizar comparações dos dados produzidos pelos VANTs das áreas a serem mapeadas no escopo desse projeto.

O *Google Earth* (GE) foi lançado em 2005 e desde então se tornou um dos globos virtuais mais populares, com ampla utilização para ensino e pesquisa em Geociências, principalmente em estudos de formas e processos da paisagem (BOARDMAN, 2016). Consiste em uma simulação de um globo terrestre virtual que usa dados de elevação e imagens orbitais de uma variedade de fontes.

Não obstante, o banco de imagens orbitais do Sistema de Informação Geográfica *ArcGIS* (*ArcGIS Pro Basemap*) também foi empregado, que consiste em um mosaico de imagens das plataformas *Esri*, *Maxar*, *GeoEye*, *Earthstar Geographics*, *CNES/Airbus DS*, *USADA*, *USGS*, *AeroGRID*, *IGN* e a comunidade de usuários do respectivo *software*.

As imagens orbitais supracitadas foram utilizadas na escala de visualização aproximada de 1:2.300, uma vez que as aerofotos produzidas pelos VANTs podem possuir escalas aproximadas de 1:300/1:400.

3.4. Orçamento de voos aerotofogramétricos com VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado)

Esta etapa compreendeu ao orçamento das aerofotos com o uso de VANT em áreas que compreendem as localidades no Estuário de Santos e na Baía de Caraguatatuba, ambas situadas em áreas costeiras do Estado de São Paulo.

3.5. Emprego do Índice de Sensibilidade do Litoral ao Petróleo (ISL)

As imagens orbitais e as fotografias obtidas pelo VANT foram fotointerpretadas segundo a sua sensibilidade ambiental de acordo com os parâmetros que seguem o método do MMA (Ministério do Meio Ambiente) (BRASIL, 2004), que define critérios de classificação correlacionando declividade, permeabilidade e sensibilidade ao óleo aos diferentes ambientes (Figura 1). Adicionalmente, os dados obtidos complementaram os mapeamentos envolvendo a elaboração das Cartas SAO, que reúne, além dos aspectos físicos dos ambientes, os recursos biológicos e parâmetros socioeconômicos, considerando-se os resultados já obtidos no âmbito do projeto no Processo Contratual Termo de Cooperação 5850.0108724.18.9-SAP 4600574413 (PT-133.01.10327).

4. Resultados e discussões

Esse capítulo destina-se à apresentação dos resultados acompanhados de discussões considerando os meios e métodos empregados nesta pesquisa, além dos trabalhos publicados e outras atividades correlatadas realizadas ao longo do seu desenvolvimento (*papers*, participação e publicação em eventos científicos, orientações, participações em banca, etc.). Cabe salientar que esta pesquisa foi desenvolvida considerando dados e resultados obtidos do projeto “GEOPROCESSAMENTO E CARTAS SAO DA BACIA DE SANTOS”, coordenado pela Petrobras em parceria com a Unesp Rio Claro (Processo Contratual Termo de Cooperação 5850.0108724.18.9- SAP 4600574413 (PT-133.01.10327)). Nesse sentido, serão também relatados resultados pertinentes e correlacionados ao mesmo.

4. 1. Banco de Dados Geográfico

A organização interna dos projetos definida inicialmente pela Petrobras, em documento orientativo, foi refeita, de forma a melhor se adequar à estrutura do *ArgGis Pro*. A Figura 3 apresenta a organização interna do projeto PCR_BS_BENTOS, utilizado como exemplo. Todos os demais seguem padrões semelhantes de organização, com variações decorrentes dos tipos de dados existentes no projeto.



Figura 3. Mapa Consulta no projeto do *ArcGis Pro*.

No subdiretório FIGURAS, estão armazenados os mapas temáticos do projeto em formato PNG, com resolução entre 320 e 350 dpi.

No subdiretório GEOPDF, estão armazenados os GEOPDFS individuais e integrados. No primeiro caso, cada mapa gerado pode ser analisado individualmente, com consultas à sua tabela de atributos. O GEOPDF integrado, por sua vez, possibilita a visualização, consulta e o cruzamento dos dados do PROJETO em questão, permitindo a sobreposição de dados dos

subprojetos que o compõem.

Em METADADOS, estão contidos todos os metadados do projeto, com a explicação sobre os dados gerados. Estes se encontram no formato .xml e .pdf e foram padronizados segundo a ISO 19139 *Metadata Implementation Specification*.

No subdiretório PROJETO BENTOS, utilizado como ilustrativo, constam 3 *Geodatabases*, um que armazena o conjunto dos dados de base do projeto, denominado PCR_BS_DADOS_BASE, onde estão os dados de batimetria, do limite da Bacia de Santos, transectos e estações, além da informação de fundo (*Basemap ArcGis*). O segundo *Geodatabase*, PCR_BS_GEOLOGIA, armazena e organiza alguns dados do grupo de Geologia, pertinentes ao contexto. O terceiro, PCR_BS_BENTOS, organiza os dados referentes aos subprojetos do bentônico. A Figura 4 ilustra o detalhamento dos *Geodatabases* no PROJETO BENTOS, com seus respectivos arquivos vetoriais e *raster*.

Para cada projeto sempre haverá no mínimo dois *Geodatabases*, sendo um que armazena o conjunto dos dados de base do projeto, onde estão os dados de batimetria, do limite da Bacia de Santos, transectos e estações, além da informação de fundo. O segundo armazena e organiza os dados do subgrupo em questão. No caso do projeto BIO PELAGICO, também existe um terceiro *Geodatabase* (PCR_BS_HIDROQUIMICA), necessário à compreensão do contexto dos dados do pelágico. O terceiro *Geodatabase* ocorre no projeto QUIMICA SEDIMENTOS, com a inclusão do *Geodatabase* PCR_BS_GEOLOGIA, necessário à compreensão do contexto.

Como exemplo de uma estrutura mais complexa, pode-se citar a organização interna do projeto PCR_BS_METEOROLOGIA_ONDAS_DERIVA, que possui mais diretórios, fato decorrente da especificidade de seus produtos (Figura 5).

A pasta ANIMACAO contém as animações geradas a partir dos dados de meteorologia em formato .nc (*NetCDF*), armazenados na pasta de mesma denominação. Os arquivos *NetCDF* são multidimensionais, ou seja, são capazes de armazenar diversas variáveis (temperatura, umidade, pressão), de maneira temporal para cada uma.

Em FIGURAS, estão armazenados os mapas temáticos do projeto em formato PNG, com resolução entre 320 e 400 dpi.



Figura 4. Detalhamento dentro do PROJETO BENTOS - *Geodatabases*, exibindo os arquivos vetoriais e *raster*.

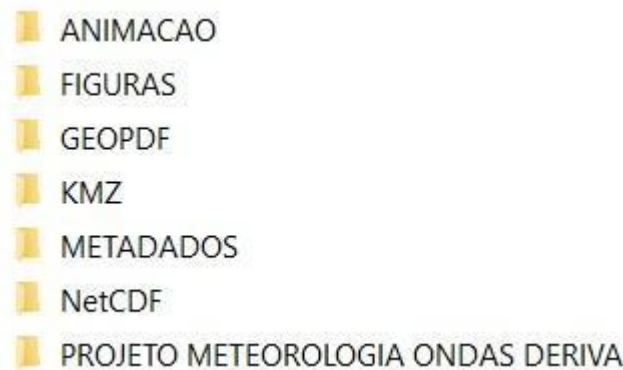


Figura 5. Organização do projeto PCR_BS_METEOROLOGIA_ONDAS_DERIVA.

No subdiretório GEOPDF, estão armazenados os GEOPDFS individuais de cada mapa gerado, onde podem ser realizadas consultas sobre cada mapa e sua tabela de atributos. Está também disponível o GEOPDF integrado, que possibilita a visualização, consulta e o cruzamento dos dados do projeto em questão. Ademais, estão disponíveis dois manuais para o usuário, o primeiro com orientações sobre o uso do GEOPDF individual e o segundo sobre o GEOPDF integrado.

Os arquivos GEOPDF integrados, no caso do PROJETO utilizado como exemplo, por uma questão de escala dos dados, foram separados de acordo com os subprojetos, sendo um

para Meteorologia, um para Ondas e maré e outro para Deriva litorânea. Os dados de Deriva litorânea foram articulados em quatro cenas, integrando dados de inverno e verão, para as duas áreas.

Os dados *raster* também foram exportados em formato *Keyhole Markup Language* (.kml/.kmz), para garantir maior interoperabilidade dos dados com outros sistemas, como *Google Earth Pro* e o próprio *WebGIS* do projeto. Esses dados foram armazenados na pasta KMZ.

Em METADADOS, estão contidos todos os metadados do projeto, onde constam explicação sobre os dados gerados. Estes se encontram no formato .xml e .pdf e foram padronizados segundo a ISO 19139 *Metadata Implementation Specification*.

No PROJETO METEOROLOGIA_ONDAS_DERIVA constam 2 *Geodatabases*, sendo um que armazena o conjunto dos dados de base do projeto, denominado PCR_BS_DADOS_BASE, onde estão os dados de batimetria, do limite da Bacia de Santos, transectos e estações, além da informação de fundo (*Basemap ArcGis*). O segundo *Geodatabase*, PCR_BS_METEOROLOGIA_ONDAS_DERIVA.gdb, armazena e organiza os dados do grupo de Meteorologia, Ondas e maré e Deriva Litorânea, pertinentes ao contexto.

4.2. Aerolevanteamento com VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados)

É de comum senso a importância do uso do Sistema de Informação Geográfica para a organização de informações territoriais através da separação temática dos dados de possível visualização, preparando mapas para os mais diversos meios de forma simples, clara e acessível para a população. Não obstante, o Sensoriamento Remoto tradicional, que compreende a coleta de dados em plataformas orbitais envolvendo a coleta de dados remotamente, tem sido utilizado com sucesso em um inúmeros estudos, pesquisas e serviços operacionais, como previsão do tempo e de furacões, observação da dinâmica costeira, detecção de poluição, análise do uso e cobertura da terra costeira e ambientes terrestres, áreas alagadas, marismas e manguezais, florestas, agricultura e mapeamento de áreas urbanas, pois oferece a cobertura de grandes áreas com imagens multiespectrais e um ótimo tempo de revisita para, por exemplo, estudos ambientais (KLEMAS, 2015).

Entretanto, para algumas aplicações (tais como mapeamento de uso e cobertura de áreas alagadiças e úmidas, caracterização e delimitação de linhas de costa, batimetria com *LIDAR* e monitoramento/ rastreamento de manchas e derramamentos de óleo), os dados tradicionais de Sensoriamento Remoto possuem limitações quanto à resolução espacial,

mesmo com dados orbitais de alta resolução espacial disponíveis atualmente (KLEMAS, 2015; CERRI et al., 2022).

No contexto das Cartas SAO, o SIG, com dados integrados oriundos do Sensoriamento Remoto, Aerofotogrametria, dados coletados por receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*) e dados topográficos pode ser aplicado na análise multicriterial de diversos parâmetros, ponderando a interação entre os principais fatores geológicos, geomorfológicos e biológicos, no tempo de permanência do óleo e qual o impacto sobre a biota local. Entretanto, cabe ressaltar, também, a importância dos trabalhos e consultas de campo, que permitem uma análise mais detalhada sobre parâmetros de grande influência nos impactos ambientais associados aos vazamentos de óleo, especialmente os que envolvem a coleta de amostras para posteriores análises em laboratório.

O emprego de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's/ *drones*) é um excelente instrumento de pesquisa para profissionais e pesquisadores nas áreas de geologia, geotecnia e ambiental, quando comparado aos antigos serviços de Aerofotogrametria e Sensoriamento Remoto. Vários autores corroboram tal afirmativa, tais como Manfreda et al. (2018), Doughty e Cavanaugh (2019), Hardin et al. (2019), Nikolakopoulos et al. (2019), Odonkor et al. (2019), El Mahrad et al. (2020) e Cerri et al. (2022). Em síntese, eles são mais amigáveis dentre todas as Geotecnologias para o usuário, relativamente mais baratos, menores, leves e práticos e oferecem uma alternativa para as plataformas convencionais com alta resolução de Sensoriamento Remoto, pois possuem baixo custo e uma elevada flexibilidade operacional (KLEMAS 2015; BAYIRHAN; GAZIOGLU, 2020).

Nesse sentido, esta pesquisa também avaliou o uso dos VANTs como ferramenta no mapeamento dos Índices de Sensibilidade do Litoral (ISL) para elaboração de Carta SAO.

Para as baías selecionadas como alvo de estudo, foi realizado um orçamento de levantamento aerofotogramétrico com a empresa *G-Drones* (Razão social G Drones Comercio e Servicos de Aeronaves Remotamente Pilotadas Ltda / CNPJ 22.619.376/0001-11 / Rua Desembargador do Vale, 653 - Perdizes, Sao Paulo (SP), CEP: 05.010-040), cujas informações detalhadas encontram-se disponíveis no capítulo “Apêndices e Anexos”.

No orçamento solicitado, a respectiva empresa segue o fluxo de trabalho do processamento das fotografias capturadas citadas por Silva (2015):

- Alinhamento das imagens: as fotografias segmentadas transformam-se em um bloco único, orientado pelas semelhanças ópticas e informações geográficas das imagens;
- Calibração automática da câmera: parte dos parâmetros de orientação exterior e

interior da câmera para retificar os ângulos e posição do sensor, bem como as distorções do sistema de lentes;

- Geração da nuvem de pontos: a partir de pares estereoscópicos fornecidos pelas sobreposições de imagens, uma triangulação de pontos dá origem ao modelo tridimensional da área;
- Confecção do MDE (Modelo Digital de Elevação): a nuvem de pontos é manipulada para remover ruídos e superfícies inconvenientes à topografia, os pontos são então interpolados e resultam em uma matriz que representa a elevação da superfície;
- Ortorretificação e confecção do ortomosaico: gerado a partir da texturização da superfície de nuvem de pontos, as feições serão projetadas ortogonalmente. Posteriormente, o agrupamento das fotos aéreas obtidas será efetuado, de modo a obter um ortofotomosaico do levantamento realizado.

Assim, segundo o orçamento da empresa, os produtos fornecidos pelo serviço aerotogramétrico serão:

- Fotografias aéreas brutas (sem processamento prévio) na posição vertical;
- Ortomosaico georreferenciado RGB (*Red, Green, Blue* – canais correspondentes à largura espectral do visível) com resolução espacial (*GSD – Ground Sample Distance¹¹*) de aproximadamente 2 cm/pixel, fornecido em arquivo de extensão *GeoTIFF* (imagens georreferenciadas) e *ECW* (para ser trabalhado em SIGs);
- Nuvem de pontos em arquivo .laz, .las, .e57, .dxf e/ou .txt.
- MDS - Modelo Digital de Superfície em arquivo .dxf (*TIN – Triangular Irregular Network*) ou *GeoTIFF* (imagem georreferenciada).
- Acesso a *WebGIS* contendo os produtos disponibilizados em SIG *online* por 6 meses.
- 1 relatório da obtenção e processamento das imagens.

Considerando-se os resultados já obtidos no âmbito do projeto no Processo Contratual Termo de Cooperação 5850.0108724.18.9-SAP 4600574413 (PT-133.01.10327), foi realizada uma investigação e análise em área *offshore* na costa rochosa da Ilha da Cocanha, situada na Baía de Caraguatatuba (SP), na qual comparou-se o emprego de produtos tradicionais de Sensoriamento Remoto (imagens orbitais do *Basemap* do *ArcGIS Pro*) com imagens de RPAS, a fim de analisar seu impacto na interpretação em termos de Índice de Sensibilidade

¹¹ Distância de Amostragem do Solo - parâmetro que se refere à distância entre os centros de dois *pixels* consecutivos no solo, capturados pela câmera de um *drone*. O GSD é importante para o planejamento de voo e para a acurácia dos produtos e subprodutos do mapeamento aéreo. É diretamente ligado à altura do voo e seu valor é informado pelo *software* ou aplicativo de planejamento.

Ambiental (ISL) para derramamentos de óleo (Figura 6).

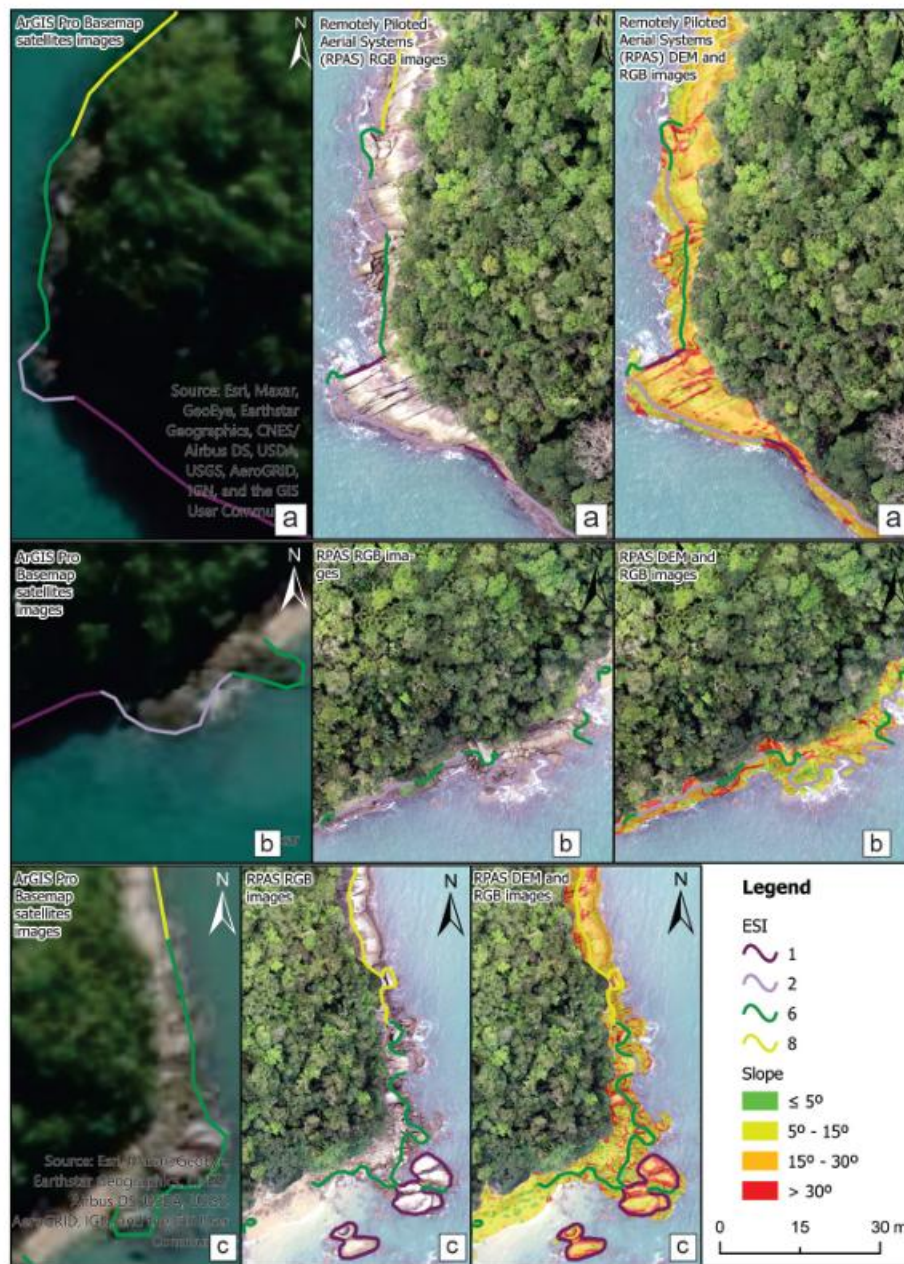


Figura 6. Seções interpretadas do ESI (*Environmental Sensitivity Index*) para o costão rochoso da Ilha da Cocanha (Baía de Caraguatatuba, SP). Da direita para a esquerda, imagens orbitais do *ArcGIS Pro Basemap*, imagens de VANT e Modelo Digital de Superfície (MDS) sobrepostas nas fotografias aéreas de alta resolução. As linhas coloridas são os ESIs interpretados para as áreas de costão rochoso. Nota-se que o número de seções ESI aumenta quando as fotografias são analisadas. As Figuras a, b e c mostram diferentes partes da área estudada com suas respectivas análises dos ESIs e de declividade do costão (CERRI et al., 2022).

Nesse sentido, a partir dos aerolevantamentos realizados no âmbito do projeto do Processo Contratual Termo de Cooperação 5850.0108724.18.9-SAP 4600574413 (PT-133.01.10327), notou-se que: i) a maior resolução das fotografias aéreas oferece a oportunidade de aprimorar o detalhamento do ISL para derrames de petróleo, aumentando o número de regiões mais sensíveis; ii) em área *offshore* as fotografias aéreas auxiliaram a aumentar o detalhamento da análise do ISL para derramamentos de óleo, aumentando o número de segmentos em todos os valores de ISL. Todas as regiões sofreram um aumento de seções com um determinado ISL (o aumento do detalhe da imagem aumentou o detalhe do mapeamento do ISL); iv) observando a extensão destes costões rochosos e a percentagem de ocorrência de cada ISL, pode-se traçar o mesmo padrão. A ocorrência de segmentos ISL 1 diminui enquanto a ocorrência de ISL 2 aumenta usando fotografias aéreas. No entanto, para valores de ISL mais elevados (ISL 6 e ISL 8), a diferença entre as imagens orbitais e de fotografias aéreas é muito pequena; v) a utilização de fotografias aéreas, devido ao seu grande detalhe e resolução, ofereceu a oportunidade de ser mais preciso em termos de valores de declividade.

Uma vez que nas orientações do MMA (BRASIL, 2004) é utilizada a interpretação visual da declividade, o uso de produtos oriundos de fotografias aéreas com VANT (como o Modelo Digital de Superfície - MDS), pode colaborar no aumento da precisão na obtenção dessa variável e, conseqüentemente, no detalhamento para estudos de derramamentos de óleo. Não obstante, o uso de fotografias aéreas mostrou-se uma ferramenta interessante para análise do índice de sensibilidade ambiental ao óleo, uma vez que possuem alta resolução e oferecem um produto rápido e de fácil interpretação. As fotografias aéreas proporcionam uma interpretação mais detalhada, possibilitando a identificação e mapeamento de maior número de segmentos ao longo da costa e suas diferentes sensibilidades. A imagem de maior resolução espacial e temporal pode ajudar a identificar, detalhar e delimitar índices que as imagens tradicionais de Sensoriamento Remoto não seriam capazes de identificar. O uso de imagens fotografias aéreas se exhibe como promissor na análise e interpretação da sensibilidade ao óleo, especialmente em costões rochosos.

Contudo, para mapeamento de áreas de grandes extensões, as fotografias aéreas acabam se tornando onerosos, sendo mais eficientes para detalhamento de trechos de difícil acesso, como áreas de mangues, locais com lâminas d'água rasa, áreas de mar agitado próximo a costões, entradas de baías com mudanças de maré, locais com intensa trafegabilidade de embarcações, dentre outros. Nesse sentido, encontra-se em processo de finalização a elaboração do artigo provisoriamente intitulado “ Análise econômica do uso de

drones na confecção de Cartas SAO”, no qual serão comparadas plataformas remotamente pilotadas de asa fixa para áreas de maiores extensão e multirrotores para áreas menores, sob a ótica de custos e benefícios em termos de custo, considerando como estudo de caso áreas de costão rochoso da Baía de Caraguatatuba (SP) de difícil acesso, considerando os resultados expostos anteriormente na área piloto da Ilha da Cocanha.

4.3. Índices de Sensibilidade do Litoral – ISL, recursos socioeconômicos e biológicos, parâmetros oceanográficos e mapas de Unidades de Conservação (UC’s)

No âmbito desta pesquisa, correlacionado ao projeto Petrobras, conforme citado anteriormente, foram mapeados os ISLs da Baía de Caraguatatuba (SP), de modo que observou-se uma predominância dos índices mais sensíveis: ISL 8, 9 e 10. Especificamente, houve dominância do ISL 8, representado por costões rochosos lisos ou não lisos e abrigados.

Ambientes como manguezais tiveram seus contatos com a água delimitados, aos quais é atribuído o ISL10, porém, em vários locais, a extensão destes ambientes não equivale a uma linha, mas sim a uma grande área que adentra o continente.

Dentre as áreas mapeadas, há regiões com grande variação de ambientes e, conseqüentemente, dos índices de sensibilidade atribuídos. Outras são bastante homogêneas (Figuras 7 e 8).

O exemplo da Figura 7 da área de estudo evidencia uma área com predomínio de praias, de ISL4, correspondente a praias de areia fina a média, abrigadas, alternando-se a alguns pontões rochosos, de ISL 8, quando lisos ou não lisos e abrigados; de ISL 6, quando lisos e expostos; ou ISL 1, quando lisos, de alta declividade e expostos.



Legenda  ISL 2  ISL 4  ISL 6  ISL 8

Figura 7. Predomínio de praias, com pontos de ocorrência de costões rochosos na Baía de Caraguatatuba.

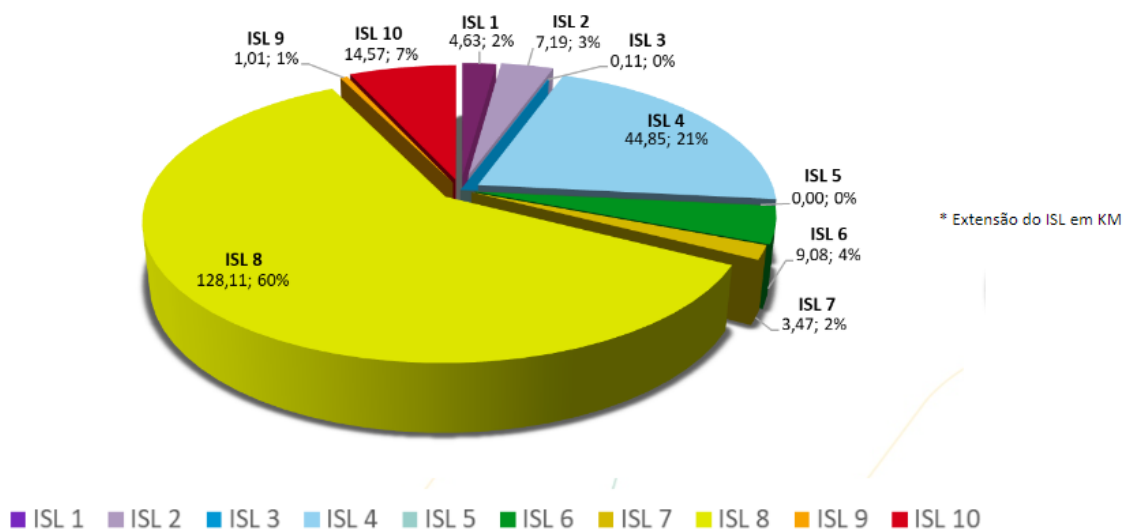


Figura 8. Distribuição dos ISLs na Baía de Caraguatatuba.

Com relação aos recursos socioeconômicos, as imagens de alta resolução do *Basemap*

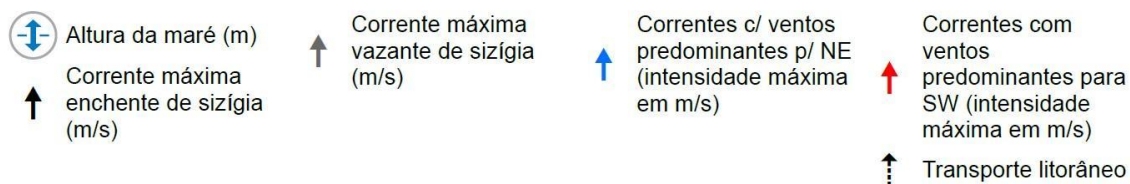


Figura 10. Parâmetros oceanográficos adicionados à Carta SAO da Baía de Caraguatatuba.

Considerando a respectiva área de estudo, foram levantadas e espacializadas 7 Unidades de Conservação (Tabela 1 e mapa em “Apêndices e Anexos”).

Tabela 1. Quantidade de Unidades de Conservação identificadas e mapeadas na Baía de Caraguatatuba.

Categoria	Quantidade
Proteção Integral Municipal	1
Uso Sustentável Municipal	1
Proteção Integral Estadual	2
Uso Sustentável Estadual	1
Uso Sustentável Federal	2
Total	7

4.4. Cartas SAO (Cartas de Sensibilidade Ambiental para Petróleo)

No âmbito do projeto do Processo Contratual Termo de Cooperação 5850.0108724.18.9-SAP 4600574413 (PT-133.01.10327), o qual a respectiva bolsista estava inserida, para a Baía de Caraguatatuba foram elaboradas 10 cartas operacionais em escala 1:25000, e, em escala tática (1:100.000) 2 cartas, acompanhadas por um mapa de articulação. O capítulo “Apêndices e Anexos” ilustra alguns desses produtos cartográficos.

4.5. Trabalhos publicados em revistas e eventos científicos, participação em bancas de defesa e qualificação, cursos ministrados e outras atividades correlatas

O desenvolvimento da presente pesquisa possibilitou a publicação de *papers* em

periódicos internacionais, além de apresentação e publicação em eventos científicos, participação em bancas de defesa e qualificação, cursos ministrados e outras atividades correlatas, listados a seguir (Quadro 1), cujos comprobatórios encontram-se no capítulo “Apêndices e Anexos”. Cabe destacar que há previsões de novas publicações e submissões, e, portanto, a listagem a seguir considerou o início do projeto até o fim do mês de março e início de abril (2025).

Quadro 1. Listagem dos trabalhos publicados em revistas e eventos científicos, participação em bancas de defesa e qualificação, cursos ministrados e outras atividades correlatas durante o desenvolvimento do projeto (início do projeto até fim de março e início de abril/ 2025).

Tipo da produção	Título/ Subtítulo	Periódico / Evento	Data	DOI	ISBN ou ISSN	Endereço eletrônico
<i>Paper</i>	<i>Application of the debris-flow hazard index for pipelines in the context of the hydrogeological disaster of February 2023 in São Sebastião, Serra do Mar, Brazil¹</i>	<i>Landslides</i>	03/2025	https://doi.org/10.1007/s10346-024-02319-4	Electronic ISSN: 1612-5118	https://link.springer.com/article/10.1007/s10346-024-02319-4
<i>Paper</i>	<i>Numerical modeling of a high magnitude debris-flow event occurred in Brazil²</i>	<i>Natural Hazards</i>	11/2024	https://doi.org/10.1007/s11069-024-06728-5	Electronic ISSN: 1573-0840	https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-024-06728-5
Apresentação e publicação em evento científico	Relevância do mapeamento de Unidades de Conservação como subsídio à identificação da Sensibilidade Ambiental Litorânea ³	12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás (12º PDPETRO)	11/2024	http://doi.org/10.71190/2024-12-1224493	Não se aplica	https://pdpetro.com.br/anais/?id_pdpetro=12

Apresentação e publicação em evento científico	Panorama geral e perspectivas futuras dos Índices de Sensibilidade Ambiental ao derramamento de óleo ⁴	12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás (12º PDPETRO)	11/2024	http://doi.org/10.71190/2024-12-1224341	Não se aplica	https://pdpetro.com.br/anais/?id_pdpetro=12
Apresentação e publicação em evento científico	<i>Numerical simulation of debris-flow processes: an application on the coast of São Paulo State, Brazil</i> ⁵	IV END - Encontro Nacional de Desastres	10/2024	Não se aplica	ISSN: 2764-9040	https://anais.abrhidro.org.br/jobs.php?Event=241
Apresentação e publicação em evento científico	Avaliação da potencialidade de Bacias Hidrográficas a processos de fluxos de detritos através de modelagem numérica com <i>softwares</i> de simulação: uma aplicação na Serra do Mar Paulista ⁶	51º Congresso Brasileiro de Geologia	10/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://51cbg.com.br/site/cbg2024/anais
Apresentação e publicação em evento científico	Índices de Sensibilidade Ambiental ao derramamento de óleo: estado da arte e <i>trends</i> ⁷	51º Congresso Brasileiro de Geologia	10/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://51cbg.com.br/site/cbg2024/anais

Apresentação e publicação em evento científico	Carta de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo (Carta SAO) da Baía de Caraguatatuba (SP) ⁸	51° Congresso Brasileiro de Geologia	10/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://51cbg.com.br/site/cbg2024/anais
Trabalho apresentado e publicado em anais de evento científico	Websérie de documentários sobre as Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo: uma estratégia de Geoconservação ⁹	51° Congresso Brasileiro de Geologia	10/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://51cbg.com.br/site/cbg2024/anais
Participação em evento científico	Não se aplica	51° Congresso Brasileiro de Geologia ¹⁰	13 a 17/10/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://51cbg.com.br

Participação em evento científico	Não se aplica	IV END - Encontro Nacional de Desastres ¹¹	08 a 11/10/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://www.abrhidro.org.br/ivend/
Participação em evento científico	Não se aplica	12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás (12º PDPETRO) ¹²	30/10 a 01/11/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://www.pdpetro.com.br/12pdpetro/
Participação em evento científico	Não se aplica	1º Encontro Nacional de Estudantes de Pós-Graduação sobre Riscos e Desastres ¹³	02/10 a 03/10/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://eventos.ict.unesp.br/lenard/

Participação em evento científico	Não se aplica	IV Fórum Geocientífico da ABMGeo ¹⁴	27/09/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://www.abmgeo.org/forum-geocientifico#:~:text=O%20F%C3%B3rum%20Geocient%C3%ADfico%20%C3%A9%20uma,n%C3%A3o%20somente%20geocient%C3%ADfico%2C%20mas%20interdisciplinar.
Participação em minicurso (ouvinte)	Não se aplica	Mitigação de Mudanças Climáticas – o CCS e a contribuição da Indústria do Petróleo, Sequestro Geológico de Carbono/ 12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás (12º PDPETRO) ¹⁵	30/10 a 01/11/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://www.pdpetro.com.br/12pdpetro/
Curso ministrado	Não se aplica	Geoprocessamento para Iniciantes/ Feira de Construção, Tecnologia e Extensão – FECTEX ¹⁶	09/11/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://linktr.ee/projettar_jr?utm_source=linktree_profile_share&lt;sid=b711b5cb-7b02-4d9a-ba79-89cf8818f9cf

Curso ministrado	Não se aplica	Formas de representação da modelagem do relevo terrestre: fundamentos e aplicações/ 26º Seminário de Pesquisa e Extensão da Universidade do Estado de Minas Gerais ¹⁷	08/11/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://airtable.com/appQNk6Dr0FvB4qOP/shrd0w7utahGILVhR/tbln3y2WCBTBj7C5e
Curso ministrado	Não se aplica	Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicado a estudos ambientais/ Curso de Aperfeiçoamento do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis – PRH/ANP-40.1 ¹⁸	15/07 a 17/07/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://igce.rc.unesp.br/#!/pesquisa3973/unespetro/cursos/cursos-de-aperfeicoamento/
Curso ministrado	Não se aplica	Sensibilidade Ambiental ao Óleo/ Curso de Aperfeiçoamento do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis – PRH/ANP-40.1 ¹⁹	03/02 a 07/02/2025	Não se aplica	Não se aplica	https://igce.rc.unesp.br/#!/pesquisa3973/unespetro/cursos/cursos-de-aperfeicoamento/

Palestra ministrada	Não se aplica	Panorama Geral do emprego das Geotecnologias no contexto da Avaliação da Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo/ XV Encontro do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente ²⁰	04/11/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://www.event3.com.br/xvppg/
Revisão de artigos, trabalhos em eventos científicos e componente de comissão científica	<i>Sustainability Status of Gedong Gincu Mango in Majalengka Regency</i>	Anuário do Instituto de Geociências ²¹	03/2025	Não se aplica	eISSN: 1982-3908	https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo
Revisão de artigos, trabalhos em eventos científicos e componente de comissão científica	Não se aplica	XIII Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas – 25 anos conectando mentes e provendo conhecimento - Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas – UFPR ²²	10/2024 a 11/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://cbeg.ufpr.br/

Revisão de artigos, trabalhos em eventos científicos e componente de comissão científica	Não se aplica	XV Encontro do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – Unesp Rio Claro ²³	04/11 a 08/11/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://www.even3.com.br/xvppg/
Orientações	Mestrado acadêmico: Mapeamento de perigo geológico-geotécnico em áreas turísticas de cânions e cachoeiras em Capitólio (MG)	Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – Unesp Rio Claro ²⁴	26/11/2024 (em andamento)	Não se aplica	Não se aplica	https://igce.rc.unesp.br/#!/pos-graduacao/programas-de-pos/geociencias-e-meio-ambiente/
Participação em bancas	Qualificação de Mestrado Acadêmico: Mapeamento de perigo geológico-geotécnico em áreas turísticas de cânions e cachoeiras em Capitólio (MG)	Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – Unesp Rio Claro ²⁵	25/10/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://igce.rc.unesp.br/#!/pos-graduacao/programas-de-pos/geociencias-e-meio-ambiente/

Participação em bancas	Defesa de Doutorado: Análise de inventários manuais e semiautomáticos de escorregamentos rasos e sua adequabilidade para utilização em modelos preditivos	Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM – IEE/USP) ²⁶	29/01/2025	Não se aplica	Não se aplica	https://www.iee.usp.br/pagina/programa-de-pos-graduacao-em-ciencia-ambiental/
Participação em bancas	Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso: Metodologia para elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo em áreas terrestres - exemplo na Rodovia dos Tamoios (SP-099)	Graduação em Geologia (Unesp Rio Claro) ²⁷	18/11/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://igce.rc.unesp.br/index.php#!/instituicao/diretoria-tecnica-academica/graduacao/cursos/geologia/
Participação em bancas	Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso: Condições de vegetação pré-fogo no Parque Estadual da Serra do Papagaio (MG) por meio de Índices Espectrais	Graduação em Geografia Bacharelado (UNIFAL) ²⁸	13/12/2024	Não se aplica	Não se aplica	https://www.unifal-mg.edu.br/geografia/

Ademais, conforme supracitado, outros *papers* e artigos para apresentação em eventos científicos encontram-se em processo de finalização de elaboração, tais como o manuscrito que será submetido ao periódico “*Ocean and Coastal Management*” ou “*Marine Pollution*” (Quadro 1) (disponível no capítulo “Apêndices e Anexos”).

Quadro 2. Listagem dos trabalhos submetidos em eventos científicos (aguardando revisão) durante o desenvolvimento do projeto ((início do projeto até fim de março e início de abril/ 2025).

Tipo da produção	Título/ Subtítulo	Periódico / Evento	Data	DOI	ISBN ou ISSN	Endereço eletrônico
Submissão em evento científico	<i>Debris-Flow processes modeling with numerical simulation: an application on the coast of São Paulo State, Brazil</i> ²⁹	18º Simpósio de Geologia do Sudeste (GEOSUDESTE 2025)	03/2025	Não se aplica	Não se aplica	https://snet-geosudeste.com.br/
Submissão em evento científico	Estado da arte e perspectivas dos Índices de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo ³⁰	18º Simpósio de Geologia do Sudeste (GEOSUDESTE 2025)	03/2025	Não se aplica	Não se aplica	https://snet-geosudeste.com.br/
Submissão em evento científico	Os VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) em áreas costeiras como subsídio na determinação de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo: viabilidade econômica e operacional ³¹	18º Simpósio de Geologia do Sudeste (GEOSUDESTE 2025)	03/2025	Não se aplica	Não se aplica	https://snet-geosudeste.com.br/
Submissão em evento científico	<i>Modeling debris-flow processes with numerical simulation: an application on the coast of São Paulo State, Brazil with RAMMS model</i> ³²	<i>XXV Brazilian Symposium on Geoinformatics - GEOINFO 2025</i>	03/2025	Não se aplica	Não se aplica	https://geoinfobr.github.io/

5. Comentários do Supervisor

A pós-doutoranda teve uma dedicação acima do esperado neste um ano de bolsa, realizando uma diversidade muito grande de ações junto ao PRH-40.1, desde ter sido responsável por disciplinas do curso de aperfeiçoamento oferecidas aos bolsistas, co-orientações e participações de banca até um número considerável de publicações de artigo, trabalhos em eventos técnico-científicos e revisões ad-hoc para revistas científicas e eventos.

Publicou um artigo internacional em revista com Qualis A2 como primeira autora e como co-autora de um artigo com Qualis A1, além de outros artigos que estão em fase de finalização para submissão.

A pesquisa proposta foi desenvolvida de forma adequada, com resultados relevantes que estão sendo organizados em artigo para submissão para revista científica internacional.

Portanto, meu parecer como supervisor é pela aprovação do relatório final, pois, a pós-doutoranda demonstra maturidade científica, independência no desenvolvimento de atividades acadêmicas (ministrou disciplinas do PRH-40.1, revisões ad hoc, participação em eventos, publicação de artigos e trabalhos) e competência comprovada.

6. Considerações finais

Considerando o desenvolvimento desta pesquisa de pós-doutorado, elucidam-se as seguintes considerações:

- Possibilitou a capacitação e atualização de seus conhecimentos por meio do desenvolvimento de um projeto com conteúdo científico e tecnológico inovador;
- Viabilizou importantes colaborações científicas e acadêmicas para a instituição sede da realização da pesquisa, comunidade científica e sociedade;
- Forneceu estímulo e incentivo à pós-doutoranda em prosseguir na área científica;
- Aprimorou suas habilidades de pesquisadora e preparação para a continuação de sua carreira acadêmica;
- Atualizou e incrementou conhecimentos técnico-científicos por parte da pós-doutoranda;
- Favoreceu de modo muito relevante trocas de experiências e conhecimentos a nível nacional e internacional;
- Favoreceu a consolidação profissional e científica na área de pesquisa da pós-doutoranda (Geociências/ Modelagem de processos geológicos e hidrogeomorfológicos / Aerofotogrametria);

- Consolidou-se como um importante amadurecimento científico e profissional da pesquisadora, que, inclusive, foi aprovada em dois concursos de instituições públicas na primeira colocação, em ambos (1] - Processo nº 37-P-03649/2024, cargo de Professor Doutor, nível MS-3.1, em RTP, com opção preferencial para o RDIDP, na área de Engenharia Ambiental, na Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (FT/ UNICAMP) e 2] no Concurso Público nº 1/2023 realizado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN, para o cargo 401: Pesquisador Adjunto I e área de atuação de Geodinâmica ou Geologia).

7. Referências bibliográficas

ARAÚJO, S.I.; SILVA, G.H.; MUEHE, D. **Manual básico para a elaboração de mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo no sistema Petrobras**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2001.

BAYIRHAN, İ.; GAZIOĞLU, C. Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) and Marine Environment Simulator in Oil Pollution Investigations. **Baltic Journal of Modern Computing**, vol. 8, n. 2, p. 327-336, 2020.

BELL, F. G. **Engineering Geology**. Oxford: Blackwele Science Ltd. 359 p. 1993.
BI, H.; AN, C.; OWENS, E.; LEE, K.; CHEN, Z.; MULLIGAN, C.; TAYLOR, E.; BOUFADEL, M. A framework for the evaluation and selection of shoreline surface washing agents in oil spill response. **Journal of Environmental Management**, vol. 287, 112346. 2021. DOI: [10.1016/j.jenvman.2021.112346](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112346)

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. **Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo**. MMA: Brasília, 2002. 22 p. (Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho).

CARMO, E. H.; TEIXEIRA, M. G. Desastres tecnológicos e emergências de saúde pública: o caso do derramamento de óleo no litoral do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, 2020. DOI: [10.1590/0102-311X00231019](https://doi.org/10.1590/0102-311X00231019)

CERRI, R. I.; RODRIGUES, F. H., OLIVEIRA, G. H. D., REIS, F. A., WIECZOREK, A., LONGHITANO, G. A.; DUARTE, D. M. Assessing Remotely Piloted Aerial Systems in the characterization of rocky shores for oil spills environmental sensitivity mapping, northern São Paulo littoral, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 94, e20210946. 2022. DOI: [10.1590/0001-3765202220210946](https://doi.org/10.1590/0001-3765202220210946)

CHEN, R.; LIU, C. Study on Pollution Risk Index Based on ESI and Stochastic Simulation Rongchang. **IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science**, 371, 2019. DOI: [10.1088/1755-1315/371/3/032054](https://doi.org/10.1088/1755-1315/371/3/032054).

DIAS-BRITO, D.; MILANELLI, J. C.; RIEDEL, P. S.; WIECZOREK, A. **Sensibilidade do Litoral Paulista a Derramamentos de Petróleo: um Atlas em Escala de Detalhe**. Rio Claro: UNESP, 2014, 236 p.

DOUGHTY, C. L.; CAVANAUGH, K. C. Mapping coastal wetland biomass from high resolution unmanned aerial vehicle (UAV) imagery. **Remote Sensing**, v. 11, n. 5, p. 540, 2019. DOI: [10.3390/rs11050540](https://doi.org/10.3390/rs11050540)

EL MAHRAD, B. E.; NEWTON, A.; ICELY, J. D.; KACIMI, I.; ABALANSA, S.; SNOUSSI, M. Contribution of remote sensing technologies to a holistic coastal and marine environmental management framework: a review. **Remote Sensing**, v. 12, n. 14, p. 2313, 2020. DOI: [10.3390/rs12142313](https://doi.org/10.3390/rs12142313)

FRAZÃO SANTOS, C.; MICHEL, J.; NEVES, M.; JANEIRO, J.; ANDRADE, F.; ORBACH, M. Marine spatial planning and oil spill risk analysis: Finding common grounds. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 74, 2013. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2013.07.029](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.029).

HARIK, G.; ALAMEDDINE, I.; MAROUN, R.; RACHID, G.; BRUSCHI, D.; ASTIASO GARCIA, D., EL-FADEL, M. Implications of adopting a biodiversity-based vulnerability index versus a shoreline environmental sensitivity index on management and policy planning along coastal areas. **Journal of Environmental Management**, vol. 187, 2017. DOI: [10.1016/j.jenvman.2016.11.038](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.038).

GETTER, C. D.; THEBEAU, L. C.; BALLOU, T. Mapping the distribution of protected and valuable, oil-sensitive coastal fish and wildlife. **Proceedings of the 1981 Oil Spill Conference** held in Atlanta, Georgia, on 2-5 March 1981 (Washington: American Petroleum Institute), pp. 250-255, 1981.

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.

HARDIN, P. J.; LULLA, V., JENSEN, R. R.; JENSEN, J. R. Small Unmanned Aerial Systems (sUAS) for environmental remote sensing: Challenges and opportunities revisited. **GIScience & Remote Sensing**, v. 56, n. 2, p. 309-322, 2019. DOI: [10.1080/15481603.2018.1510088](https://doi.org/10.1080/15481603.2018.1510088)

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema de referência geocêntrico para a América do Sul. Relatório Final Grupos de trabalho I e II. Rio de Janeiro: CDD IBGE, 1997. 122 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em:

20 set. 2022.

JENSEN, R.; RAMSEY, E. W.; HOLMES, J. M.; MICHEL, J. E.; SAVITSKY, B.; DAVIS, B. A. Environmental sensitivity index (ESI) mapping for oil spills using remote sensing and geographic information system technology, **International Journal of Geographical Information Systems**, vol. 4(2), pp. 181-201, 1990. DOI: [10.1080/02693799008941539](https://doi.org/10.1080/02693799008941539)

JENSEN, J. R.; HALLS, J. N.; MICHEL, J. A Systems Approach to Environmental Sensitivity Index (ESI) Mapping for oil spill contingency planning and response. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, vol. 64, pp. 1003-1014, 1998.

KLEMAS, V. V. Coastal and environmental remote sensing from unmanned aerial vehicles: An overview. **Journal of Coastal Research**, v. 31, n. 5, p. 1260-1267, 2015.

MANFREDA, S. et al. On the use of unmanned aerial systems for environmental monitoring. **Remote Sensing**, v. 10, n. 4, p. 641, 2018. DOI: [10.3390/rs10040641](https://doi.org/10.3390/rs10040641)

NELSON, J. K.; GRUBESIC, T. H. Oil spill modeling: Risk, spatial vulnerability, and impact assessment. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**, vol. 42, n. 1, pp. 112-127, 2018. DOI: [10.1177/0309133317744737](https://doi.org/10.1177/0309133317744737)

NIKOLAKOPOULOS, K.; KYRIOU, A.; KOUKOUVELAS, I.; ZYGOURI, V.; APOSTOLOPOULOS, D. Combination of aerial, satellite, and UAV photogrammetry for mapping the diachronic coastline evolution: The case of Lefkada island. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 8, n. 11, p. 489, 2019.

NOAA. **Environmental Sensitivity Index Guidelines**, Version 4.0. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 52, 2019.

NOAA. **Environmental Sensitivity Index Guidelines**. Version 3.0. Technical Memorandum NOS OR&R 11. Seattle: Office of Response and Restoration, National Oceanic and Atmospheric Administration. vol 13, n. 3, pp 277-287, 2002.

ODONKOR, P.; BALL, Z.; CHOWDHURY, S. Distributed operation of collaborating unmanned aerial vehicles for time-sensitive oil spill mapping. **Swarm and Evolutionary Computation**, v. 46, p. 52-68, 2019. DOI: [10.1016/j.swevo.2019.01.005](https://doi.org/10.1016/j.swevo.2019.01.005)

RODRIGUES, D. A.; GALLARDO, A. L. C. F. Vantagens da Aerofotogrametria por drone na obtenção de dados topográficos em estudos de lixões e aterros sanitários. In: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade, 7., 2018, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Singep, 2018. p. 1-15. Disponível em: <http://www.singep.org.br/7singep/resultado/209.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

RUSTANDI, Y.; DAMAR, A.; RAKASIWI, G.; AFANDY, A.; HAMDANI, A.; MULYANA, D. Environmental sensitivity index mapping as a prevention strategy against oil

spill pollution: A case study on the coastal area of South Sumatera Province in Indonesia.

IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 414 012019, 2020. DOI:

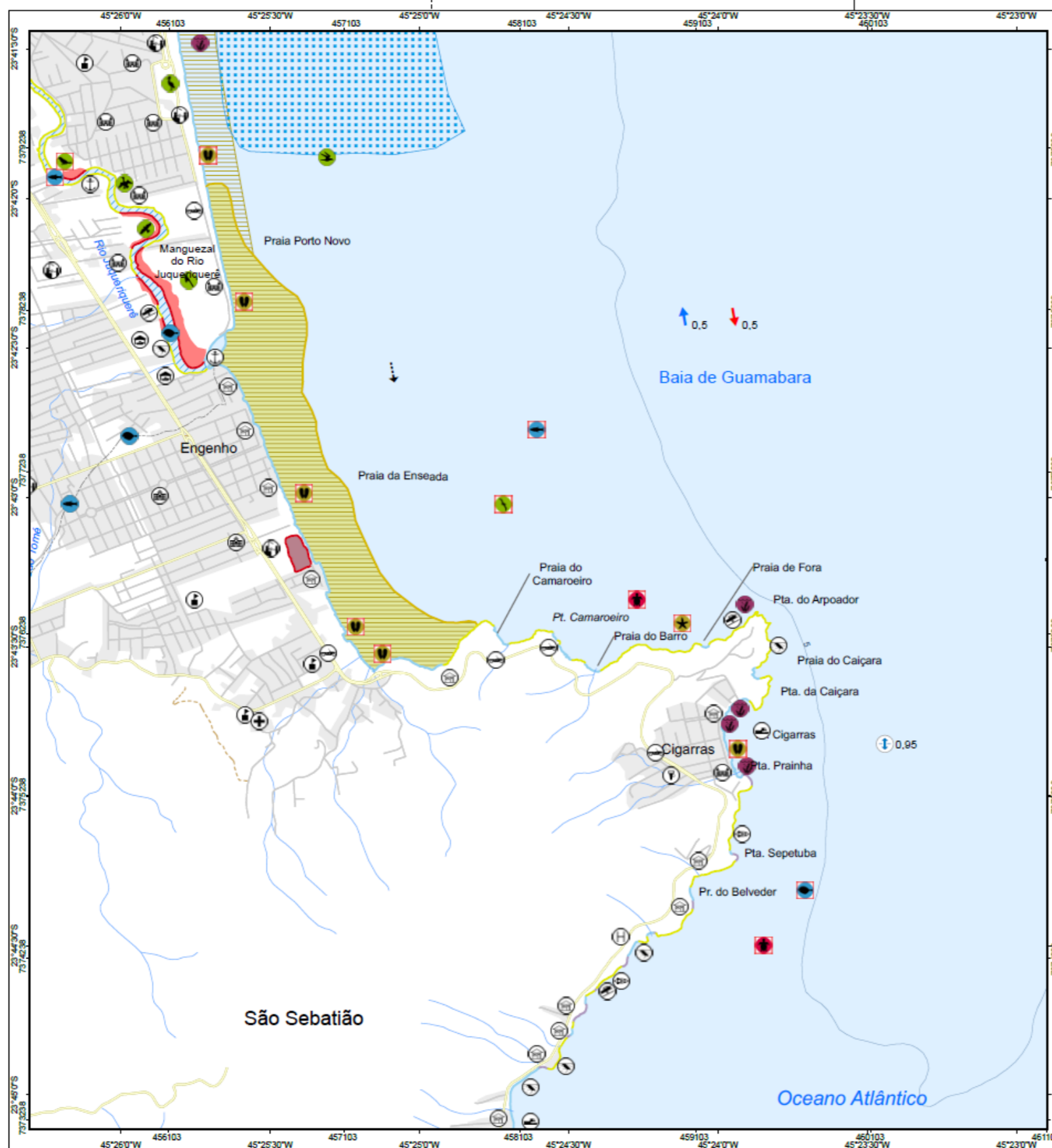
[10.1088/1755-1315/414/1/012019](https://doi.org/10.1088/1755-1315/414/1/012019)

SARDI, S. S.; QURBAN, M. A.; LI, W.; KADINJAPPALLI, K. P.; MANIKANDAN, P. K.; HARIRI, M. M.; TAWABINI, B. S.; KHALIL, A. B.; EL-ASKARY, H. Assessment of areas environmentally sensitive to oil spills in the western Arabian Gulf, Saudi Arabia, for planning and undertaking an effective response. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 150, 2020. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2019.110588](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110588).

SILVA, C. A. **Avaliação da Acurácia dos Ortomosaicos e Modelos Digitais do Terreno Gerados por VANT e sua Aplicação no Cálculo de Volume de Pilhas de Rejeito da Pedra Cariri**. Dissertação (Mestrado em Geologia), Universidade Federal do Ceará, UFC, 148 p. 2015.

APÊNDICES E ANEXOS

Carta Operacional de Sensibilidade Ambiental ao Óleo SAN 212 (2020) - Baía de Caraguatatuba



LEGENDA

Base Cartográfica
 Limite municipal, Isobata (m), Hidrografia, Corpo d'água

Base Temática
 Área edificada, Rua, Ciclovia, Banhado e brejo, Estrada e Avenida, Caminho, Planície de maré exposta, Manguezal

Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL)
 ISL 2, ISL 4, ISL 7, ISL 8, ISL 10

Parâmetros de Circulação
 Altura da maré (m), Correntes c/ ventos predominantes p/ NE (Intensidade máxima em m/s), Correntes c/ ventos predominantes p/ SW (Intensidade máxima em m/s), Transporte litorâneo

Recursos Socioeconômicos
 Acesso à costa, Embarcações de pequeno porte, Hospital, Posto de gasolina, Ancoradouro trapiche, Escola, Hotel/resort, Posto de saúde, Casas residenciais/veraneio, Garagem náutica, Marina/late clube, Rampa para barcos, Comércio, Heliponto/heliponto, Pier

Recursos Biológicos
Aves: Marinhas costeiras, Marinhas pelágicas - Ameaçadas, Mergulhões e biguás, Não Passeriformes, Passeriformes - Ameaçadas, Pempas, Rapina, Répteis e Anfíbios, Tartarugas marinhas - Ameaçadas, Demersais
Demersais - Ameaçadas: Pelágicos - Ameaçadas, Pelágicos - Ameaçadas, Alimentação, Distribuição
Invertebrados Marinhos: Bivalves - Ameaçadas, Equinodermos - Ameaçadas, Distribuição, Bancos de Algas e Plantas Aquáticas, Bancos de algas e plantas aquáticas

BR PETROBRAS unesp anp

PROJETO DE CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA BACIA DE SANTOS - PCR - BS
Título: CARTA OPERACIONAL DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO ÓLEO SAN 212 (2020) - ENSEADA DE CARAGUATATUBA

Localização da Enseada de Caraguatatuba
 Mapa de inserção regional mostrando a localização da Enseada de Caraguatatuba em relação à Bacia Marítima de Santos e ao Oceano Atlântico.

Localização das Unidades de Conservação
 Mapa de inserção regional mostrando a localização da Enseada de Caraguatatuba em relação às Unidades de Conservação da região.

Dados Cartográficos
 Escala de representação: 1:25.000
 Escala de mediamento: 1:2.300
 Formato: A3 (420 x 297 mm)
 Execução: UNESP/PROPE
 Departamento de Geologia
 Data: 14/08/2020

Projeção Transversa de Mercator (UTM)
 Meridiano Central: 48°
 Zona: 22S
 Datum: Sistema de Referência Geodésico para as Américas (SIRGAS 2000)

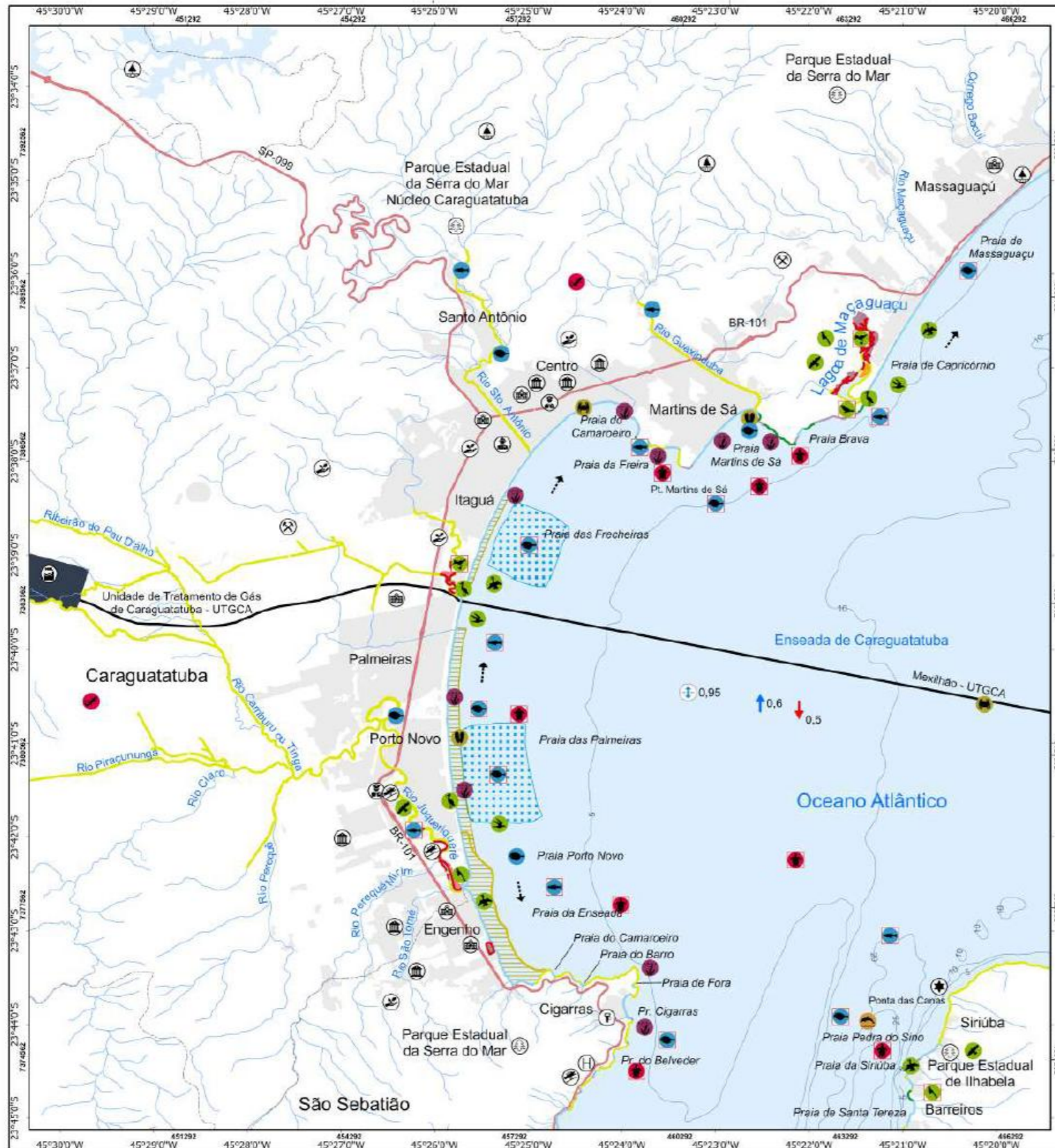
Declinação magnética (2020) 21°58'33"W
 Variação anual: 0'59"W

Fontes:
 Batimetria: Carta Náutica DHN 1541.
 Hidrografia e Área Edificada: ICUB/SP, 2014.
 Limites e Saneamento Municipal: IBGE, 2016.
 Vias de Acesso: Projeto Open Street Map, 2020.
 Limites Bacia de Santos, Cicloclube e Geoclube: Petrobras, 2020.

Escala Gráfica
 Nota: Malha de coordenadas em UTM e Geográficas

AVISO: Esta carta não deve ser utilizada para navegação

Carta Tática de Sensibilidade Ambiental ao Óleo SAN 23 (2020) – Baía de Caraguatatuba



LEGENDA

Base Cartográfica
 - Limite municipal
 - Hidrografia
 - Lezírias
 - Corpo d'água

Base Temática
 - Área edificada
 - Área de P&G
 - Gasoduto
 - Rota de navegação
 - Planície de maré abrigada
 - Banhado e brejo
 - Manguezais

Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL)
 - ISL 2
 - ISL 4
 - ISL 6
 - ISL 7
 - ISL 8
 - ISL 9
 - ISL 10

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

Recursos Socioeconômicos
 - Bombardeiro
 - Farol
 - Heliponto/heliponto
 - Hospital
 - Indústria com derivados de petróleo
 - Local histórico
 - Mineração
 - Criação ambiental
 - Órgão público
 - Posto de gasolina
 - Posto policial
 - Ramoa para bancos
 - Unidade de conservação terrestre

Recursos Biológicos
Manguezais Aquáticos
 - Não Passeriformes - Ameaçadas
 - Gólfios e botos
 - Passeriformes - Ameaçadas
Aves
 - Limícolas - Ameaçadas
 - Marinhas costeiras
 - Mergulhões e biguás
 - Não Passeriformes
 - Demersais
 - Peixes
 - Demersais
 - Demersais - Ameaçadas
 - Peleóicos
 - Peleóicos - Ameaçadas
 - Alimentação
 - Distribuição
Repteis e Anfíbios
 - Ofídios, Gymnophiona e Squamata
Tanfugas marinhas - Ameaçadas
Invertebrados Marinhos
 - Bivalves
 - Caranguejos e aris
 - Distribuição
 - Bancos de Algas e Plantas Aquáticas
 - Bancos de algas e plantas aquáticas

BR PETROBRAS unesp anp

PROJETO DE CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA BACIA DE SANTOS - PCR - BS
TÍTULO: CARTA TÁTICA DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO ÓLEO SAN 23 (2020) - ENSEADA DE CARAGUATATUBA

Localização da Enseada de Caraguatatuba

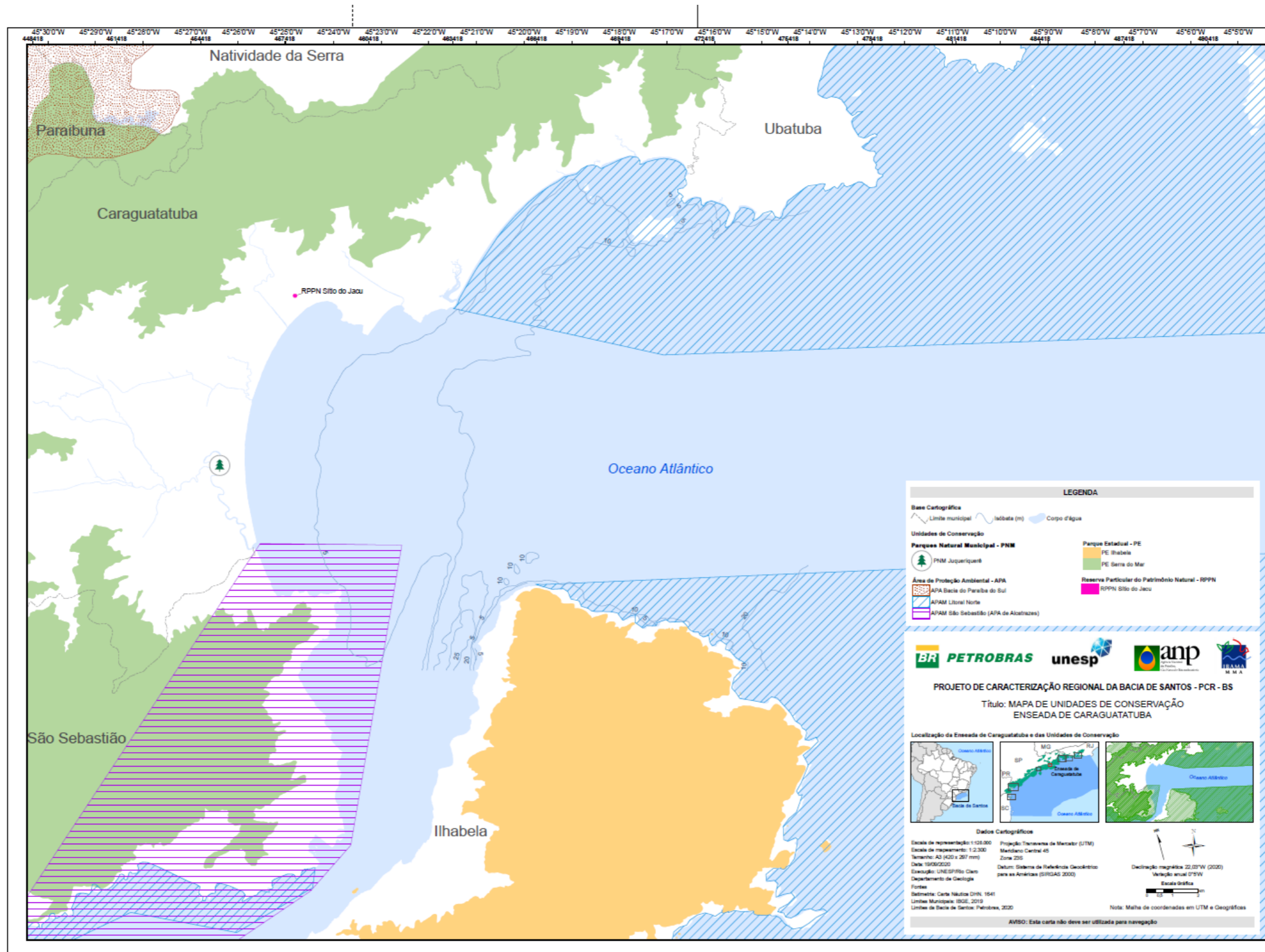
Localização das Unidades de Conservação

Dados Cartográficos
 Escala de representação: 1:2.500
 Formato: A4 (210 x 297 mm)
 Execução: UNESP/Ricardo
 Departamento de Geologia
 Data: 06/09/2020
 Projeção: Transversal de Mercator (UTM)
 Meridiano Central: 47°
 Zona: 23S
 Datum: Sistema de Referência Geodésico para as Américas (SRGSA 2011)
 Fuso: 18
 Datum: Carta Nautica DHR: 1541
 Hidrografia e Áreas Edificadas: IGCSP, 2014
 Limites e Sede Municipais: IBGE, 2015
 Vias de Acesso: Projeto Open Street Map, 2020
 Limites Baía de Santos, Ilhéus e Gasoduto: Petrobras, 2020

Nota: Malha de coordenadas em UTM e Geográficas

AVISO: Esta carta não deve ser utilizada para navegação

Mapa de Unidades de Conservação - Baía de Caraguatatuba



Orçamentos detalhados de possíveis serviços de cunho aerofotogramétrico das áreas selecionadas como alvo de análise (Empresa G-Drones - Razão social G Drones Comercio e Servicos de Aeronaves Remotamente Pilotadas Ltda / CNPJ 22.619.376/0001-11 / Rua Desembargador do Vale, 653 - Perdizes, Sao Paulo (SP), CEP: 05.010-040)

Baía de Caraguatatuba (SP)

R1



P4655r2

Prezada Claudia Vanessa dos Santos Corrêa – UNESP,

A G drones apresenta a seguir, conforme solicitação de V. Sa., uma proposta comercial para a realização de serviços de imageamento por meio de drone, processamento e fornecimento de nuvem de pontos, MDS e ortomosaico em área de aproximadamente 38.400 ha localizada em Caraguatatuba-Ubatuba-São Sebastião -SP.

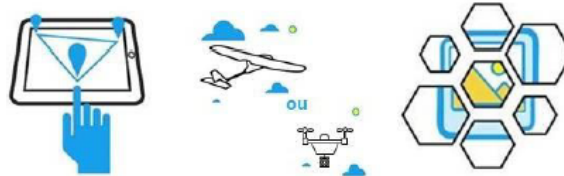
1. Apresentação da G drones

A G drones atua na geração de soluções para a coleta e análise de dados geográficos e ambientais por meio de geotecnologias. A especialidade da empresa é no desenvolvimento e aplicação de drones (VANTs ou UAVs) para imageamento aéreo.

A empresa surgiu após pesquisas e trabalhos com aplicações de imageamentos por drones realizadas desde 2005 por seu fundador e proprietário.

2. Objeto

A obtenção de dados por meio de drones é realizada, resumidamente, por meio de três procedimentos:



1 – Planejamento da missão 2 – Voo e obtenção de imagens 3 – Processamento

Neste sentido, a proposta envolve as atividades de:

2.1 Planejamento da missão, considerando-se a área a ser sobrevoada, condições ambientais e climáticas do local a ser sobrevoado e a logística.

Realização de voos com drone multirrotor ou asa fixa, conforme análise técnica da equipe G drones, sobre área aproximadamente 38.400 ha localizada em Caraguatatuba-Ubatuba-São Sebastião -SP. As imagens serão obtidas com câmera RGB.

2.2 Análise das imagens obtidas, seleção e processamento em software específico de aerofotogrametria por drones.

2.3 Geração de nuvem de pontos, ortomosaico e MDS.

2.5. Entrega à contratante dos seguintes produtos:

- Imagens brutas verticais.
- ortomosaico georreferenciado RGB com resolução espacial (GSD) de aproximadamente 2 cm/pixel, fornecido em arquivo de extensão GeoTIFF e ECW (para ser trabalhado em SIGs).
- nuvem de pontos em arquivo laz, las, e57, dxf e/ou txt.
- MDS - Modelo Digital de Superfície em arquivo dxf (TIN) ou GeoTIFF (raster).
- Acesso a WebGIS contendo os produtos disponibilizados em SIG on-line por 6 meses.
- 1 relatório da obtenção e processamento das imagens.



R1



P4655r2

3. Preços

Os valores para execução dos serviços constantes no objeto da presente proposta estão discriminados no quadro 3-1.

Quadro 3-1: Atividades e valores

Item	Descrição	Quantidade	Valor un.	Valor por campanha
01	Logística – Estimativa	1	R\$ 5.500	R\$ 5.500
02	Projeto de planejamento de voo e mobilização – custo por área	1	R\$ 850,00/área	R\$ 850,00
03	Diárias	20	R\$ 700/dia	R\$ 14.000,00
04	Voos e processamento de imagens RGB ou NGB – geração de ortomosaico, nuvem de pontos e MDS	38.400 ha	R\$ 3,00/ha	R\$ 115.200,00
Total				R\$ 135.550,00

* Valores variam de acordo com área total a ser imageada.

4. Inclusões e exclusões

- A proposta inclui todos os impostos válidos para o território brasileiro.
- Toda a logística de campo necessária para a execução dos trabalhos está inclusa e ficará a cargo da contratada.

5. Condições de pagamento

O pagamento de cada campanha deverá ser realizado 90 dias após a emissão da NF. Em caso de atraso nos pagamentos, será cobrada multa de 5% com adicional de 1% ao mês.

6. Prazo de entrega

A obtenção de imagens em campo, será iniciada em data conveniente à G drones e à contratante, dentro de até 5 dias após contratado o serviço.

Após realizados os voos, o prazo de entrega dos produtos alvos do escopo da presente proposta, é de até 3 dias úteis.

OBS: Os prazos estão sujeitos a modificações, dependendo das condições ambientais e climáticas que possam comprometer a segurança de voo e caso ocorram alterações de especificação de imageamento a pedido da contratante. Para os produtos opcionais, consultar prazos específicos.

7. Responsabilidades sobre a operação

A responsabilidade sobre a operação dos equipamentos é da G drones.

8. Validade da Proposta

Esta proposta comercial tem validade de 30 dias após a data de sua emissão.

São Paulo, 24 de setembro de 2024.

Débora Moraes Duarte
George Alfredo Longhitano - diretor
contato@g-drones.com.br
+55 11 3673 1016
+55 11 981557872



Estuário de Santos (SP)

R1



P4655r2

Prezada Claudia Vanessa dos Santos Corrêa – UNESP,

A G drones apresenta a seguir, conforme solicitação de V. Sa., uma proposta comercial para a realização de serviços de imageamento por meio de drone, processamento e fornecimento de nuvem de pontos, MDS e ortomosaico em área de aproximadamente 75.200 ha localizada em Santos-São Vicente -SP.

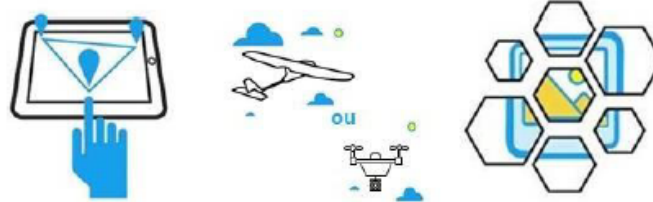
1. Apresentação da G drones

A G drones atua na geração de soluções para a coleta e análise de dados geográficos e ambientais por meio de geotecnologias. A especialidade da empresa é no desenvolvimento e aplicação de drones (VANTS ou UAVs) para imageamento aéreo.

A empresa surgiu após pesquisas e trabalhos com aplicações de imageamentos por drones realizadas desde 2005 por seu fundador e proprietário.

2. Objeto

A obtenção de dados por meio de drones é realizada, resumidamente, por meio de três procedimentos:



1 – Planejamento da missão 2 – Voo e obtenção de imagens 3 – Processamento

Neste sentido, a proposta envolve as atividades de:

2.1 Planejamento da missão, considerando-se a área a ser sobrevoada, condições ambientais e climáticas do local a ser sobrevoado e a logística.

Realização de voos com drone multirrotor ou asa fixa, conforme análise técnica da equipe G drones, sobre área aproximadamente 75.200 ha localizada em Santos-São Vicente - SP. As imagens serão obtidas com câmera RGB.

2.2 Análise das imagens obtidas, seleção e processamento em software específico de aerofotogrametria por drones.

2.3 Geração de nuvem de pontos, ortomosaico e MDS.

2.5. Entrega à contratante dos seguintes produtos:

- Imagens brutas verticais.
- ortomosaico georreferenciado RGB com resolução espacial (GSD) de aproximadamente 2 cm/pixel, fornecido em arquivo de extensão GeoTIFF e ECW (para ser trabalhado em SIGs).
- nuvem de pontos em arquivo laz, las, e57, dxf e/ou txt.
- MDS - Modelo Digital de Superfície em arquivo dxf (TIN) ou GeoTIFF (raster).
- Acesso a WebGIS contendo os produtos disponibilizados em SIG on-line por 6 meses.
- 1 relatório da obtenção e processamento das imagens.



R1

P4655r2

3. Preços

Os valores para execução dos serviços constantes no objeto da presente proposta estão discriminados no quadro 3-1.

Quadro 3-1: Atividades e valores

Item	Descrição	Quantidade	Valor un.	Valor por campanha
01	Logística – Estimativa	1	R\$ 9.500	R\$ 9.500
02	Projeto de planejamento de voo e mobilização – custo por área	1	R\$ 850,00/área	R\$ 850,00
03	Diárias	37	R\$ 700/dia	R\$ 25.900,00
04	Voos e processamento de imagens RGB ou NGB – geração de ortomosaico, nuvem de pontos e MDS	75.200 ha	R\$ 3,00/ha	R\$ 225.600,00
Total				R\$ 261.850,00

* Valores variam de acordo com área total a ser imageada.

4. Inclusões e exclusões

- A proposta inclui todos os impostos válidos para o território brasileiro.
- Toda a logística de campo necessária para a execução dos trabalhos está inclusa e ficará a cargo da contratada.

5. Condições de pagamento

O pagamento de cada campanha deverá ser realizado 90 dias após a emissão da NF. Em caso de atraso nos pagamentos, será cobrada multa de 5% com adicional de 1% ao mês.

6. Prazo de entrega

A obtenção de imagens em campo, será iniciada em data conveniente à G drones e à contratante, dentro de até 5 dias após contratado o serviço.

Após realizados os voos, o prazo de entrega dos produtos alvos do escopo da presente proposta, é de até 3 dias úteis.

OBS: Os prazos estão sujeitos a modificações, dependendo das condições ambientais e climáticas que possam comprometer a segurança de voo e caso ocorram alterações de especificação de imageamento a pedido da contratante. Para os produtos opcionais, consultar prazos específicos.

7. Responsabilidades sobre a operação

A responsabilidade sobre a operação dos equipamentos é da G drones.

8. Validade da Proposta

Esta proposta comercial tem validade de 30 dias após a data de sua emissão.

São Paulo, 24 de setembro de 2024.

Débora Moraes Duarte
George Alfredo Longhitano - diretor
contato@g-drones.com.br
+55 11 3673 1016
+55 11 981557872



¹Comprovatório de paper publicado (*Application of the debris-flow hazard index for pipelines in the context of the hydrogeological disaster of February 2023 in São Sebastião, Serra do Mar, Brazil*)

29/03/2025, 00:07

Application of the debris-flow hazard index for pipelines in the context of the hydrogeological disaster of February 2023 in São...

SPRINGER NATURE Link

Log in

Menu

Search

Cart

Home > Landslides > Article

Application of the debris-flow hazard index for pipelines in the context of the hydrogeological disaster of February 2023 in São Sebastião, Serra do Mar, Brazil

| Recent Landslides | Published: 13 August 2024

| Volume 22, pages 709–726, (2025) [Cite this article](#)

[Download PDF](#) ↓

✓ Access provided by FUNDAÇÃO COORDENACAO DE DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL




Landslides

[Aims and scope](#) →

[Submit manuscript](#) →

[Vinicius Queiroz Veloso](#) ✉, [Fabio Augusto Vieira Gomes Reis](#), [Victor Cabral](#), [Artur A. Sá](#), [Marcelo Fischer Gramani](#), [Thiago Castro Ribeiro](#), [Agostinho Tadashi Ogura](#), [Claudia Vanessa do Santos Corrêa](#), [Pedro Victor Serra Mascarenhas](#), [Wanderley Russo](#), [Joana Paula Sánchez](#), [Caiubi Emanuel Souza Kuhn](#) & [Lucilia do Carmo Giordano](#)

 674 Accesses [Explore all metrics](#) →

Abstract

Debris flows are a type of natural disaster that poses great threat to infrastructure, humans and the environment. In Brazil, debris flows have caused significant damage,

²Comprobatório de paper publicado (*Numerical modeling of a high magnitude debris-flow event occurred in Brazil*)

29/03/2025, 00:16

Numerical modeling of a high magnitude debris-flow event occurred in Brazil | Natural Hazards

SPRINGER NATURE Link

Log in

Menu

Search

Cart

Home > Natural Hazards > Article

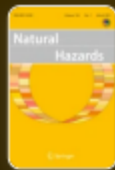
Numerical modeling of a high magnitude debris-flow event occurred in Brazil

| Original Paper | Published: 13 June 2024

| Volume 120, pages 13077–13107, (2024) [Cite this article](#)

Download PDF ↓

Access provided by FUNDAÇÃO COORDENACAO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL



Natural Hazards

[Aims and scope](#) →

[Submit manuscript](#) →

[Claudia Vanessa dos Santos Corrêa](#) ✉, [Fábio Augusto Gomes Vieira Reis](#), [Lucília do Carmo Giordano](#), [Victor Carvalho Cabral](#), [Vinícius Queiroz Veloso](#) & [Fernando Mazo D’Affonseca](#)

573 Accesses [Explore all metrics](#) →

Abstract

Debris flows are rapid downslope, gravity-driven movements of highly viscous, dense and concentrated/hyperconcentrated fluid materials. In Brazil, the most susceptible area to this type of mass movement comprises the oriented foothills of Serra do Mar. Several numerical modeling approaches have been created to measure, identify, predict, and monitor debris-flow processes, for example, RAMMS (Rapid mass movement simulation), a single-phase numerical model that simulates the propagation of debris flow using the Voelmy rheology. In this work, the RAMMS code is applied to model the



12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás
Balneário Camboriú / SC
30 e 31 de outubro e 01 de novembro de 2024

12º pdpetro

RELEVÂNCIA DO MAPEAMENTO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO COMO SUBSÍDIO À IDENTIFICAÇÃO DA SENSIBILIDADE AMBIENTAL LITORÂNEA

Autores: Claudia Vanessa dos Santos Corrêa¹, Fábio Augusto Gomes Vieira Reis¹, Arthur Wieczorek¹, Lucília do Carmo Giordano¹, Mara Lúcia Marques¹, Flávio Henrique Rodrigues¹, Daiana Marques Costa¹, André de Andrade Kolya¹, Vinicius Mendes Veiga¹, Fernando Mazo D’Affonseca², Paulina Setti Riedel¹

¹Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro) / Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo (UNESPetro), Rio Claro, SP, Brasil; ²FMD Geologia Aplicada, São Carlos, SP, Brasil

INTRODUÇÃO

- Ambientes costeiros - muito sensíveis e suscetíveis a derramamentos de óleo (NELSON; GRUBESIC, 2018);
- Mapeamento da Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo = ferramenta essencial no planejamento das ações de combate e prevenção de derramamentos de óleo = espacializa os recursos costeiros e áreas mais sensíveis;
- Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO) = disponibilizam cartograficamente informações de suporte às ações de resposta a acidentes envolvendo o derramamento de óleo na zona costeira brasileira - essencial e obrigatório dos Planos de Emergência Individuais – suporte para o planejamento de contingência e avaliação dos danos ambientais;



Figura 1. A Índice de vulnerabilidade proposto por Gundlach e Hayes (1978); B Fatores considerados pelo Índice de Sensibilidade (OWENS; ROBILLIARD, 1981, p. 75, tradução nossa).

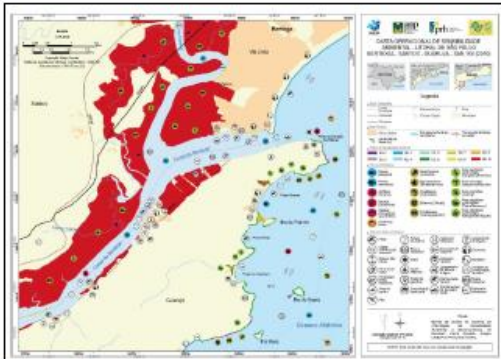


Figura 2. Exemplo de Carta SAO. Elaborado pelos autores (2023).

- Unidade de Conservação: espaço territorial com características naturais relevantes
- objetivos de conservação e limites definidos - instituída legalmente pelo Poder Público - regime especial de administração - garantias adequadas de proteção;
- Apresentação das UCs levantadas na Baía de Santos (baías de Guanabara, Sepetiba e Ilha Grande, RJ; Enseada de Caraguatatuba e Estuário de Santos, SP; Baía de Paranaguá, PR e Baía de Babitonga, SC).

Realização



MÉTODOS

- Pesquisa bibliográfica/documental - destaque ao documento "Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo" (BRASIL, 2002);
- Catalogação, levantamento e identificação de todas UCs inseridas na Baía de Santos - posteriormente espacializadas em Bancos de Dados Geográficos digitais;
- Fonte inicial de informações: CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (MMA, 2024);
- Levantamento UCs: pesquisa/ busca sistemática em bases e bancos de dados digitais de órgãos ambientais (federais, estaduais e municipais) - obtenção de arquivos vetoriais e cartográficos, Planos de Manejo e instrumentos legais de criação;
- Levantamento das UCs no retângulo envolvente das Cartas Táticas (escala 1:100.00) - complementadas por UCs localizadas até 3km dos ISLs (Índice de Sensibilidade do Litoral ao Derramamento de Óleo) mapeados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Unidades de Conservação levantadas por baía e/ou estuário. Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Área / Categoria	Proteção Integral Municipal	Uso Sustentável Municipal	Proteção Integral Estadual	Uso Sustentável Estadual	Proteção Integral Federal	Uso Sustentável Federal	Total de Unidades de Conservação na Área
Baía de Babitonga	3	3	1	0	0	2	9
Baía de Paranaguá	4	0	7	11	7	3	32
Estuário de Santos	5	2	3	3	0	1	14
Baía de Caraguatatuba	2	1	2	1	0	2	8
Baía de Ilha Grande	2	5	5	4	2	5	23
Baía de Sepetiba	3	12	4	3	0	4	26
Baía de Guanabara	23	44	4	5	3	3	82
TOTAL	42	67	26	27	12	20	194

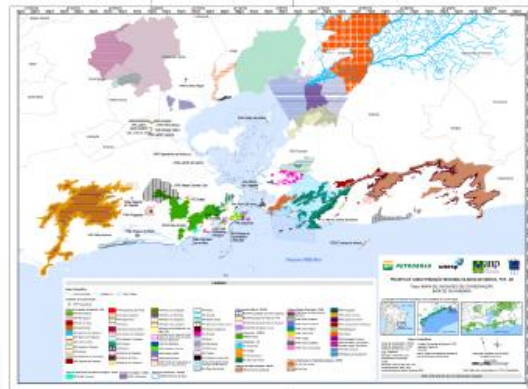


Figura 3. Mapa de Unidades de Conservação da Baía de Guanabara (RJ). Fonte: Reis et al. (2023).

CONCLUSÕES

- UCs - áreas protegidas legalmente e obrigatoriamente necessitam de garantias adequadas de cautela e cuidados específicos;
- Em síntese: enquadradas como áreas prioritárias para preservação – precisam ser enquadradas com grande sensibilidade ambiental;
- Métodos, procedimentos e políticas devem ser aplicados para visar a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas e manutenção dos processos ecológicos - prevenindo a simplificação dos sistemas naturais, especialmente, em condições de perturbações ambientais, como no caso de eventos de derramamento de óleo.

REFERÊNCIAS E INFORMAÇÕES PARA AQUISIÇÃO DA OBRA

Livro publicado em 2023 (REIS, F. A. G. V.; COSTA, D. M.; GIORDANO, L. C.; WIECZOREK, A.; MARQUES, M. L.; CORRÊA, C. V. S.; RIEDEL, P. S. Carta SAO: sensibilidade ambiental ao óleo: conceitos, tipos e procedimentos metodológicos: volume II, 1. ed. Rio Claro: dos Autores, 2023, v. II, 203 p. (Capítulo 5).



SCAN ME

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Relevância do mapeamento de Unidades de Conservação como subsídio à identificação da Sensibilidade Ambiental Litorânea

AUTORES:

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa¹, Fábio Augusto Gomes Vieira Reis¹, Arthur Wiczorek¹, Lucília do Carmo Giordano¹, Mara Lúcia Marques¹, Flávio Henrique Rodrigues¹, Daiana Marques Costa¹, André de Andrade Kolya¹, Vinicius Mendes Veiga¹, Fernando Mazo D’Affonseca², Paulina Setti Riedel¹

INSTITUIÇÃO:

¹ Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro) / Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo (UNESPetro); ² FMD Geologia Aplicada, São Carlos (SP), Brasil

**RELEVÂNCIA DO MAPEAMENTO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
COMO SUBSÍDIO À IDENTIFICAÇÃO DA SENSIBILIDADE
AMBIENTAL LITORÂNEA****Resumo**

O mapeamento da Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo é uma ferramenta essencial no planejamento das ações de combate e prevenção de tais eventos, indicando a localização dos recursos costeiros e áreas mais sensíveis. Nesse contexto, inserem-se as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO), ferramentas cartográficas com informações de suporte às ações de resposta a acidentes envolvendo o derramamento de óleo na zona costeira brasileira. Os tipos mais comuns de mapas de Sensibilidade Ambiental mundiais são baseados em um sistema de informação espacial com três componentes: um sistema de classificação da sensibilidade dos ambientes costeiros, um banco de dados sobre os recursos biológicos passíveis de serem impactados por derramamentos e um banco de dados sobre os recursos socioeconômicos local. Não obstante, uma Unidade de Conservação é definida como um espaço territorial com características naturais relevantes, com objetivos de conservação e limites definidos, instituída legalmente pelo Poder Público, em regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. Este trabalho visa apresentar e discutir a importância da identificação e mapeamento de Unidades de Conservação no âmbito do mapeamento da Sensibilidade Ambiental Litorânea a Derramamentos de Óleo. Para tal, foi empregada a pesquisa bibliográfica/documental, que contemplou a análise de artigos científicos, livros, convenções e dispositivos normativos, com destaque ao documento "Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo" do Ministério do Meio Ambiente, referência para elaboração das Cartas SAO em território brasileiro. Ademais, foram catalogadas, levantadas e identificadas todas as UC's inseridas na Bacia de Santos, posteriormente especializadas em Bancos de Dados Geográficos digitais. As Unidades de Conservação, no âmbito do mapeamento da Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo, são enquadradas pelo Ministério do Meio Ambiente como áreas de usos humanos dos recursos (informações socioeconômicas), que caracterizam a ocupação dos espaços e os usos dos recursos costeiros e marinhos, frequentemente sensíveis aos impactos por derramamentos de petróleo, podendo, também, ser afetadas pelas ações de combate a incidentes de poluição por óleo. São categorizadas como áreas sob gerenciamento especial, incluindo todos os grupos de Unidades de Conservação (Proteção Integral e de Uso Sustentável), de âmbito federal, estadual e municipal. Em síntese, são enquadradas como áreas prioritárias para preservação e necessitam ser enquadradas como locais de grande sensibilidade ambiental.

Palavras-chave: Áreas Protegidas Legalmente, Sensibilidade Ambiental a Derramamento de Óleo, Recurso Socioeconômico, ISL (Índice de Sensibilidade Litorânea), Cartas SAO.

Abstract

Mapping Environmental Sensitivity to Oil Spills is essential for planning actions to combat and prevent such events, indicating the location of coastal resources and the most sensitive areas. In this context, Environmental Sensitivity to Oil Maps (SAO Charts) are included, cartographic tools with information to support response actions to accidents involving oil spills in the Brazilian coastal zone. The most common types of Environmental Sensitivity maps worldwide are based on a spatial information system with three components: a system for classifying the sensitivity of coastal

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

environments, a database on biological resources likely to be impacted by spills, and a database on local socioeconomic resources. Nevertheless, a Conservation Unit (CU) is defined as a territorial space with relevant natural characteristics, with conservation objectives and defined boundaries, legally established by the Government, under a special administration regime, to which adequate protection guarantees apply. This paper aims to present the importance of identifying and mapping Conservation Units in the context of mapping Coastal Environmental Sensitivity to Oil Spills. To this end, bibliographical/documentary research was used, which included the analysis of scientific articles, books, conventions, and normative devices, with emphasis on the document “Specifications and Technical Standards for the Preparation of Environmental Sensitivity Charts for Oil Spills” from the Ministry of the Environment, a reference for the preparation of SAO Charts in Brazil. In addition, all CUs inserted in the Santos Basin were cataloged, surveyed, and identified, later specialized in Digital Geographic Databases. Conservation Units, within the scope of mapping Environmental Sensitivity to Oil Spills, are classified by the Ministry of the Environment as areas of human use of resources (socioeconomic information), which characterize the occupation of spaces and the use of coastal and marine resources, often sensitive to the impacts of oil spills, and may also be affected by actions to combat oil pollution incidents. They are categorized as areas under special management, including all groups of Conservation Units (Full Protection and Sustainable Use), at federal, state, and municipal levels. In short, they are classified as priority areas for preservation and need to be classified as places of great environmental sensitivity.

Keywords: Legally Protected Areas, Environmental Sensitivity To Oil Spills, Socioeconomic Resource, ISL (Coastal Sensitivity Index), SAO Charts.

Introdução

Os ambientes costeiros são muito sensíveis e suscetíveis a ameaças naturais e antrópicas, tais como eventos de derramamentos de óleo (HARIK et al. 2017; NELSON; GRUBESIC, 2018). As ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo são fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos costeiros (FRAZÃO SANTOS et al., 2013).

Nesse contexto insere-se a abordagem do Índice de Sensibilidade Ambiental (*Environmental Sensitivity Index - ESI*), iniciada no final dos anos 70 pela *RPI International, Inc.* e patrocinada pela NOAA (*National Atmospheric and Oceanic Administration*) nos Estados Unidos da América, para auxiliar na avaliação de impactos potenciais ao longo das linhas costeiras e a alocação de recursos durante e após um evento de derramamento de óleo (GUNDLACH; HAYES, 1978; GETTER et al., 1981). Desde então, mapas e dados ESI têm sido aplicados em todo o mundo para gerenciar os riscos de derramamento de óleo, fornecendo um resumo conciso dos recursos costeiros que estão em risco se ocorrer um derramamento de óleo nas proximidades (JENSEN et al., 1998; NOAA, 2019; RUSTANDI et al., 2020). Com o mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo, sabe-se, com a devida antecedência, quais setores dos locais atingidos e suas proximidades são os mais sensíveis e devem receber maior atenção em caso de um acidente (DIAS-BRITO et al., 2014).

A nível nacional, as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (denominadas de Cartas SAO), são ferramentas que disponibilizam cartograficamente informações essenciais de suporte às ações de resposta a acidentes envolvendo o derramamento de óleo na zona costeira. Estas configuram-se como

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

um componente essencial e obrigatório dos Planos de Emergência Individuais, sendo importante suporte também para o planejamento de contingência e avaliação dos danos ambientais. Dessa forma, as Cartas SAO contribuem para a otimização do direcionamento dos recursos e a eficiência das ações de combate (DIAS-BRITO et al., 2014).

Não obstante, Unidades de Conservação (UCs) são áreas que correspondem ao espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000). Marques e Nucci (2007) destacam que as Unidades de Conservação representam um importante instrumento para a conservação ambiental em todo o mundo, e estima-se que cerca de 5% do planeta esteja protegida sob a forma de áreas legalmente constituídas.

Assim, considerando estas premissas iniciais, este trabalho visa destacar a relevância do mapeamento de Unidades de Conservação como subsídio à identificação da Sensibilidade Ambiental Litorânea, destacando que tais áreas protegidas possuem como uma das principais premissas contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais (BRASIL, 2000). Ademais, serão apresentadas as UCs levantadas na Baía de Santos, inseridas em sete baías mapeadas: baías de Guanabara, Sepetiba e Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro; Enseada de Caraguatatuba e Estuário de Santos, Estado de São Paulo; Baía de Paranaguá, Estado do Paraná e Baía de Babitonga, Estado de Santa Catarina.

Metodologia

Para a realização deste trabalho, foi empregada inicialmente uma pesquisa bibliográfica/documental, que contemplou a análise de artigos científicos, livros, convenções e dispositivos normativos, com destaque ao documento “Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo” do Ministério do Meio Ambiente, referência para elaboração das Cartas SAO em território brasileiro (BRASIL, 2002). Ademais, foram catalogadas, levantadas e identificadas todas as UCs inseridas na Baía de Santos, posteriormente especializadas em Bancos de Dados Geográficos digitais.

A fonte inicial de informações deste levantamento é o CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação do MMA (MMA, 2024). Embora exista um banco de dados razoavelmente atualizado das Unidades de Conservação (UCs), foi necessária nova busca para atualizações, pois existe um intervalo de tempo entre a criação de uma UC e a alimentação do banco de dados.

O levantamento das UCs foi realizado através da pesquisa e busca sistemática em bases e bancos de dados digitais de órgãos ambientais nas esferas federais, estaduais e municipais em cada baía e estuário, visando a obtenção de arquivos vetoriais e cartográficos, Planos de Manejo das UCs de proteção integral e instrumentos legais de criação de cada unidade.

Foram levantadas todas as UCs localizadas dentro do retângulo envolvente das Cartas Táticas (escala 1:100.00), complementadas por todas as UCs localizadas até 3km dos ISLs (Índice de Sensibilidade do Litoral ao Derramamento de Óleo) mapeados. Considerando-se a esfera federal, os arquivos vetoriais

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

com os limites das UCs foram adquiridos na plataforma de dados geográficos do Ministério do Meio Ambiente. Os planos de manejo e os instrumentos legais de criação foram obtidos no portal eletrônico do ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), autarquia ligada ao Ministério do Meio Ambiente que gerencia as UCs federais, e para as UCs estaduais, os respectivos portais *WebGIS* e outros sítios eletrônicos de cada esfera administrativa também foram consultados, ora de empresas privados, ora de órgãos públicos.

Resultados e Discussão

Considerando todas as baías e estuários inseridos na área de estudo, o número de Unidades de Conservação levantadas e mapeadas totalizou 194, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Unidades de Conservação levantadas por baía e/ou estuário. Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Área / Categoria	Proteção Integral Municipal	Uso Sustentável Municipal	Proteção Integral Estadual	Uso Sustentável Estadual	Proteção Integral Federal	Uso Sustentável Federal	Total de Unidades de Conservação na área
Baía de Babitonga	3	3	1	0	0	2	9
Baía de Paranaguá	4	0	7	11	7	3	32
Estuário de Santos	5	2	3	3	0	1	14
Baía de Caraguatatuba	2	1	2	1	0	2	8
Baía de Ilha Grande	2	5	5	4	2	5	23
Baía de Sepetiba	3	12	4	3	0	4	26
Baía de Guanabara	23	44	4	5	3	3	82
TOTAL	42	67	26	27	12	20	194

Em suma, foram levantadas as seguintes informações alfanuméricas e geográficas, inseridas no *Geodatabase* (Banco de Dados Geográficos) do respectivo projeto, de cada uma das sete baías e estuários mapeados (baías de Guanabara, Sepetiba e Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro; Enseada de Caraguatatuba e Estuário de Santos, estado de São Paulo; Baía de Paranaguá, estado do Paraná e Baía de Babitonga, estado de Santa Catarina):

- Esfera: federal, estadual ou municipal;
- Categoria: uso sustentável e proteção integral;
- Descrição;
- Instrumento legal de criação;
- Objetivos de criação e histórico (quando definidos pelo órgão ambiental competente),

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

- Bioma Declarado
- Localização (municípios abrangidos)
- Órgão Gestor
- Conselho Gestor
- Existência de Plano de manejo,
- Zoneamento: usos permitidos de acordo com a categoria de manejo correspondente (disposto na Lei 9.985/00) e com o Plano de Manejo (quando disponível).

A Baía de Guanabara possui 82 Unidades de Conservação nas esferas federal, municipal e estadual, identificadas e mapeadas no projeto Caracterização Regional da Bacia de Santos (PCR-BS), realizado pela Petrobras (PETROBRAS, 2022). Em relação à categoria de manejo, as APAs (Área de Proteção Ambiental), do grupo de uso sustentável, são as mais numerosas, seguidas dos Parques, que possuem proteção integral e configuram, principalmente, na forma de parques naturais municipais.

A Baía de Sepetiba possui 26 Unidades de Conservação nas esferas federal, municipal e estadual. As APAs (Áreas de Proteção Ambiental), do grupo de uso sustentável, são as mais numerosas (14), seguidas dos Parques (8) e RPPNs (Reservas Particulares do Patrimônio Natural) (4), ambos de proteção integral e uso sustentável, respectivamente. Dentre as Unidades de Conservação instituídas, destaca-se a APA Mangaratiba, que assegura a preservação da vegetação protetora dos mananciais, manguezais e costões rochosos (INEA, 2015).

A Baía de Ilha Grande, inserida na região conhecida como “Costa Verde”, possui 23 Unidades de Conservação nas esferas federal, municipal e estadual. As APAs (Áreas de Proteção Ambiental), do grupo de uso sustentável, são as mais numerosas (8), seguidas pelos Parques (7) e RPPNs (Reservas Particulares do Patrimônio Natural) (4), de proteção integral e uso sustentável, respectivamente.

A Enseada de Caraguatatuba possui oito Unidades de Conservação (UCs) nas esferas federal, municipal e estadual, cuja implementação teve início na década de 1970, na tentativa de resguardar e proteger a vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, no estado e no país (GARCIA et al., 2022).

O Estuário de Santos possui 14 Unidades de Conservação nas esferas federal, municipal e estadual, sendo que os Parques, do grupo de proteção integral, são os mais numerosos, seguidos das APAs e RPPNs (Áreas de Proteção Ambiental e Reservas Particulares do Patrimônio Natural, respectivamente), ambas de uso sustentável.

A Baía de Paranaguá integra o Complexo Estuarino Paranaguá- Cananeia-Iguape, um dos maiores estuários do mundo, abriga 32 Unidades de Conservação nas esferas federal, municipal e estadual, e os Parques, do grupo de proteção integral, são os mais numerosos (14), seguidos das RPPNs (Reserva Particular do Patrimônio Natural – 8) e das APAs (Áreas de Proteção Ambiental – 5), ambas do grupo de uso sustentável. Ainda, a baía apresenta quatro ESECs (Estações Ecológicas) e uma Reserva Biológica (REBIO), do grupo de proteção integral e uma RESEX (Reserva Extrativista), Unidade de Conservação do grupo de uso sustentável.

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

Por fim, a Baía da Babitonga constitui um importante estuário da região Sul do país, e, por isso, contempla 9 Unidades de Conservação (UCs) nas esferas federal, municipal e estadual. Os Parques, UC do grupo de proteção integral, são os mais numerosos (4). Entre as UCs do grupo de uso sustentável, existem duas RPPNs (Reserva Particular do Patrimônio Natural), duas ARIEs (Áreas de Relevante Interesse Ecológico) e uma RDS (Reserva de Desenvolvimento Sustentável).

Conclusões

Unidades de Conservação são áreas protegidas legalmente e obrigatoriamente necessitam de garantias adequadas de cautela e cuidados específicos. Em síntese, são enquadradas como áreas prioritárias para preservação e necessitam ser enquadradas como locais de grande sensibilidade ambiental. Nesse sentido, métodos, procedimentos e políticas devem ser aplicados nesses locais para visar a proteção a longo prazo das espécies, *habitats* e ecossistemas nelas inseridos, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais, especialmente, em condições de perturbações ambientais, como no caso de eventos de derramamento de óleo.

Agradecimentos

PETROBRAS (“Projeto Santos - Caracterização Ambiental da Bacia de Santos”, coordenado pela PETROBRAS/CENPES) pelo apoio científico; ANP, associada ao investimento dos recursos oriundos do Cláusulas de PD&I (Bolsa PRH - ANP/FINEP no âmbito da Seleção Pública de Bolsista de Pós-Doutorado – 2024 (1) MARÇO/2024 à C.V.S.C.); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil 316574/2021-0 à F.A.G.V.R.) pelo apoio financeiro; Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo, UNESPetro, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (UNESP, Rio Claro) pela disponibilização de instalações laboratoriais.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.** 2000. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 23 jul. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. **Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo.** MMA: Brasília, 2002. 22 p. (Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório Parametrizado - Unidades de Conservação.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2024. Disponível em:

<<http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio>>. Acesso em: 01 jul. 2024.

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

DIAS-BRITO, D.; MILANELLI, J. C.; RIEDEL, P. S.; WIECZOREK, A. *Sensibilidade do Litoral Paulista a Derramamentos de Petróleo: um Atlas em Escala de Detalhe*. Rio Claro: UNESP, 2014, 236 p.

FRAZÃO SANTOS, C.; MICHEL, J.; NEVES, M.; JANEIRO, J.; ANDRADE, F.; ORBACH, M. Marine spatial planning and oil spill risk analysis: Finding common grounds. *Marine Pollution Bulletin*, v. 74, 2013. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2013.07.029](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.029).

GARCIA, M. G. M.; ARRUDA, K.; REVERTE, F. C.; MUCIVUNA, V. C.; DEL-LAMA, E.; BOUROTTE, C.; MAZOCA, C. E. M.; LIMA, G. O mapa geoturístico interativo do litoral norte do estado de São Paulo. In: *Simpósio Brasileiro do Patrimônio Geológico*, 6., São Paulo, 2022. *Anais...* São Paulo, USP, p. 172-173, 2022.

GETTER, C. D.; THEBEAU, L. C.; BALLOU, T. Mapping the distribution of protected and valuable, oil-sensitive coastal fish and wildlife. *Proceedings...* Oil Spill Conference, Atlanta, Georgia, 1981, Washington: American Petroleum Institute, p. 250-255, 1981.

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.

HARIK, G.; ALAMEDDINE, I.; MAROUN, R.; RACHID, G.; BRUSCHI, D.; ASTIASO GARCIA, D.; EL-FADEL, M. Implications of adopting a biodiversity-based vulnerability index versus a shoreline environmental sensitivity index on management and policy planning along coastal areas. *Journal of Environmental Management*, v. 187, 2017. DOI: [10.1016/j.jenvman.2016.11.038](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.038).

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. *Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Estadual de Mangaratiba*. 2015. 526 p. Disponível em: www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_dibap/documents/document/zwew/mte0/~edisp/inea0114669.pdf. Acesso em: 10 ago. 2024.

JENSEN, J. R.; HALLS, J. N.; MICHEL, J. A Systems Approach to Environmental Sensitivity Index (ESI) Mapping for oil spill contingency planning and response. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v. 64, pp. 1003-1014, 1998.

MARQUES, A. C.; NUCCI, J. C. Planejamento, gestão e plano de manejo em unidades de conservação. *Revista Ensino e Pesquisa (União da Vitória)*, v. 4, p. 33-39, 2007.

NELSON, J. K.; GRUBESIC, T. H. Oil spill modeling: Risk, spatial vulnerability, and impact assessment. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, v. 42, n. 1, pp. 112-127, 2018. DOI: [10.1177/0309133317744737](https://doi.org/10.1177/0309133317744737)

NOAA. *Environmental Sensitivity Index Guidelines*. Version 4.0. Technical Memorandum NOS OR&R 52. Seattle: Office of Response and Restoration, National Oceanic and Atmospheric Administration, 228 p., 2019.

PETROBRAS - Petróleo Brasileiro. *Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos (PCR-BS)*. CENPES: Rio de Janeiro, 2022.

⁴Este trabalho foi apresentado por Claudia Vanessa dos Santos Corrêa na modalidade pôster no evento científico 12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás (12º PDPETRO) ocorrido de 30/10/2024 a 01/11/2024 em Balneário Camburiú (SC).

Comprobatório de apresentação do trabalho (*Panorama geral e perspectivas futuras dos Índices de Sensibilidade Ambiental ao derramamento de óleo*)

12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás
Balneário Camboriú / SC
30 e 31 de outubro e 01 de novembro de 2024

12º pdpetro

CERTIFICAMOS QUE O TRABALHO **PANORAMA GERAL E PERSPECTIVAS FUTURAS DOS ÍNDICES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO DE AUTORIA DE CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA, FERNANDO MAZO D’AFFONSECA, FÁBIO AUGUSTO GOMES VIEIRA REISI, ARTHUR WIECZOREK, LUCÍLIA DO CARMO GIORDANO, MARA LÚCIA MARQUES, FLAVIO HENRIQUE RODRIGUES, DAIANA MARQUES COSTA, ANDRÉ DE ANDRADE KOLYAI, VINICIUS MENDES VEIGA, SARAH FÉLIX SANTOS, LAILA MILANI MAGALHÃES, ISADORA TORRES GATTO, PAULINA SETTI RIEDEL** 1 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS - IGCE (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP, RIO CLARO) / CENTRO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS AO PETRÓLEO (UNESPETRO); 2 FMD GEOLOGIA APLICADA, SÃO CARLOS (SP), BRASIL, NA ATIVIDADE DE PESQUISA E NA MODALIDADE **PÔSTER**, FOI APRESENTADO NO 12º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, REALIZADO DE 30 DE OUTUBRO A 01 DE NOVEMBRO DE 2024, EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC.

e-assign: 2075588c489c4bae5dca79e8c93376d6
verificar em https://www.abpg.org.br/sistema_da_abpg/

Osvaldo Chivone Filho
Presidente da ABPG

Aníbal Alexandre Campos Bonilla
Presidente do 12º PDPETRO

Realização:

Apoio:

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Panorama geral e perspectivas futuras dos Índices de Sensibilidade Ambiental ao derramamento de óleo

AUTORES:

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa¹, Fernando Mazo D’Affonseca², Fábio Augusto Gomes Vieira Reis¹, Arthur Wieczorek¹, Lucília do Carmo Giordano¹, Mara Lúcia Marques¹, Flávio Henrique Rodrigues¹, Daiana Marques Costa¹, André de Andrade Kolya¹, Vinicius Mendes Veiga¹, Sarah Félix Santos¹, Laila Milani Magalhães¹, Isadora Torres Gatto¹, Paulina Setti Riedel¹

INSTITUIÇÃO:

¹ Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro) / Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo (UNESPetro); ² FMD Geologia Aplicada, São Carlos (SP), Brasil

PANORAMA GERAL E PERSPECTIVAS FUTURAS DOS ÍNDICES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO**Resumo**

Os mapas e dados do Índice de Sensibilidade Ambiental (ESI – *Environmental Sensitivity Index*) são empregados mundialmente para a preparação de planos de contingência e respostas a derrames de petróleo em áreas costeiras e terrestres. As ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo são fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos naturais. A abordagem ESI foi aplicada com sucesso em várias linhas costeiras marinhas e continentais, condutas terrestres e estradas. Originalmente, os mapas ESI eram configurados como produtos cartográficos impressos. Com a incorporação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), os mapas ESI ganharam uma perspectiva digital, possibilitando correlações estáticas entre parâmetros biológicos e socioeconômicos por meio de diversas operações e métodos. Nos últimos anos, as abordagens ESI e de simulação foram combinadas para desenvolver avaliações quantitativas de risco, e a Inteligência Artificial (IA) e os algoritmos de aprendizagem profunda subsidiam classificações integradas de índices de sensibilidade. Embora desafiadores, os aspectos de avaliação e vulnerabilidade, tais como abordagens sazonais e multidimensionais, devem ser considerados nos mapas ESI, bem como a integração de sistemas de monitorização, detecção, decisão e resposta. Ao incorporar sistemas dinâmicos na abordagem, os mapas ESI tornam-se um Sistema de Sensibilidade Social e Ambiental (SESS - *Social and Environmental Sensitivity System*). Considerando tais premissas, este trabalho objetiva apresentar uma revisão abrangente do desenvolvimento do conceito ESI, além de identificar, delinear e propor direções futuras (*trends*). Como resultados e conclusões, elucida-se que em um primeiro momento, os mapas de sensibilidade foram elaborados e apresentados como produtos cartográficos impressos. Mais tarde, com o advento e grande difusão dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), ganharam também uma perspectiva digital, na qual foi possível estabelecer maiores correlações entre os parâmetros físicos, biológicos e socioeconômicos, mas de maneira ainda estática. Atualmente, as abordagens e simulações foram combinadas e empregadas para desenvolver avaliações quantitativas, principalmente com relação ao risco, em linhas costeiras. A incorporação dos SIGs facilitou também a elaboração de índices integrados, onde os aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos são reunidos por meio de diferentes operações e formas de abordagem, de tal modo que a integração possibilita obter classificações de sensibilidades mais coerentes com a real complexidade dos ambientes. A visão de futuro para a abordagem digital compreende os sistemas integrados de monitoramento, detecção, decisão e resposta a derramamentos de óleo, que serão desenvolvidos para unificar todos os fatores envolvidos em um acidente e maximizar a resposta mais efetiva.

Palavras-chave: análise de vulnerabilidade a derramamento de óleo, mapeamento do Índice de Sensibilidade Ambiental (ESI), Sistema de Sensibilidade Social e Ambiental (SESS).

Abstract

The maps and data from the Environmental Sensitivity Index (ESI) are used worldwide to prepare contingency plans and responses to oil spills in coastal and terrestrial areas. Oil spill preparedness and response tools are key factors in sustainably managing environments and natural resources. The ESI approach has been successfully applied to several marine and continental coastlines, land pipelines, and roads. Originally, ESI maps were configured as printed cartographic products. Using Geographic Information Systems (GIS), ESI maps gained a digital perspective, enabling static correlations between biological and socioeconomic parameters through various operations and methods. In recent years, ESI and simulation approaches have been combined to develop quantitative risk assessments, and Artificial Intelligence (AI) and deep learning algorithms inform integrated sensitivity

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

index ratings. Although challenging, assessment and vulnerability aspects, such as seasonal and multidimensional approaches, must be considered in ESI maps and the integration of monitoring, detection, decision, and response systems. By incorporating dynamic systems into the approach, ESI maps become a Social and Environmental Sensitivity System (SESS). Considering these premises, this work aims to provide and present a comprehensive review of the development of the ESI concept, in addition to identifying, outlining, and proposing future directions (*trends*). As results and conclusions, it is clear that sensitivity maps were first prepared and presented as printed cartographic products. Later, with the advent and widespread dissemination of Geographic Information Systems (GIS), they also gained a digital perspective, in which it was possible to establish greater correlations between physical, biological, and socioeconomic parameters, but still in a static manner. Currently, approaches and simulations have been combined and used to develop quantitative assessments, mainly about risk, on coastal lines. The incorporation of GIS has also facilitated the development of integrated indexes, where physical, biological, and socioeconomic aspects are brought together through different operations and approaches, in such a way that integration makes it possible to obtain sensitivity classifications more consistent with the real complexity of the environments. The future vision for the digital approach includes integrated systems for monitoring, detection, decision-making, and response to oil spills, which will be developed to unify all factors involved in an accident and maximize the most effective response.

Keywords: vulnerability analysis to oil spill, Environmental Sensitivity Index (ESI) mapping, Social and Environmental Sensitivity System (SESS).

Introdução

Os ambientes costeiros são muito sensíveis e suscetíveis a ameaças naturais e antrópicas, tais como eventos de derramamentos de óleo (HARIK et al. 2017; NELSON; GRUBESIC, 2018). As ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo são fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos costeiros (FRAZÃO SANTOS et al., 2013).

Nesse contexto insere-se a abordagem do Índice de Sensibilidade Ambiental (*Environmental Sensitivity Index* - ESI), iniciada no final dos anos 70 pela *RPI International, Inc.* e patrocinada pela NOAA (*National Atmospheric and Oceanic Administration*) nos Estados Unidos da América, para auxiliar na avaliação de impactos potenciais ao longo das linhas costeiras e a alocação de recursos durante e após um evento de derramamento de óleo (GUNDLACH; HAYES, 1978; GETTER et al., 1981). Desde então, mapas e dados ESI têm sido aplicados em todo o mundo para gerenciar os riscos de derramamento de óleo, fornecendo um resumo conciso dos recursos costeiros que estão em risco se ocorrer um derramamento de óleo nas proximidades (JENSEN et al., 1998; NOAA, 2019; RUSTANDI et al., 2020). Com o mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo, sabe-se, com a devida antecedência, quais setores dos locais atingidos e suas proximidades são os mais sensíveis e devem receber maior atenção em caso de um acidente (DIAS-BRITO et al., 2014).

Os mapas ESI originais classificam espacialmente a linha de costa em uma escala de 1 (menos sensível) a 10 (mais sensível), considerando a exposição relativa à energia das ondas e marés, a inclinação da linha de costa, o tipo de substrato (tamanho do grão, permeabilidade, trafegabilidade e mobilidade), e a produtividade e sensibilidade biológica, bem como a facilidade de limpeza e

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

restauração (NOAA, 2019). Tal proposta, idealizada por Gundlach e Hayes (1978), baseou-se nos fatores físicos dos ambientes que controlam o comportamento e permanência do óleo.

No Brasil, a primeira contribuição foi feita no âmbito da Petrobras, para estudos relacionados às suas instalações e atividades (ARAÚJO et al., 2001). O Ministério do Meio Ambiente do Brasil, com base nas propostas da NOAA (2002), também elaborou, em 2002, o primeiro documento oficial visando padronizar a elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Petróleo (Cartas SAO) no Brasil (BRASIL, 2002). Em 2004, essa metodologia foi reeditada com melhorias e ajustes, documento vigente até hoje.

Os mapas ESI eram anteriormente baseados em mapas de base planimétricos pré-existent e apresentados como um conjunto de papéis coloridos impressos. Jensen et al. (1990) propõem alguns aprimoramentos em seu conceito original, combinando-se análise visual, técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG). A NOAA, bem como a Guarda Costeira dos EUA, reconheceu que as técnicas de Geoprocessamento realizadas em Sistemas de Informação Geográfica devem ser empregadas para acelerar o gerenciamento de um derramamento de óleo em um determinado local, possibilitando decisões em tempo real.

Considerando tais premissas iniciais, este trabalho visa fornecer e apresentar uma revisão abrangente do desenvolvimento do conceito ESI, além de identificar, delinear e propor direções futuras (*trends*).

Metodologia

Foi realizado um extenso levantamento bibliográfico e análise crítica e reflexiva a partir dos seguintes temas: a) Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo; b) Análise de Vulnerabilidade de áreas costeiras; e c) *Environmental Sensitivity Index (ESI) maps*.

Para tal, as principais bases de dados foram o banco de dados bibliográficos Athena (UNESP) – Acervo Geral; a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UNESP = PARTHENON, e de outras instituições de pesquisa; a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações do Ministério da Ciência e Tecnologia; o Portal de periódicos da Capes; o *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*; a *Science Classic*; a *Academic Search Premier*; a *Academic Search Complete*; a *GeoScienceWorld*; a Scopus e outras. Em discussões com a equipe do projeto, foram delineadas e identificados os *trends* (perspectivas futuras) da temática, considerando o material analisado.

Resultados e Discussão

a. O Desenvolvimento do Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao óleo e o cenário atual

Ao longo dos anos, desde a década de 1970, inúmeros mapeamentos de sensibilidade foram elaborados ao redor do mundo, contribuindo para avanços na forma de geração e representação dos mapas, na obtenção do índice, no aprimoramento da metodologia de elaboração, resultando em maior cobertura de áreas mapeadas, em vários países. São elencados alguns trabalhos, em nível internacional

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

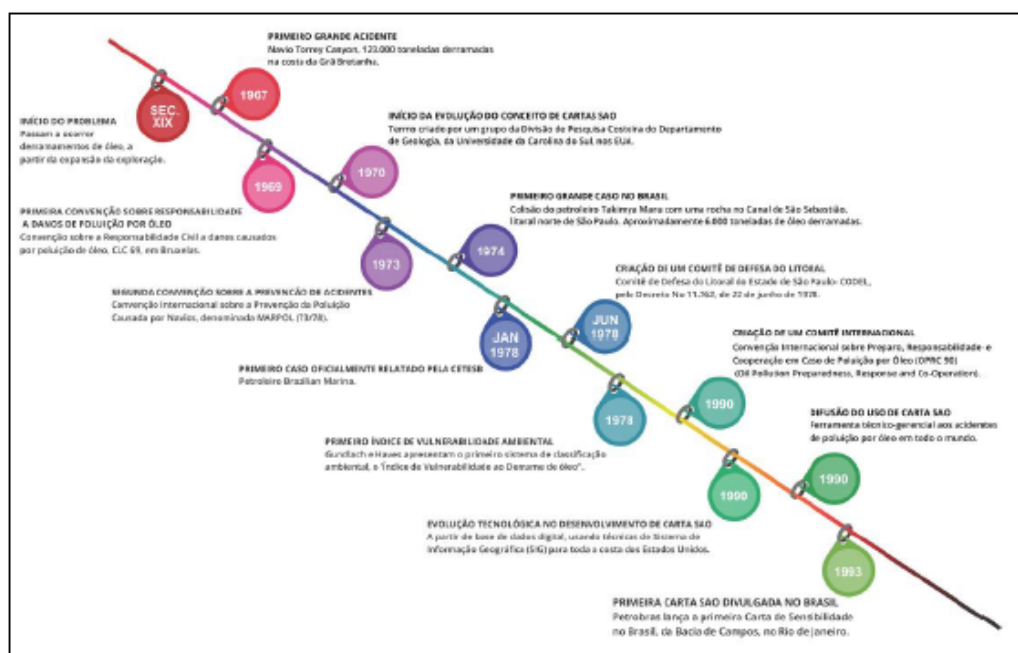
e nacional, que contribuíram para o desenvolvimento do mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo.

Assim, considerando o material levantado e analisado, foi possível estabelecer os marcos principais e o estágio atual do Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao óleo (Figura 1a e 1b).

b. Síntese do estágio atual e Perspectivas Futuras

A princípio, os mapas de sensibilidade foram elaborados e apresentados como produtos cartográficos impressos. Mais tarde, com o advento e grande difusão dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), ganharam também uma perspectiva digital, na qual foi possível estabelecer maiores correlações entre os parâmetros físicos, biológicos e socioeconômicos, mas de maneira ainda estática. Atualmente, as abordagens e simulações foram combinadas e empregadas para desenvolver avaliações quantitativas, principalmente com relação ao risco, em linhas costeiras.

Com relação à forma de mapeamento da sensibilidade, os mapas, desde sua origem, abrangem três aspectos: físicos, biológicos e socioeconômicos, inicialmente representados de forma separada, sendo o meio físico a âncora para o índice de sensibilidade, enquanto as informações biológicas e socioeconômicas são apresentadas como pontos ou áreas, sem interferir na construção do respectivo índice. A incorporação dos SIGs facilitou também a elaboração de índices integrados, onde os aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos são reunidos por meio de diferentes operações e formas de abordagem (CASTANEDO et al., 2008; SANTOS; ANDRADE, 2009; DEPELLEGRIN; PEREIRA, 2016; CLEAR SEAS, 2020; FENG et al., 2021; KIM et al., 2020; RUSTANDI et al., 2020; SAMRA et al., 2018; SARDI et al., 2020). A integração possibilita obter classificações de sensibilidades mais coerentes com a real complexidade dos ambientes.



12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

Figura 1a. Marcos principais e o estágio atual do Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao óleo entre o séc. XIX à 1993. Fonte: Corrêa et al. (2023).

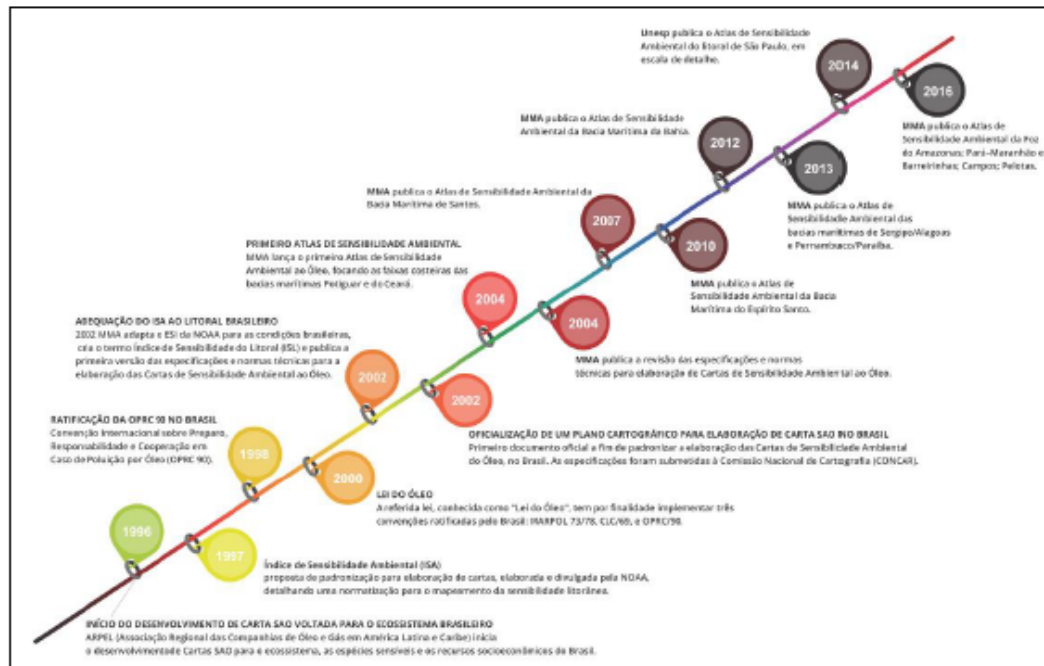
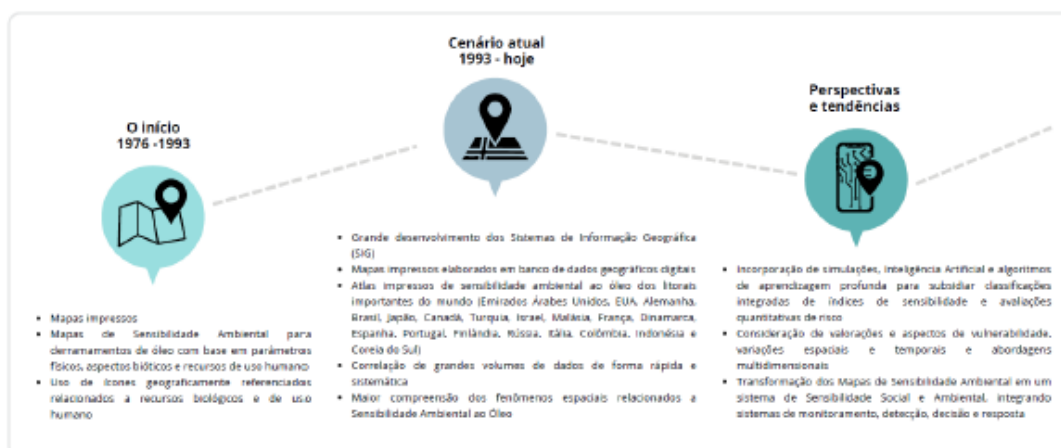


Figura 1b. Marcos principais e o estágio atual do Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao óleo entre 1996 à 2016. Fonte: Corrêa et al. (2023).

A visão de futuro para a abordagem digital compreende os sistemas integrados de monitoramento, detecção, decisão e resposta a derramamentos de óleo, que serão desenvolvidos para unificar todos os fatores envolvidos em um acidente e maximizar a resposta mais efetiva (Figura 2).

Figura 2. Evolução tecnológica do Mapeamento da Sensibilidade Ambiental: Evolução histórica e direções futuras. Fonte: Corrêa et al. (2023).



12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

Conclusões

Em síntese, destacam-se cinco aspectos do Sistema SAO (Sensibilidade Ambiental ao Derramamento ao Óleo):

1) Incorporação de variações temporais às informações da sensibilidade do litoral. É importante considerar mudanças geomorfológicas sazonais;

Incorporação da variação temporal da distribuição, abundância, diversidade e aspectos do ciclo de vida (reprodução e alimentação) dos recursos biológicos;

Incorporação da variação temporal dos aspectos socioeconômicos ou de usos humanos;

2) Incorporação da sensibilidade da superfície, da coluna d'água e do fundo marinho;

3) Classificações integradas de sensibilidade, que incorporem a sensibilidade dos aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos, utilizando algoritmos de classificação com Inteligência Artificial;

4) Aspectos relacionados à vulnerabilidade ao óleo também podem ser incorporados aos sistemas SAO, como a representação multitemporal da velocidade e direção de correntes e ventos, temperatura, salinidade e níveis de clorofila. Os SIGs atuais permitem a incorporação e a representação de tais variáveis, em escalas multitemporais;

5) A representação espacial da ampla gama de variáveis propostas no sistema SAO, com diferentes resoluções espaciais e temporais, pode constituir um grande desafio. No entanto, é preciso considerar que o avanço dos SIGs tem sido expressivo, nos últimos anos, e é possível incorporar diferentes formas de representação espacial, em sistemas unificados.

Agradecimentos

PETROBRAS ("Projeto Santos - Caracterização Ambiental da Bacia de Santos", coordenado pela PETROBRAS/CENPES) pelo apoio científico; ANP, associada ao investimento dos recursos oriundos do Cláusulas de PD&I (Bolsa PRH - ANP/FINEP no âmbito da Seleção Pública de Bolsista de Pós-Doutorado - 2024 (1) MARCO/2024 à C.V.S.C.); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil 316574/2021-0 à F.A.G.V.R.) pelo apoio financeiro; Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo, UNESPetro, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (UNESP, Rio Claro) pela disponibilização de instalações laboratoriais.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, S. I.; SILVA, G. H.; MUEHE, D. **Manual básico para a elaboração de mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo no sistema Petrobras**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. **Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo**. MMA: Brasília, 2002. 22 p. (Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho).

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

CASTANEDO, S.; POMBO, C.; FERNANDEZ, F.; MEDINA, R.; PUENTE, A.; JUANES, J. A. Oil Spill Vulnerability Atlas for the Cantabrian Coast (Bay of Biscay, Spain). In: **20th International Oil Spill Conference**. American Petroleum Institute, 2008, p. 137-144.

CLEAR SEAS - CENTRE FOR RESPONSIBLE MARINE SHIPPING. **Assessing Sensitivity of Coastal Areas to Oil Spills**, Clear Seas, Vancouver. 2020. Disponível em: <https://clearseas.org/wp-content/uploads/2020/08/WB-SCA-Report-Sensitivity-of-Coastal-Areas-Final-EN.pdf>. Acesso em: 05 Jan. 2023.

CORRÊA, C.V.S.; DAFFONSECA, F. M.; REIS, F.A.G.V.; WIECZOREK, A.; COSTA, D.M.; GIORDANO, L.C.; RIEDEL, P.S. Histórico, Situação Atual e Perspectivas Futuras. In: RIEDEL, P.S.; COSTA, D.M.; GIORDANO, L.C.; WIECZOREK, A.; MAQUES, M.L.; REIS, F.A.G.V.; (Orgs.). **Carta SAO: sensibilidade ambiental ao óleo: conceitos, tipos e procedimentos metodológicos**. Ied. Rio Claro: dos Autores, 2023, v. 1, p. 1-24.

DEPELLEGRIN, D.; PEREIRA, P. Assessing oil spill sensitivity in unsheltered coastal environments: A case study for Lithuanian-Russian coasts, South-eastern Baltic Sea. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 102, n. 1, p. 44-57, 2016. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2015.12.005](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.12.005)

DIAS-BRITO, D.; MILANELLI, J. C.; RIEDEL, P. S.; WIECZOREK, A. **Sensibilidade do Litoral Paulista a Derramamentos de Petróleo: um Atlas em Escala de Detalhe**. Rio Claro: UNESP, 2014, 236 p.

FENG, Q.; AN, C.; CHEN, Z.; OWENS, E.; NIU, H.; WANG, Z. Assessing the coastal sensitivity to oil spills from the perspective of ecosystem services: A case study for Canada's pacific coast. **Journal of Environmental Management**, vol. 296, 113240. DOI: [10.1016/j.jenvman.2021.113240](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113240)

JENSEN, R.; RAMSEY, E. W.; HOLMES, J. M.; MICHEL, J. E.; SAVITSKY, B.; DAVIS, B. A. Environmental sensitivity index (ESI) mapping for oil spills using remote sensing and geographic information system technology. **International Journal of Geographical Information Systems**, vol. 4(2), pp. 181-201, 1990. DOI: [10.1080/02693799008941539](https://doi.org/10.1080/02693799008941539)

KIM, E.; CHO, H.; KIM, N.; KIM, E.; RYU, J.; PARK, H. Sensitive Resource and Traffic Density Risk Analysis of Marine Spill Accidents Using Automated Identification System Big Data. **Journal of Marine Science and Application**, vol. 19, n. 2, p. 173-181, 2020. DOI: [10.1007/s11804-020-00138-2](https://doi.org/10.1007/s11804-020-00138-2)

NOAA. **Environmental Sensitivity Index Guidelines**. Version 3.0. Technical Memorandum NOS OR&R 11. Seattle: Office of Response and Restoration, National Oceanic and Atmospheric Administration. Vol 13, No 3, pp 277-287, 2002.

RUSTANDI, Y.; DAMAR, A.; RAKASTWI, G.; AFANDY, A.; HAMDANI, A.; MULYANA, D. Environmental sensitivity index mapping as a prevention strategy against oil spill pollution: A case study on the coastal area of South Sumatera Province in Indonesia. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 414 012019, 2020. DOI: [10.1088/1755-1315/414/1/012019](https://doi.org/10.1088/1755-1315/414/1/012019)

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

SANTOS, C. F.; ANDRADE, F. Environmental sensitivity of the Portuguese coast in the scope of oil spill events – comparing different assessment approaches. *Journal of Coastal Research*, p. 885-889, 2009.



Cidades resilientes frente aos eventos extremos associados às mudanças climáticas
11 a 13 de outubro de 2024 - Curitiba - PR



NUMERICAL SIMULATION OF DEBRIS-FLOW PROCESSES: AN APPLICATION ON THE COAST OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL

Código: IV-END0188 / Tema: 08 - Movimentos de massa

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa¹; Fábio Augusto Gomes Vieira Reis²; Lucília do Carmo Giordano³; Victor Carvalho Cabral⁴; Vinícius Queiroz Veloso⁵; Caibé Emanuel Souza Kuhn⁶

^{1,7}Universidade Estadual Paulista (UNESP)/Unespetro (Centro de Ciências Naturais Aplicadas), Departamento de Geologia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Brasil - claudia.cornea@unesp.br; ²Universidade Estadual Paulista (UNESP)/Unespetro (Centro de Ciências Naturais Aplicadas), Departamento de Engenharia Ambiental, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Brasil; ³Universidade Estadual Paulista (UNESP)/Departamento de Geologia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Brasil; ⁴Universidade Estadual Paulista (UNESP)/Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Brasil; ⁵Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, Brasil

INTRODUCTION

Debris flows - hydrogeomorphological processes that develop along drainage networks and involve generally dense fluids - composed of materials of different grain sizes, as well as woods and variable amounts of water - a natural processes that constitute the landscape's dynamics and modeling;



Figure 1 - QR Code of debris-flow processes dynamics. Source: Iton Lin, Rosanna Xia and Raoul Naïfos (2017).

- 03/18/1967 - important landslide and debris-flow events affected the Caragatatuba and São Sebastião region (São Paulo State, Brazil) - in this area a pipeline network is associated with Petrobras Treatment Units, other enterprises, structures, and a large urban area in growth;
- This work aims to show the results of the numerical simulation with the RAMMS model (Rapid Mass Movement Simulation) of the debris-flow events that occurred in 1967 in a mountain area in the Serra do Mar in the Caragatatuba region using calibrated input parameters.

THE STUDY AREA

- The Santo Antônio and Guaxinduba catchments, located in the Serra do Mar mountain range - an escarpment area on the eastern margin of the Brazilian highlands;
- The area is known to be the most landslide- and debris flow-prone location in Brazil due to the local hot and humid climate and the long slopes (Cruz, 1990; Corrêa et al., 2021; Cabral et al., 2023; Dos Santos Corrêa et al., 2024).



Figure 2 - Map of the study area location. Elaborated by authors (2023).

THE 03.18.1967 EVENT

- The occurrence of the 1967 event is related to the incidence of high rainfall rates that affected the region in March of the same year;
- On the day of the event - 585 mm accumulated in 48 hours (Cruz, 1990);
- Landslides began on the morning of March 18th and were gradually occurring until the afternoon, in a generalized and simultaneous manner, particularly on slopes steeper than 22° (Cruz, 1990);
- So, the material mobilized by the generalized landslides converged almost simultaneously to the main hydrological network of the mountainous region and channelized (Figure 3 and 4).

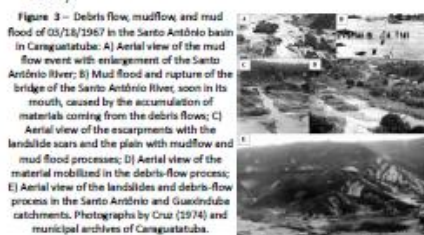


Figure 4 - Landslide scars on the Serra do Mar slopes in the Santo Antônio basin. Photograph by Cruz (1974).

METHODOLOGY

1. BACK-ANALYSIS STUDIES OF THE 03/18/1967 DEBRIS FLOWS

The back-analysis studies included the historical retrieval of the variables involved in the debris-flow processes in March 1967, the extraction of the landslide scars, and the mapping of the deposits and their respective thicknesses.

2. THE RAMMS MODEL

The numerical rapid mass movement simulation (RAMMS) model simulates debris flow as a single phase, not distinguishing between fluid and solid phases. The transported material is modeled as a bulk flow, and its rheology is ruled by the Voellmy relation (Mcardell et al., 2007).

3. DEBRIS-FLOW MODELING

Before numerical modeling in RAMMS, the program input parameters were listed and modified according to the model's needs. Thus, the topographic data from the DEM was converted to ASCII format. Moreover, the calculation domain and the release area were transformed to the quadrangle format, and the release height was inserted in the program/ imported of the shapefile attribute table of the release areas. The modeling step in the RAMMS version 1.5 program was performed with a simulation routine, based on different release heights, material density, and viscosity (C).

RESULTS

- Before the modeling - input parameters were adjusted according to the RAMMS requirements (Table 1);

Table 1 - Input parameter, data source, and numerical parameter required in the RAMMS model

Input	Source	Numerical parameter
Topographic data	DEM (1:25,000 scale)	Grid (10 meters)
Release area	Landslide area files in shp format (SRTM)	-
Release height	Back analysis and fieldwork observations	1.0, 1.5 and 2.0 meters
Calculation domain	Santa Antônio and Guaxinduba catchments	-
Friction coefficient	Back analysis	0.000001
Debris flow density	Back analysis	4000 kg/m ³ (2,000 and 2,000 kg/m ³)
Material density	Back analysis	1,700, 1,900, 1,900 and 2,000 kg/m ³
Internal Coulomb-type friction coefficient	Back analysis	0.02
Internal Coulomb-type friction coefficient	Back analysis	0.02 and 0.01

- The simulations showed that the materials mobilized by the landslides in the escarpments of the tributaries of the Santo Antônio and Guaxinduba rivers were channeled in the thalwegs and advanced downstream, where slopes lower than 5° prevail (Figure 5A and 5B);
- The debris-flow fan could not be represented by the simulations due to the Digital Elevation Model used (1979) - the limitation of DEM is that there are no older topographical bases for the place, since the first aerophotogrammetric surveys in the region date back to 1974 and correspond to the 1:50,000 scale;

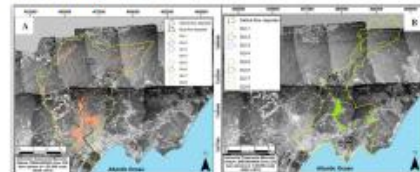


Figure 5 - Deposits produced by the RAMMS model from a release height of 1.0 meter vs. deposits mapped on 1973 aerial photographs. (A) Santo Antônio catchment; (B) Guaxinduba catchment. Elaborated by authors (2023).

- Although the mapped deposit considered aerial photographs from 1973 - the limitation of the DEM influenced the result of the debris-flow deposit area calculated by the model - especially concerning the Santo Antônio River in the plain area - channeled after the 1967 event;
- The model did not simulate large leakages of the rectified channel of the Santo Antônio River for all the scenarios and the mud-flow and mud-flood processes in the Guaxinduba River valley - so the simulated debris thicknesses inside this watercourse were higher than those observed in the back-analysis step.

CONCLUSIONS

- The debris-flow processes were induced by widespread landslides on the slopes of the Serra do Mar - results of the retro-analysis and modeling showed that the areas of deposition of the debris-flow process to the place are preferably in regions of low slope (<5°).

ACKNOWLEDGEMENTS



NUMERICAL SIMULATION OF DEBRIS-FLOW PROCESSES: AN APPLICATION ON THE COAST OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa¹ ; Fábio Augusto Gomes Vieira Reis² ; Lucilia do Carmo Giordano³ ; Victor Carvalho Cabral⁴ ; Vinicius Queiroz Veloso⁵ ; Caiubi Emanuel Souza Kuhn⁶

Keywords – Hydrogeomorphological processes, RAMMS model, Serra do Mar Paulista.

INTRODUCTION

Debris flows are hydrogeomorphological processes that develop along drainage networks and involve generally dense fluids, composed of materials of different grain sizes, as well as woods and variable amounts of water, identified as natural processes that constitute the landscape's dynamics and modeling. The most susceptible areas to the occurrence of these processes in Brazil are in the foothills of the Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, and the Serra Geral, and on the north coast of São Paulo State.

On 03/18/1967 there was an important landslide and debris flows that affected the region of Caraguatatuba and São Sebastião. In this area, a pipeline network is associated with Petrobras Treatment Units, other enterprises, structures, and a large urban area in growth.

This work aims to show the results of the numerical simulation with RAMMS model (Rapid Mass Movement Simulation) of the debris-flow events that occurred in 1967 in a mountain area in the Serra do Mar in Caraguatatuba region (São Paulo State, Brazil) using calibrated input parameters.

THE STUDY AREA

The study area includes the Santo Antônio and Guaxinduba catchments (Figure 1), and it is in the Serra do Mar mountain range, which is an escarpment area on the eastern margin of the Brazilian highlands; this area is known to be the most landslide- and debris flow-prone location in Brazil due to the local hot and humid climate and the long slopes (Cruz, 1990; Corrêa *et al.*, 2021; Cabral *et al.*, 2023; Dos Santos Corrêa *et al.*, 2024).

THE 03.18.1967 EVENT

The occurrence of the 1967 event in Caraguatatuba is related to the incidence of high rainfall rates that affected the region in March of the same year. On the day of the event, 585 mm accumulated in 48 hours (Cruz, 1990). Landslides began on the morning of March 18th and were gradually occurring until the afternoon, in a generalized and simultaneous manner, particularly on slopes steeper than 22° (Cruz, 1990). So, the material mobilized by the generalized landslides converged almost simultaneously to the main hydrological network of the mountainous region and channelized.

1) Universidade Estadual Paulista (UNESP)/ Unespetro (Centro de Ciências Naturais Aplicadas), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Brasil - claudia.correa@unesp.br

2) Universidade Estadual Paulista (UNESP)/ Unespetro, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Departamento de Geologia, Rio Claro, Brasil - fabio.reis@unesp.br

3) Universidade Estadual Paulista (UNESP)/ Unespetro, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Brasil - lucilia.giordano@unesp.br

4) Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Brasil - victor.carvalho@unesp.br

5) Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Brasil - vinicius.veloso@unesp.br

6) Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, Brasil - caiubigeologia@hotmail.com

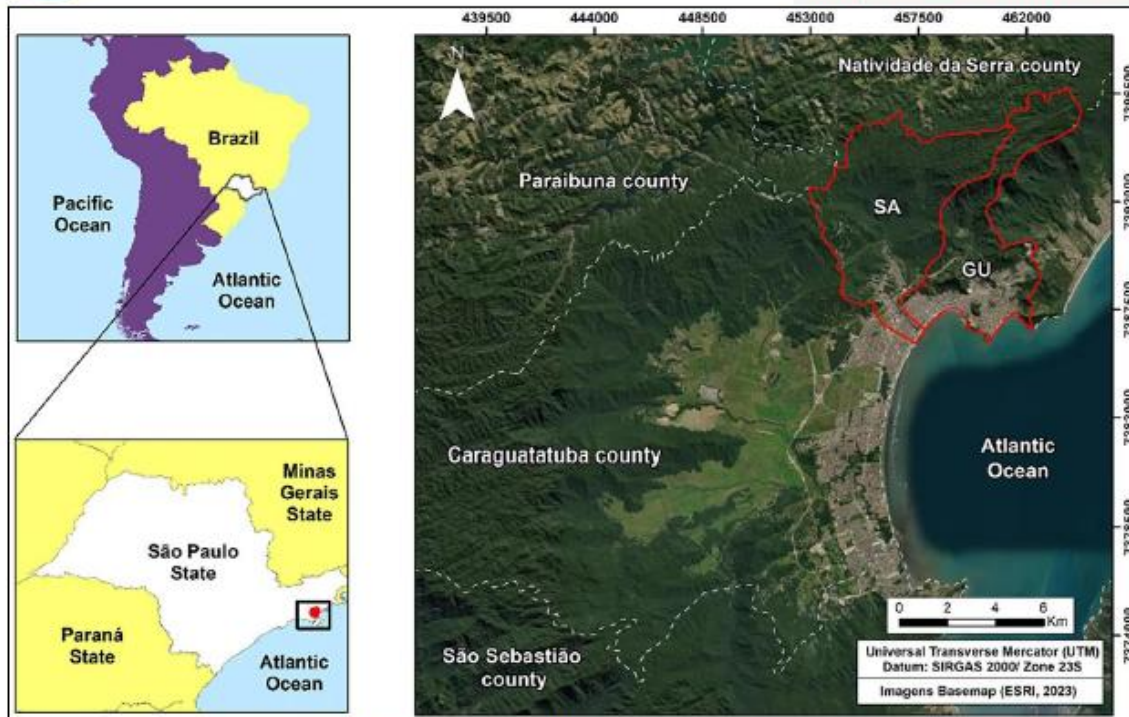


Figure 1. Map of the study area location. Elaborated by authors (2023).

METHODOLOGY

1. BACK-ANALYSIS STUDIES OF THE 03/18/1967 DEBRIS FLOWS

The back-analysis studies included the historical retrieval of the variables involved in the debris-flow processes in March 1967, the extraction of the landslide scars, and the mapping of the deposits and their respective thicknesses.

2. THE RAMMS MODEL

The numerical rapid mass movement simulation (RAMMS) model simulates debris flow as a single phase, not distinguishing between fluid and solid phases. The transported material is modeled as a bulk flow, and its rheology is ruled by the Voellmy relation (Mcardell *et al.*, 2007).

3. DEBRIS-FLOW MODELING

Before numerical modeling in RAMMS, the program input parameters were listed and modified according to the model's needs. Thus, the topographic data from the DEM was converted to ASCII format. Moreover, the calculation domain and the release area were transformed to the shapefile format, and the release height was inserted in the program/ imported of the shapefile attribute table of the release areas. The modeling step in the RAMMS version 1.5 program was performed with a simulation routine, based on different release heights, material density, and viscosity (ζ).

RESULTS

Before the modeling in the RAMMS program, the input parameters were adjusted according to its requirements (Table 1).

Table 1 – Input parameter, data source, and numerical parameter required in the RAMMS model

Input	Source	Numerical parameter
Topographic data	DEM (1:10,000 scale)	Grid of 8 meters
Release area	Landslide scars from aerial photos (1973)	-----
Release height	Back analysis and fieldwork observations	1.0, 1.3 and 1.5 meters
Calculation domain	Santo Antônio and Guaxinduba catchments	-----
Erosion information	Back analysis	5 meters
Debris-flow duration	Back analysis	45 minutes (2.700 seconds)
Material density	Back analysis	1,700; 1,800; 1,900 and 2,000 kg/m ³
μ (dry Coulomb-type friction coefficient)	Back analysis	0.05
\mathcal{E} (viscous-turbulent friction coefficient)	Back analysis	190 and 200 m/s ²

Elaborated by authors (2023).

The simulations of the different scenarios showed that the materials mobilized by the landslides in the escarpments of the tributaries of the Santo Antônio and Guaxinduba rivers were channeled in the thalwegs and advanced downstream, where slopes lower than 5° prevail (Figure 2A and 2B). The debris-flow fan could not be represented by the simulations due to the Digital Elevation Model used (1979). The limitation of DEM is that there are no older topographical bases for the place, since the first aerophotogrammetric surveys in the region date back to 1974 and correspond to the 1:50,000 scale.

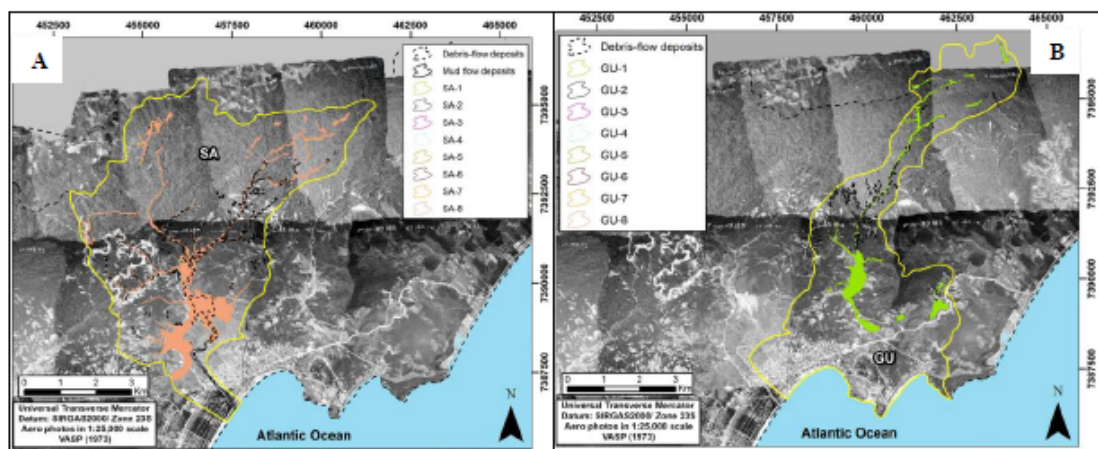


Figure 2. Deposits produced by the RAMMS model from a release height of 1.0 meter vs. deposits mapped on 1973 aerial photographs. (A) Santo Antônio catchment; (B) Guaxinduba catchment. Elaborated by authors (2023).

Although the mapped deposit considered aerial photographs from 1973, which was 6 years after the event, the limitation of the DEM (based on 1979 topographic data) influenced the result of the debris-flow deposit area calculated by the model, especially concerning the Santo Antônio River in the plain area, which was channeled some years after the 1967 event. The model did not simulate large leakages of the rectified channel of the Santo Antônio River for all the scenarios and the mud flow and mud

flood processes in the Guaxinduba River valley, and in this sense, the simulated debris thicknesses inside this watercourse were higher than those observed in the back-analysis step.

CONCLUSIONS

The debris-flow processes that occurred in the Caraguatatuba region on 03/18/1967 were induced by widespread landslides on the slopes of the Serra do Mar, which, upon reaching the drainage channels, generated hyperconcentrated flows of a strictly granular nature with a large volume of mobilized material. Results of the retro-analysis and modeling showed that the areas of deposition of the debris-flow process to the place are preferably in regions of low slope ($<5^\circ$).

REFERENCES

- CABRAL, V.; REIS, F.; VELOSO, V.; OGURA, A.; ZARFL, C. (2023). "A multi-step hazard assessment for debris-flow prone areas influenced by hydroclimatic events". *Engineering Geology*, 313, 106961. DOI: doi.org/10.1016/j.enggeo.2022.106961
- CORRÊA, C. V. S.; VIEIRA REIS, F. A. G.; GIORDANO, L. C.; CABRAL, V. C.; GRAMANI, M. F.; GABELINI, B. M.; DUZ, B. G.; VELOSO, V. Q. (2021). "Assessment of the Potentiality to the Debris-Flow Occurrence from Physiographic and Morphometrics Parameters: a Case Study in Santo Antônio Basin (Caraguatatuba, São Paulo State, Brazil)". *Anuário do Instituto de Geociências (AIGEO) - UFRJ*, v.44, pp.1–14. DOI: doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_43313
- CRUZ, O. (1990). "Contribuição geomorfológica ao estudo de escarpas da Serra do Mar". *Revista do Instituto Geológico*, v.11, pp.9–20. DOI: doi.org/10.5935/0100-929X.19900002
- DOS SANTOS CORRÊA, C. V.; REIS, F. A. G. V.; DO CARMO GIORDANO, L.; CABRAL, V. C.; VELOSO, V. Q.; D'AFFONSECA, F. M. (2024). "Numerical modeling of a high magnitude debris-flow event occurred in Brazil". *Natural Hazards*, v.120, n.9. DOI: doi.org/10.1007/s11069-024-06728-5
- MCARDELL, B. W.; CESCA, M.; HUGGEL, C.; SCHEUNER, Y.; GRAF, C.; CHRISTEN, M. (2007). "Numerical Modeling of debris flow run-out in the Swiss Alps" in *Annals GSA Denver Annual Meeting*, Denver, Geological Society of America Abstracts with Programs, 39, 438.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the PETROBRAS ("Santos Project—Santos Basin Environmental Characterization", coordinated by PETROBRAS/CENPES) for scientific support and ANP (National Agency for Petroleum, Natural Gas and Biofuels, Brazil), associated with the investment of resources arising from the Clauses of PD&I. We also thank the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq, Brazil 316574/2021-0 to F.A.G.V.R.) and PRH - ANP/FINEP (Public notice 2024(1)/ 045019 to C.V.S.C.) for financial support and the Center of Applied Natural Sciences, UNESPetro, of the Institute of Geosciences and Exact Sciences—IGCE (São Paulo State University—UNESP, Rio Claro) for providing laboratory facilities. Finally, we thank the Department of Geosciences (University of Tübingen/Germany) for technical and scientific support.

Este trabalho foi apresentado por Claudia Vanessa dos Santos Corrêa na modalidade oral no evento científico 51º Congresso Brasileiro de Geologia ocorrido de 13/10/2024 a 17/10/2024 em Belo Horizonte (MG).

Comprovatório de apresentação do trabalho (*Avaliação da potencialidade de Bacias Hidrográficas a processos de fluxos de detritos através de modelagem numérica com softwares de simulação: uma aplicação na Serra do Mar Paulista*)



Certificamos que o


TRABALHO CIENTÍFICO intitulado **AValiaÇÃO DA POTENCIALIDADE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS A PROCESSOS DE FLUXOS DE DETRITOS ATRAVÉS DE MODELAGEM NUMÉRICA COM SOFTWARES DE SIMULAÇÃO: UMA APLICAÇÃO NA SERRA DO MAR PAULISTA** dos autores Claudia Vanessa dos Santos Corrêa, Fábio Augusto Gomes Vieira Reis, Fernando Mazo D'Afonseca, Lucília do Carmo Giordano, Victor Carvalho Cabral, Vinicius Queiroz Veloso, Catubi Emanuel Souza Kuhn foi apresentado no 51º Congresso Brasileiro de

Geologia, realizado de 13 a 17 de outubro de 2024 no Centerminas Expo em Belo Horizonte/MG, na forma de apresentação: Oral.

Belo Horizonte, 17 de outubro de 2024



Joana Reis Magalhães
Presidente SBG - Núcleo Minas Gerais



Tiaço Amâncio Novo
Presidente 51º CBG

**AVALIAÇÃO DA
POTENCIALIDADE DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS A PROCESSOS
DE FLUXOS DE DETRITOS
ATRAVÉS DE MODELAGEM
NUMÉRICA COM SOFTWARES
DE SIMULAÇÃO: UMA
APLICAÇÃO NA SERRA DO MAR
PAULISTA**



51º CONGRESSO BRASILEIRO DE

GEOLOGIA

**13 A 17 DE OUTUBRO DE 2024
BELO HORIZONTE - MG**

Centerminas Expo

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa¹; Fábio Augusto Gomes Vieira Reis¹;
Fernando Mazo D’Affonseca²; Lucília do Carmo Giordano¹; Victor Carvalho
Cabral¹; Vinícius Queiroz Veloso¹; Caiubi Emanuel Souza Kuhn³

¹Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, Brasil) / Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo (UNESPetro); ²FMD Geologia Aplicada, São Carlos, SP, Brasil; ³Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Cuiabá (MT), Brasil

ID do trabalho: 2600

Área Técnica do trabalho: TEMA 03 - Risco Geológico, Geologia de Engenharia e Barragens

Título do Trabalho: AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS A PROCESSOS DE FLUXOS DE DETRITOS ATRAVÉS DE MODELAGEM NUMÉRICA COM SOFTWARES DE SIMULAÇÃO: UMA APLICAÇÃO NA SERRA DO MAR PAULISTA

Forma de apresentação: Oral

Autores: Corrêa, C V d S¹; Vieira Reis, F A G¹; D'Afonseca, F M²; Giordano, L d C¹; Cabral, V C¹; Veloso, V Q¹; Kuhn, C E S³;

Instituição dos Autores: (1) Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (Universidade Estadual Paulista - UNESP, Rio Claro) / Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo (UNESPetro) - Rio Claro - SP - Brasil; (2) FMD Geologia Aplicada - São Carlos - SP - Brasil; (3) Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Cuiabá (MT), Brasil - Cuiabá - MT - Brasil;

Resumo do trabalho:

Fluxos de detritos são caracterizados como processos hidrogeomorfológicos que se desenvolvem ao longo de redes de drenagem e envolvem fluidos densos, compostos por materiais de diferentes granulometrias e composições, bem como quantidades variáveis de água, identificados como processos naturais constituintes da dinâmica e da modelagem da paisagem. Caracterizam-se pelo extenso raio de alcance, altas velocidades, altas vazões de pico e elevada capacidade de erosão e força de impacto. As áreas mais susceptíveis a ocorrência desses processos no Brasil estão situadas no sopé da Serra do Mar, da Serra da Mantiqueira e da Serra Geral, e no litoral norte do Estado de São Paulo foi registrado um grande evento de escorregamentos e fluxos de detritos generalizados em 1967 que afetou a região de Caraguatatuba e São Sebastião, na Serra do Mar Paulista, onde se encontra uma malha dutoviária associada a Unidades de Tratamento da Petrobras, outros empreendimentos, estruturas e uma grande área urbana em crescimento. Considerando essas premissas iniciais, o objetivo deste trabalho é de apresentar os resultados da retroanálise dos eventos de fluxo de detritos ocorridos em 1967 na respectiva região através da simulação numérica com o modelo RAMMS, utilizando como inputs parâmetros previamente calibrados. Os trabalhos de campo realizados e os estudos de retroanálise mostraram que os processos de fluxo de detritos na região da Serra do Mar apresentam um fluxo com caráter reológico predominantemente granular, o que auxiliou na etapa de modelagem, e os detritos são depositados preferencialmente em regiões com declividades baixas (<5°). Os resultados obtidos podem ser utilizados para apoiar ações políticas e de engenharia destinadas a mitigar os efeitos de eventos futuros, além de auxiliar na identificação de locais com potencialidade à ocorrência de processos de fluxos de detritos, especialmente na Serra do Mar, e contribuir com a gestão do meio físico.

Palavras-Chave do trabalho: Caraguatatuba (Estado de São Paulo Brasil); Modelo RAMMS; Processos Hidrogeomorfológicos; Regiões Montanhosas;

Salvamento Automático

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Layout Referências Correspondências Revisão Exibir Zotero Ajuda Grammarly Acrobat Foxit PDF

Modo de Leitura Impressão da Web Layout Rascunho

Modos de Exibição

Avançada Foco Leitura Avançada

Movimentação de P... Vertical Lado a Lado

Regra Linhas de Grade Painel de Navegação

Zoom 100%

Zoom

Uma Página Várias Páginas

Longura da Página

Comentários

Exibir Lado a Lado Rolagem Sincronizada Redefinir Posição da Janela

Macros Alternar Janelas

Compartilhamento

Propriedades

SharePoint

Modelagem numérica_CBG.docx • Salvo neste PC

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS A PROCESSOS DE FLUXOS DE DETRITOS ATRAVÉS DE MODELAGEM NUMÉRICA COM SOFTWARES DE SIMULAÇÃO: UMA APLICAÇÃO NA SERRA DO MAR PAULISTA.
Correia, C.V.S.¹; Reis, F.A.G.^{1,2}; Adriano, L.C.³; Cabral, V.C.¹; Veloso, V.Q.¹; Kuhn, C.S.¹

¹Instituto de Oceanografia e Ciências Exatas - IOCE (Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, Brasil); ²Centro de Oceanografia Aplicadas ao Petróleo (UNESP/Itaipava), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Curitiba (MT), Brasil

Resumo: Fluxos de detritos são caracterizados como processos hidrogeomorfológicos que se desenvolvem ao longo de redes de drenagem e processos geomorfológicos. Os fluxos de detritos são caracterizados por suas composições, bem como quantidades variáveis de água, identificados como processos naturais constituintes da dinâmica e da modelagem da paisagem. Caracterizam-se pelo extenso raio de alcance, altas velocidades, altas vazões de pico e elevada capacidade de erosão e força de impacto. As áreas mais susceptíveis a ocorrência desses processos no Brasil estão situadas no sopé da Serra do Mar, da Serra da Mantiqueira e da Serra Geral, e no litoral norte do Brasil. São analisados os registros de fluxos de detritos em Regiões Montanhosas e São Sebastião na Serra do Mar Paulista, onde se encontra uma malha hidroviária associada a Unidades de Tratamento da Petrobras; outros empreendimentos, estruturas e uma grande área urbana em crescimento. Considerando essas premissas iniciais, o objetivo deste trabalho é de apresentar os resultados da retroanálise dos eventos de fluxo de detritos ocorridos em 1957 na respectiva região através da simulação numérica com o modelo RAMMS, utilizando dados de campo e imagens de satélite. Os resultados deste trabalho de campo realizados e os estudos de retroanálise mostram que os processos de fluxo de detritos na região da Serra do Mar apresentam um fluxo com caráter reológico predominantemente granular, o que auxiliou na etapa de modelagem, e os detritos são depositados preferencialmente em regiões com declividades baixas (<5°). Os resultados obtidos podem ser utilizados para apoiar ações políticas e de engenharia destinadas a mitigar os efeitos de eventos futuros, além de serem utilizados para a identificação de locais com potencialidade a ocorrência de processos de fluxos de detritos, especialmente na Serra do Mar, e contribuir com a gestão do meio físico.

PALAVRAS-CHAVE: Processos Hidrogeomorfológicos; Modelo RAMMS; Regiões Montanhosas; Caraguatubá (Estado de São Paulo, Brasil).

⁷Este trabalho foi apresentado por Claudia Vanessa dos Santos Corrêa na modalidade pôster no evento científico 51º Congresso Brasileiro de Geologia ocorrido de 13/10/2024 a 17/10/2024 em Belo Horizonte (MG).

Comprovatório de apresentação do trabalho (*Índices de Sensibilidade Ambiental ao derramamento de óleo: estado da arte e trends*)




Certificamos que o

TRABALHO CIENTÍFICO intitulado **ÍNDICES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO: ESTADO DA ARTE E TRENDS** dos autores Claudia Vanessa dos Santos Corrêa, Fernando Mazo D'Afonseca, Fábio Augusto Gomes Vieira Reis, Arthur Wieczorek, Lucília do Carmo Jordano, Mara Lúcia Marques Rodrigues, Flávio Henrique Rodrigues, Daiana Marques Costa, André de Andrade Kolya, Vinicius Mendes Veiga, Laila Milani Magalhães, Paulina Setti Riedel foi apresentado no 51º Congresso Brasileiro de Geologia, realizado de 13 a 17 de outubro de 2024 no Centerminas Expo em Belo Horizonte/MG, na forma de apresentação: Pôster.

Belo Horizonte, 17 de outubro de 2024



Joana Reis Magalhães
Presidente SBG - Núcleo Minas Gerais



Tiago Amâncio Novo
Presidente 51º CBG

51º CONGRESSO BRASILEIRO DE **GEOLOGIA** 13 A 17 DE OUTUBRO DE 2024
BELO HORIZONTE - MG
Centerminas Expo



ÍNDICES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO: ESTADO DA ARTE E TRENDS

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa¹, Fernando Mazo D'Affonseca², Fábio Augusto Gomes Vieira Reis¹, Arthur Wieczorek¹, Lucília do Carmo Jordano¹, Mara Lúcia Marques¹, Flávio Henrique Rodrigues¹, Daiana Marques Costa¹, André de Andrade Kolya¹, Vinicius Mendes Veiga¹, Laila Milani Magalhães¹, Paulina Setti Riedel¹

¹Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro) /

Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo (UNESP/Petro), Rio Claro, SP, Brasil; ²FMD Geologia Aplicada, São Carlos, SP, Brasil



INTRODUÇÃO

- Ambientes costeiros - muito sensíveis e suscetíveis a derramamentos de óleo (NELSON; GRUBESIC, 2018);
- Ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo = fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos costeiros (FRAZÃO SANTOS et al., 2013);
- Emprego do Índice de Sensibilidade Ambiental (*Environmental Sensitivity Index - ESI*) - iniciado no final dos anos 70 (*RPI International, Inc. / NOAA - National Atmospheric and Oceanic Administration*) nos EUA – auxílio na avaliação de impactos potenciais ao longo das linhas costeiras e a alocação de recursos durante e após um evento de derramamento de óleo (GUNDLACH; HAYES, 1978);
- Mapas e dados ESI têm sido aplicados mundialmente para gerenciar os riscos de derramamento de óleo – resumo conciso dos recursos costeiros que estão em risco (RUSTANDI et al., 2020);

METODOLOGIA

- Extenso levantamento bibliográfico e análise crítica e reflexiva com os temas: a) Sensibilidade Ambiental ao Derramamento ao Óleo; b) Análise de Vulnerabilidade de áreas costeiras; e c) *Environmental Sensitivity Index (ESI) maps*.
- Principais bases de dados: * banco de dados bibliográficos Athena (UNESP) – Acervo Geral; * Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UNESP = PARTHENON e de outras instituições de pesquisa; *Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (MCTI); * Portal de periódicos da Capes; * *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*; *Science Classic*; *Academic Search Premier*; *Academic Search Complete*; *GeoScienceWorld*; *Scopus* e outras.
- Discussões com a equipe do projeto para delinear e identificar os trends (perspectivas futuras) da temática.

RESULTADOS



Figura 1. A Índice de vulnerabilidade proposto por Gundlach e Hayes (1978). B Fatores considerados pelo índice de Sensibilidade (OWENS; ROBILLIARD, 1981, p. 75, tradução nossa).

- 2002: primeiro documento oficial com a padronização das Cartas de Sensibilidade Ambiental para Petróleo (Cartas SAO) no Brasil;

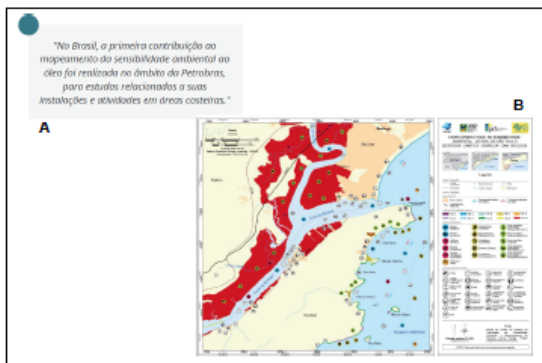


Figura 2. A O início do emprego do mapeamento da sensibilidade ambiental a derramamento de óleo no Brasil; B Exemplo de Carta SAO. Elaborado pelos autores (2023).

- Mapas ESI: inicialmente baseados em mapas de base planimétricos pré-existentes / apresentados como um conjunto de papéis coloridos impressos.

"Jensen et al. (1990) propuseram aprimoramentos ao conceito original do mapeamento do índice de sensibilidade ambiental, combinando interpretação visual de imagens de Sensoriamento Remoto, complementadas por técnicas de processamento digital, com a utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG)."

Figura 3. Evolução do emprego do índice ESI. A NOAA e Guarda Costeira dos EUA reconheceram que as técnicas de Geoprocessamento realizadas em SIG devem ser empregadas para acelerar o gerenciamento de um derramamento de óleo em um determinado local, possibilitando decisões em tempo real. Elaborado pelos autores (2023).



Figura 4. Marcos principais e o estágio atual do Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao óleo entre o séc. XIX à 2016. Fonte: Corrêa et al. (2023).



Figura 5. Evolução tecnológica do Mapeamento da Sensibilidade Ambiental: Evolução histórica e direções futuras. Fonte: Corrêa et al. (2023).

CONCLUSÕES

- Com incorporação dos SIGs - mapas ESI ganharam perspectiva digital = correlações estáticas entre parâmetros biológicos e socioeconômicos;
- Nos últimos anos abordagens ESI e de simulação foram combinadas para desenvolver avaliações quantitativas de risco - Inteligência Artificial (IA) e algoritmos de aprendizagem profunda subsidiam classificações integradas de índices de sensibilidade;
- Aspectos de avaliação e vulnerabilidade, como abordagens sazonais e multidimensionais, devem ser considerados nos mapas ESI, bem como a integração de sistemas de monitorização, detecção, decisão e resposta - mapas ESI tornam-se um Sistema de Sensibilidade Social e Ambiental (SESS - Social and Environmental Sensitivity System).

REFERÊNCIAS E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Artigo publicado na Revista Ocean and Coastal Management



TEMA 08 - Sistemas petrolíferos, exploração e produção de hidrocarbonetos

ID do trabalho: 2584

Área Técnica do trabalho: TEMA 08 - Sistemas petrolíferos, exploração e produção de hidrocarbonetos

Título do Trabalho: ÍNDICES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO: ESTADO DA ARTE E TRENDS

Forma de apresentação: Pôster

Autores: Corrêa, C V d S¹; D'Affonseca, F M²; Vieira Reis, F A G¹; Wieczorek, A¹; Giordano, L d C¹; Marques, M L¹; Rodrigues, F H¹; Costa, D M¹; Kolya, A d A¹; Veiga, V M¹; Magalhães, L M¹; Riedel, P S¹;

Instituição dos Autores: (1) Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (Universidade Estadual Paulista - UNESP, Rio Claro) / Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo (UNESPetro) - Rio Claro - SP - Brasil; (2) FMD Geologia Aplicada - São Carlos - SP - Brasil;

Resumo do trabalho:

Os ambientes costeiros são muito sensíveis e suscetíveis a ameaças naturais e antrópicas, tais como eventos de derramamentos de óleo. As ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo são fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos costeiros. Nesse contexto insere-se a abordagem do Índice de Sensibilidade Ambiental (Environmental Sensitivity Index - ESI), iniciada no final dos anos 70 pela RPI International, Inc. e patrocinada pela NOAA (National Atmospheric and Oceanic Administration) nos Estados Unidos da América, para auxiliar na avaliação de impactos potenciais ao longo das linhas costeiras e a alocação de recursos durante e após um evento de derramamento de óleo. Com o mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo, sabe-se, com a devida antecedência, quais setores dos locais atingidos e suas proximidades são os mais sensíveis e devem receber maior atenção em caso de um acidente. Assim, desde então, mapas e dados ESI têm sido aplicados em todo o mundo para gerenciar os riscos de derramamento de óleo, fornecendo um resumo conciso dos recursos costeiros que estão em risco se ocorrer um derramamento de óleo nas proximidades. No Brasil, a primeira contribuição foi feita no âmbito da Petrobras, para estudos relacionados às suas instalações e atividades. O Ministério do Meio Ambiente do Brasil, com base nas propostas da NOAA, também elaborou, em 2002, o primeiro documento oficial visando padronizar a elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Petróleo (Cartas SAO) no Brasil. Em 2004, essa metodologia foi reeditada com melhorias e ajustes, documento vigente até hoje. As ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo são fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos naturais. A abordagem ESI foi aplicada com sucesso em várias linhas costeiras marinhas e continentais, condutas terrestres e estradas. Originalmente, os mapas ESI eram configurados como produtos cartográficos impressos. Com a incorporação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), os mapas ESI ganharam uma perspectiva digital, possibilitando correlações estáticas entre parâmetros biológicos e socioeconômicos por meio de diversas operações e métodos. Nos últimos anos, as abordagens ESI e de simulação foram combinadas para desenvolver avaliações quantitativas de risco, e a Inteligência Artificial (IA) e os algoritmos de aprendizagem profunda subsidiam classificações integradas de índices de sensibilidade. Embora desafiadores, os aspectos de avaliação e vulnerabilidade, tais como abordagens sazonais e multidimensionais, devem ser considerados nos mapas ESI, bem como a integração de sistemas de monitorização, detecção, decisão e resposta. Ao incorporar sistemas dinâmicos na abordagem, os mapas ESI tornam-se um Sistema de Sensibilidade Social e Ambiental (SESS - Social and Environmental Sensitivity System). Considerando tais premissas, este trabalho objetiva fornecer e apresentar uma revisão abrangente do desenvolvimento do conceito ESI, além de identificar, delinear e propor direções futuras (trends).

Palavras-Chave do trabalho: Análise de Vulnerabilidade a Derramamento de Óleo; Mapeamento do Índice de Sensibilidade Ambiental (ESI); Sistema de Sensibilidade Social e Ambiental (SESS);

⁸Este trabalho foi apresentado por Claudia Vanessa dos Santos Corrêa na modalidade pôster no evento científico 51º Congresso Brasileiro de Geologia ocorrido de 13/10/2024 a 17/10/2024 em Belo Horizonte (MG).

Comprovatório de apresentação do trabalho (*Carta de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo (Carta SAO) da Baía de Caraguatatuba (SP)*)



Certificamos que o

TRABALHO CIENTÍFICO intitulado **CARTA DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL A DERRAMAMENTOS DE ÓLEO (CARTA SAO) DA BAIÁ DE CARAGUATATUBA (SP)** dos autores Claudia Vanessa dos Santos Corrêa, Fernando Mazo D'Afonseca, Fábio Augusto Gomes Vieira Reis, Arthur Wiczorek, Lucília do Carmo Jordano, Mara Lúcia Marques, Flávio Henrique Rodrigues, Daiana Marques Costa, André de Andrade Kolya, Vinicius Mendes Veiga, Laila Milani Magalhães, Paulina Setti Riedel foi apresentado no 51º Congresso Brasileiro de Geologia, realizado de 13 a 17 de outubro de 2024 no Centerminas Expo em Belo Horizonte/MG, na forma de apresentação: Pôster.

Belo Horizonte, 17 de outubro de 2024



Joana Reis Magalhães
Presidente SBG - Núcleo Minas Gerais



Tiago Amâncio Novo
Presidente 51º CBG

51º CONGRESSO BRASILEIRO DE **GEOLOGIA** 13 A 17 DE OUTUBRO DE 2024
BELO HORIZONTE - MG
Centerminas Expo

CARTA DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL A DERRAMAMENTOS DE ÓLEO (CARTA SAO) DA BAÍA DE CARAGUATATUBA (SP)

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa¹, Fernando Mazo D’Affonseca², Fábio Augusto Gomes Vieira Reis¹, Arthur Wieczorek¹, Lucilia do Carmo Giordano¹, Mara Lúcia Marques¹, Flávio Henrique Rodrigues¹, Daiana Marques Costa¹, André de Andrade Kolya¹, Vinicius Mendes Veiga¹, Laila Milani Magalhães¹, Paulina Setti Riedel¹

¹Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro) /
²Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo (UNESPetro), Rio Claro, SP, Brasil; ³FMD Geologia Aplicada, São Carlos, SP, Brasil

INTRODUÇÃO

- Ambientes costeiros - muito sensíveis e suscetíveis a derramamentos de óleo (NELSON; GRUBESIC, 2018);
- Mapeamento da Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo = ferramenta essencial no planejamento das ações de combate e prevenção de derramamentos de óleo = especializa os recursos costeiros e áreas mais sensíveis;
- Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO) = instrumentos que disponibilizam cartograficamente informações de suporte às ações de resposta a acidentes envolvendo o derramamento de óleo na zona costeira brasileira - componente essencial e obrigatório dos Planos de Emergência Individuais – suporte para o planejamento de contingência e avaliação dos danos ambientais;

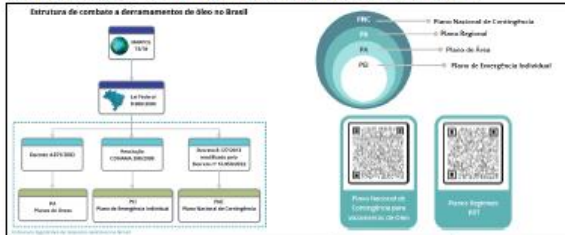


Figura 1. Estrutura de combate a derramamentos de óleo no Brasil. Infográfico elaborado a partir a Lei 9966/2000 (art. 5º, 7º e 8º) e Lopes (2018).

- 2002: primeiro documento oficial com a padronização das Cartas de Sensibilidade Ambiental para Petróleo (Cartas SAO) no Brasil;

Carta	Abstração	Custo
Regional/Sua marinha - devem abarcar toda a área de uma determinada baía, ou de toda a província, um caso de baía raras.		1.500.000
Estadual	Toda a Baía do Estado/Paraná	1.700.000
Operacional/ de combate	Locais de Alto Risco/ Sensibilidade	1.10.000

Figura 2. AO início do emprego do mapeamento da sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo no Brasil; B Níveis de elaboração das Cartas SAO. Fonte: Brasil (2004).

- Tipos mais comuns de mapas de Sensibilidade Ambiental no mundo - baseados em um sistema de informação espacial com três componentes: 1) sistema de classificação da sensibilidade dos ambientes costeiros; 2) banco de dados sobre os recursos biológicos passíveis de serem impactados por derramamentos 3) banco de dados sobre os recursos socioeconômicos da área;



Figura 3. Mapeamento da Sensibilidade Ambiental a derramamentos de óleo no Brasil. O ISL (Índice de Sensibilidade do Litoral) é uma adaptação nacional do índice ESI (Environmental Sensitivity Index – ESI), proposto no final dos anos 70 pela RPI International, Inc. e NOAA (National Atmospheric and Oceanic Administration). Elaborado pelos autores (2023).

- Baía de Caraguatatuba - ampla enseada em contato com as escarpas da Serra do Mar - resultando em grande heterogeneidade espacial de ambientes diferentes Sensibilidade Ambientais em relação ao Derramamento de Óleo;



Figura 4. A Enseada de Caraguatatuba. Elaborado pelos autores (2023).

METODOLOGIA

- Mapeamento baseado nas diretrizes do Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA) e atualizações metodológicas propostas pela International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (2012) e National Oceanic and Atmospheric Administration dos Estados Unidos;

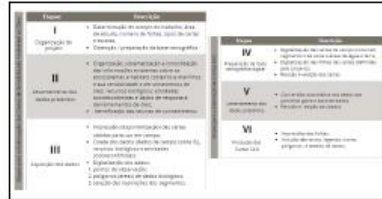


Figura 5. A Etapas para a elaboração das Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo; B Etapas para a elaboração das Cartas SAO. Elaborado pelos autores (2023).

RESULTADOS

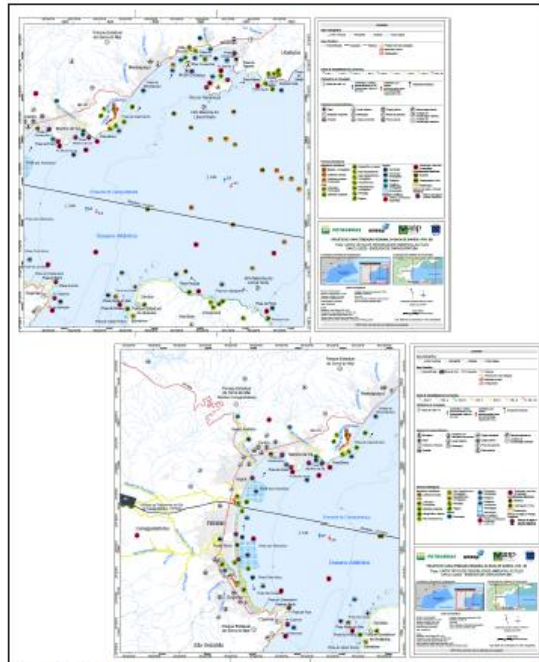


Figura 6. Carta Tática de Sensibilidade Ambiental ao Óleo - SAN 22 (2020) - Enseada de Caraguatatuba. Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

CONCLUSÕES

- Baía de Caraguatatuba = longo tempo de recuperação caso seja afetada por óleo + limitações nas ações de limpeza, sobretudo para os manguezais = enquadram a região entre as mais sensíveis da costa brasileira em relação a derramamentos de óleo.

REFERÊNCIAS E INFORMAÇÕES PARA AQUISIÇÃO DA OBRA

Livro publicado em 2023 (REIS, F. A. G. V.; COSTA, D. M.; GIORDANO, L. C.; WIECZOREK, A.; MARQUES, M. L.; CORRÊA, C. V. S.; RIEDEL, P. S. Carta SAO: sensibilidade ambiental ao óleo: conceitos, usos e procedimentos metodológicos: volume II. ed. Rio Claro: dos Autores, 2023. v. II. 203 p. (Capítulo 6).



SCAN ME

ID do trabalho: 2252

Área Técnica do trabalho: TEMA 08 - Sistemas petrolíferos, exploração e produção de hidrocarbonetos

Título do Trabalho: CARTA DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL A DERRAMAMENTOS DE ÓLEO (CARTA SAO) DA BAÍA DE CARAGUATATUBA (SP)

Forma de apresentação: Pôster

Autores: Corrêa, C V d S¹; D'Affonseca, F M²; Vieira Reis, F A G¹; Wiczorek, A¹; Giordano, L d C¹; Marques, M L¹; Rodrigues, F H¹; Costa, D M¹; Kolya, A d A¹; Veiga, V M¹; Magalhães, L M¹; Riedel, P S¹;

Instituição dos Autores: (1) Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE (Universidade Estadual Paulista - UNESP, Rio Claro) / Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo (UNESPetro) - Rio Claro - SP - Brasil; (2) FMD Geologia Aplicada - São Carlos - SP - Brasil;

Resumo do trabalho:

O mapeamento da Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo é uma ferramenta essencial no planejamento das ações de combate e prevenção de derramamentos de óleo, indicando a localização dos recursos costeiros e áreas mais sensíveis. Nesse contexto, inserem-se as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO), ferramentas que disponibilizam cartograficamente informações de suporte às ações de resposta a acidentes envolvendo o derramamento de óleo na zona costeira brasileira. Estas são um componente essencial e obrigatório dos Planos de Emergência Individuais, sendo importante suporte para o planejamento de contingência e avaliação dos danos ambientais. Os tipos mais comuns de mapas de Sensibilidade Ambiental no mundo são baseados em um sistema de informação espacial com três componentes: um sistema de classificação da sensibilidade dos ambientes costeiros, um banco de dados sobre os recursos biológicos passíveis de serem impactados por derramamentos e um banco de dados sobre os recursos socioeconômicos da área. O Litoral Norte, situado no Estado de São Paulo, faz fronteira ao norte com o Estado do Rio de Janeiro, compreendendo, de norte para sul, os municípios de Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela. A Baía de Caraguatatuba, especificamente, possui uma ampla enseada em contato com as escarpas da Serra do Mar, resultando em grande heterogeneidade espacial de ambientes, e, portanto, em diferentes Sensibilidades Ambientais em relação ao Derramamento de Óleo. Este trabalho visa apresentar o mapeamento da Sensibilidade Ambiental da Baía de Caraguatatuba (SP), considerando seus aspectos geomórficos, bióticos e socioeconômicos. O mapeamento da Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo da Baía de Caraguatatuba (SP) foi baseado nas diretrizes do Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA) e atualizações metodológicas propostas pela International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (2012) e National Oceanic and Atmospheric Administration dos Estados Unidos. O presente método buscou abranger os recursos bióticos, características antrópicas e a diversidade geoambiental, integrando-os um banco de dados geográfico em meio digital. Resultados: Na Baía de Caraguatatuba, há um grande predomínio do ISL 4 (praias de areia fina a média expostas), seguidas pelo ISL 8 (costões rochosos abrigados e estruturas artificiais abrigadas) e o ISL 2 (costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos). As extensas faixas de praia e a planície de maré bem estruturada, bem como a presença de extensos manguezais associados ao rio Juqueriquerê, marcam a Baía de Caraguatatuba com uma grande faixa litorânea. Os costões rochosos de matacões (ISL 6) também são expressivos (6,2%) em Caraguatatuba, bem como os manguezais (ISL 10), situados ao longo da linha de costa da respectiva baía. Em síntese, a Baía de Caraguatatuba é muito sensível a vazamentos de óleo. O longo tempo de recuperação esperado para estes ambientes, se impactados por óleo, bem como as reais limitações nas ações de limpeza, sobretudo para os manguezais, enquadram a Baía de Caraguatatuba entre as mais sensíveis da costa brasileira em relação a derramamentos de óleo.

Palavras-Chave do trabalho: Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL); Litoral Norte (SP); Planos de Contingência; Planos de Emergência Individuais;

***⁹Comprobatório de publicação de trabalho (Websérie de documentários sobre as Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo: uma estratégia de Geoconservação)
(apresentado pela MSc. Laila Milani Magalhães)***

ID do trabalho: 2350

Área Técnica do trabalho: TEMA 01 - Geociências para a sociedade e Geoética

Título do Trabalho: WEBSÉRIE DE DOCUMENTÁRIOS SOBRE AS CARTAS DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL A DERRAMAMENTOS DE ÓLEO: UMA ESTRATÉGIA DE GEOCONSERVAÇÃO

Forma de apresentação: Pôster

Autores: Magalhães, L M¹; Reis, F A G V²; Côrrea, C V d S³; Giordano, L d C³; Riedel, P S³; Costa, D M³; Kolya, A d A³; Wieczorek, A³; Marques, M L³;

Instituição dos Autores: (1) Universidade Estadual Paulista - Salvador - BA - Brasil; (2) Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) / Centro de Ciências Naturais Aplicadas (UNESPETRO) e Departamento de Engenharia Ambiental - Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Salvador - BA - Brasil; (3) Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) / Centro de Ciências Naturais Aplicadas (UNESPETRO) - Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Salvador - BA - Brasil;

Resumo do trabalho:

A Geocomunicação, ou comunicação em Geociências, tem como um de seus objetivos a democratização de conhecimentos geocientíficos e a visibilidade e reconhecimento das pesquisas em Geociências. A Geoconservação, busca a conservação dos elementos abióticos da Terra e a prevenção e minimização dos impactos de desastres ambientais, sendo que dentre estes, estão os derramamentos de petróleo e derivados. Dentre os instrumentos de gestão ambiental para reduzir seus impactos no meio ambiente e na sociedade, estão as Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo (Cartas SAO), que correspondem a um grande banco de dados, associado a um produto cartográfico, que representa os locais mais sensíveis a uma potencial poluição causada por petróleo em uma determinada região. Considerando tais preceitos, e que as Cartas SAO são relevantes e pouco divulgadas, este projeto teve como objetivo geral a produção de material de divulgação científica sobre as Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo (Cartas SAO), no formato audiovisual de Websérie de Documentários, voltada a públicos não especializados no tema. Os objetivos específicos foram Identificar conteúdos importantes para a elaboração da Websérie; traçar estratégias de Geocomunicação para públicos não especializados no tema; produzir os episódios da Websérie e disponibilizar este material aos usuários finais através dos meios de divulgação definidos. A metodologia foi realizada em três etapas: Pré-produção, Produção e Pós-produção. A Pré-Produção corresponde ao levantamento bibliográfico, às definições do meio de divulgação, formato, estrutura e público alvo a ser atingido, acompanhados do plano de acesso, formação da equipe audiovisual, levantamento dos entrevistados, definição de locações, roteirização das perguntas das entrevistas e reuniões. Na segunda etapa, foram realizadas as entrevistas e a captação de imagens. Na Pós-Produção ocorreu a seleção das entrevistas e imagens, bem como a elaboração dos roteiros audiovisuais dos episódios, seguidos da montagem e edição, aprovação, divulgação e respectiva avaliação. Nesse contexto, considerou-se a aplicação de dez estratégias da Geocomunicação, reunidas e propostas como instrumentos de tal área. Ao final, a Websérie foi definida e composta por três episódios de curta metragem que foram publicados integralmente no canal Youtube da FEBRAGEO e em blocos mais curtos no Instagram da mesma entidade. Os melhores resultados da divulgação, em termos de número de visualizações e compartilhamentos foram oriundos do Instagram. Embora a repercussão da Websérie tenha sido considerada satisfatória, sugere-se que para o alcance de públicos mais amplos e diversos, os formatos audiovisuais tradicionais, como os documentários com especialistas, sejam substituídos por formatos híbridos e modernos, que são os mais consumidos pela sociedade.

Palavras-Chave do trabalho: Cartas SAO; Geociências; Geocomunicação; Websérie de Documentários;

10 Comprovatório de participação em evento científico (51º Congresso Brasileiro de Geologia - 13/10/2024 a 17/10/2024 - Belo Horizonte (MG))

23/10/2024, 23:03

Declaração de Comparecimento



DECLARAÇÃO DE COMPARECIMENTO

Declaramos para os devidos fins que

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa

participou do 51º Congresso Brasileiro de Geologia, realizado de 13 a 17 de outubro de 2024 no Centerminas Expo, em Belo Horizonte/Minas Gerais.

Joana Reis Magalhães
Presidente SBG - Núcleo Minas Gerais

Tiago Amâncio Novo
Presidente 51º CBG

Belo Horizonte, 17 de outubro de 2024.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA - NÚCLEO MINAS GERAIS
CNPJ 62.916.366/0004-05



Certificamos que

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa

participou do 51º Congresso Brasileiro de Geologia, realizado de 13 a 17 de outubro de 2024, no Centerminas Expo em Belo Horizonte/MG.

Carga Horária: 44 horas

Belo Horizonte, 17 de outubro de 2024



Joana Reis Magalhães
Presidente SBG - Núcleo Minas Gerais



Tiago Anância Novo
Presidente 5º CBG

¹¹Comprobatório de participação em evento científico (*IV END - Encontro Nacional de*

Desastres - 08/10/2024 a 11/10/2024 - Curitiba (PR)



IV END
ENCONTRO NACIONAL DE DESASTRES
8 a 11 de outubro de 2024 - Curitiba - PR

Cidades resilientes frente aos eventos extremos associados às mudanças climáticas
8 a 11 de outubro de 2024 - Curitiba - PR



ABRHidro
Associação Brasileira de Recursos Hídricos
Comitê Temático de Desastres (CTD)

Certificamos que

CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA

Participou do **IV END - Encontro Nacional de Desastres**, promovido pela ABRHidro - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, no período de 08 a 11 de outubro de 2024, na cidade de Curitiba - PR.
Carga-horária: 32 horas

Curitiba, 11 de outubro de 2024.



Irani dos Santos
Presidente da Comissão Organizadora



Luna Gripp Simões Alves
Presidenta da Comissão Científica



Alexandre Kepler Soares
Presidente da ABRHidro
Associação Brasileira de Recursos Hídricos

APOIO INSTITUCIONAL



EXPOSITOR



PATROCÍNIO COTA PADRÃO



PATROCÍNIO COTA SUPREME PLUS



Acesse <https://www.abrhidro.org.br/certificador/> para verificar se este certificado é válido. Número: 22543 - Chave: 9BD1E35 - Participante

12º Comprovatório de participação em evento científico (12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás (12º PDPETRO) - 30/10/2024 a 01/11/2024 - Balneário Camboriú (SC))

12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás
Balneário Camboriú / SC
30 e 31 de outubro e 01 de novembro de 2024

Certificada

12º pdpetro

CERTIFICAMOS QUE **CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA** PARTICIPOU, NA ATIVIDADE DE EXTENSÃO, DO 12º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, REALIZADO DE 30 DE OUTUBRO A 01 DE NOVEMBRO DE 2024, EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC, COM CARGA HORÁRIA DE 32 HORAS.

 e-sign: 26b588dc489cdae4ccd19e8c93376dd6
verificar em: http://www.portatabpg.org.br/sistema_da_abpg/


Osvaldo Chivovone Filho
Presidente da ABPG


Anibal Alexandre Campos Bonilla
Presidente do 12º PDPEURO

Realização

Apoio



13 Comprovatório de participação em evento científico (*1º Encontro Nacional de Estudantes de Pós-Graduação sobre Riscos e Desastres - 02/10/2024 a 03/10/2024 – São José dos Campos (SP)*)



14 Comprovatório de participação em evento científico (IV Fórum Geocientífico da ABMGeo - 27/09/2024 – Rio de Janeiro (RJ))



IV FÓRUM GEOCIÊNCIAS

Certificado de Participação

Certificamos que

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa

Participou do IV Fórum Geocientífico da Associação Brasileira de Mulheres nas Geociências - ABMGeo - intitulado "**Educação e Divulgação em Geociências**", realizado no dia 27/09/2024 às 14 horas, com carga horária total de 1h30.


Ana Caroline Duarte Dutra
Presidente


Lidiane dos Santos Lima
Diretora de relações acadêmicas e institucionais



15 Comprovatório de participação em minicurso (ouvinte) (*Mitigação de Mudanças Climáticas – o CCS e a contribuição da Indústria do Petróleo, Sequestro Geológico de Carbono/ 12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás (12º PDPETRO) - 30/10/2024 a 01/11/2024 - Balneário Camboriú (SC)*)

12º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás
Balneário Camboriú / SC
30 e 31 de outubro e 01 de novembro de 2024

Certificada

12º pdpetro

CERTIFICAMOS QUE **CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA**, PARTICIPOU, NA ATIVIDADE DE EXTENSÃO, DO MINICURSO INTITULADO **MITIGAÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS - O CCS E A CONTRIBUIÇÃO DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO, SEQUESTRO GEOLÓGICO DE CARBONO**, DURANTE O 12º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, REALIZADO DE 30 DE OUTUBRO A 01 DE NOVEMBRO DE 2024, EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC, COM CARGA HORÁRIA DE 6 HORAS.

 e-assign: 26b588dc489cdbae4ccd19e8c93376d6
verificar em: http://www.portabpg.org.br/sistema_da_abpg/


Osvaldo Chivone Filho
Presidente da ABPG


Anibal Alexandre Campos Bonilla
Presidente do 12º PDPETRO

Realização


Apoio





¹⁶Comprovatório de curso ministrado (*Geoprocessamento para Iniciantes/ Feira de Construção, Tecnologia e Extensão – FECTEX - 09/11/2024 a 01/11/2024 – Passos (MG)*)

UNIDADE
PASSOS 

CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO FECTEX

A Projettar, empresa júnior de engenharia civil, certifica que

Cláudia Vanessa dos Santos Corrêa

Organizou o minicurso: Geoprocessamento para Iniciantes, no dia 09 de novembro de 2024, em Passos-MG, durante a Feira de Construção, Tecnologia e Extensão - FECTEX, ProjettarJr., na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Sua contribuição foi de suma importância para o sucesso do evento, proporcionando o intercâmbio de conhecimentos e experiências valiosas para estudantes e profissionais da área da Engenharia Civil. Totalizando uma carga horária de cinco (5) horas.



projettar
PROJETTAR.COM.BR

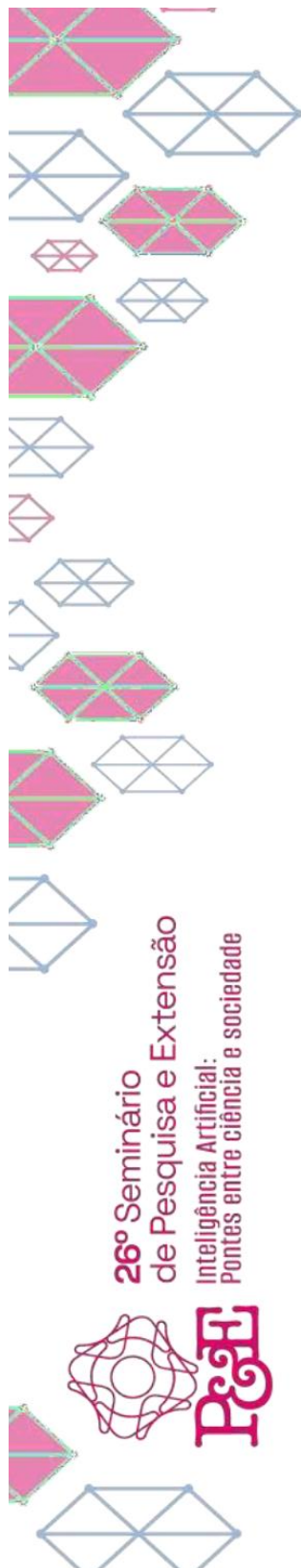
Josiel dos Santos Santana

Josiel dos Santos Santana
Presidente da Projettar Jr.

Gilberto de Miranda Lima

Gilberto de Miranda Lima
Coordenador de Engenharia Civil

17 Comprovatório de curso ministrado (*Formas de representação da modelagem do relevo terrestre: fundamentos e aplicações - 26º Seminário de Pesquisa e Extensão da Universidade do Estado de Minas Gerais - 08/11/2024 – Passos (MG)*)



26º Seminário
de Pesquisa e Extensão
Inteligência Artificial:
Pontes entre ciência e sociedade



CERTIFICADO

Certificamos que a Professora **Claudia Vanessa dos Santos Corrêa** ministrou o minicurso “*Formas de representação da modelagem do relevo terrestre: fundamentos e aplicações*” no 26º Seminário de Pesquisa e Extensão da Universidade do Estado de Minas Gerais, realizado nos dias 06, 07 e 08 de novembro de 2024. Carga horária: 4 horas.

Belo Horizonte, 11 de novembro de 2024.



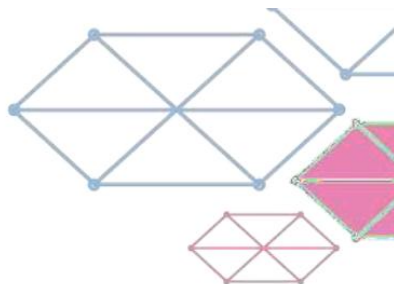
Vanessa Korasaki

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-
Graduação da Universidade do Estado
de Minas Gerais



Moacyr Laterza Filho

Pró-Reitor de Extensão da Universidade
do Estado de Minas Gerais



18, 19 Comprovatório de cursos ministrados (Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicado a estudos ambientais - Curso de Aperfeiçoamento do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis – PRH/ANP-40.1 – 15/07/2024 - 17/07/2024 – Unespetro - Rio Claro (SP) e Sensibilidade Ambiental ao Óleo - Curso de Aperfeiçoamento do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis – PRH/ANP-40.1 – 03/02/2025 - 07/02/2025 – Unespetro - Rio Claro (SP))



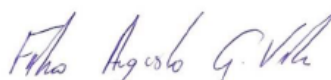
DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que a Dra. Claudia Vanessa dos Santos Corrêa ministrou as disciplinas Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicado a estudos ambientais (24 horas) e Sensibilidade Ambiental ao Óleo (40 horas), nos dias 15 a 17/07/2024 e 03 a 07/02/2025, no curso de Aperfeiçoamento do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis – PRH/ANP-40.1

Desde já estamos a disposição para esclarecer quaisquer dúvidas.

Atenciosamente,

Rio Claro, 10 de fevereiro de 2025.



Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Coordenador do Programa PRH-40.1

20 Comprovatório de palestra ministrada (*Panorama Geral do emprego das Geotecnologias no contexto da Avaliação da Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo/ XV Encontro do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – 04/11/2024 – Unesp - Rio Claro (SP)*)

Venifique o código de autenticidade: 18942451.8189704.136397.8.894245181897041363978 em <https://www.event3.com.br/documentos>

XV ENCONTRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

CERTIFICADO

Certificamos que **Claudia Vanessa dos Santos Corrêa**, participou, na qualidade de **Palestrante**, do evento XV Encontro do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, ministrando a atividade **Palestra - Panorama Geral do emprego das Geotecnologias no contexto da Avaliação da Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo**, realizada no dia 04/11/2024 das 15:00 às 16:00 no Anfiteatro do Departamento de Geografia, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus Rio Claro-SP.

Rio Claro, 04/11/2024 a 08/11/2024

Prof. Dr. Didier Gastmans
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente

Ma. Marta Lilian Victorino Patrício
Presidente da Comissão Organizadora do XV Encontro do Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente

PATROCINADOR DIAMANTE:

PATROCINADOR PRATA:

PATROCINADOR BRONZE:

APOIO:

APOIO INSTITUCIONAL:

21 Comprovatório de atuação como revisora de artigo científico (*Sustainability Status of*)

*Gedong Gincu Mango in Majalengka Regency - Anuário do Instituto de Geociências -
03/2025)*

18/03/2025, 09:46

Review:Sustainability Status of Gedong Gincu Mango in Majalengka Regency | Anuário do Instituto de Geociências

Anuário do Instituto de Geociências

← Back to Submissions

Review:Sustainability Status of Gedong Gincu Mango in Majalengka Regency

1. Request

2. Guidelines

3. Download & Review

4. Completion

Review Submitted

Thank you for completing the review of this submission. Your review has been submitted successfully. We appreciate your contribution to the quality of the work that we publish; the editor may contact you again for more information if needed.

Review Discussions

[Add discussion](#)

Name	From	Last Reply	Replies	Closed
------	------	------------	---------	--------

No Items

23/03/2025, 13:52

E-mail de Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - [AIGEO] Article Review Acknowledgement



Claudia Vanessa dos Santos Corrêa <claudia.correa@unesp.br>

[AIGEO] Article Review Acknowledgement

1 mensagem

Dr. Silvio Roberto Oliveira Filho <silviooliveira@id.uff.br>
Para: Senhorita Claudia Vanessa Santos Corrêa <claudia.correa@unesp.br>

21 de março de 2025 às 15:23

Senhorita Claudia Vanessa Santos Corrêa:

Thank you for completing the review of the submission, "Sustainability Status of Gedong Gincu Mango in Majalengka Regency," for Anuário do Instituto de Geociências. We appreciate your contribution to the quality of the work that we publish.

Anuário do Instituto de Geociências <https://revistas.uff.br/index.php/aigeo> Este é um e-mail automático. Para respondê-lo acesse o sistema e clique no ícone da carta.

²²Comprovatório de componente de comissão científica em eventos (XIII Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas – 25 anos conectando mentes e provendo conhecimento – Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas – UFPR - 10/2024 a 11/2024)



XIII
Colóquio Brasileiro
de Ciências
Geodésicas • 2024

Universidade Federal do Paraná



CERTIFICADO

Certificamos que **Cláudia Vanessa dos Santos Corrêa** integrou o comitê científico do **XIII Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas – 25 anos conectando mentes e provendo conhecimento**, realizado no período de 26 a 29 de novembro de 2024, promovido pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná.

Curitiba, 31 de outubro de 2024



Prof. Dr. Rodrigo de Campos Macedo
Presidente do XIII CBCG

²³Comprobatório de revisora de resumos científicos em eventos (XV Encontro do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente - 04/11 a 08/11/2024)

Venifique o código de autenticidade: 18942413.8189704.6.8.8942413818970468 em <https://www.event3.com.br/documentos>

XV ENCONTRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

CERTIFICADO

Certificamos que **Claudia Vanessa dos Santos Corrêa**, participou na qualidade de **AVALIADOR DE RESUMOS**, do evento **XV Encontro do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente**, avaliando nas Área(s) Temática(s) **Planejamento e gestão do meio físico**.

Rio Claro, 04/11/2024 a 08/11/2024

Ma. Marta Lilian Victorino Patrício
Presidente da Comissão Organizadora do XV Encontro do Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente

Prof. Dr. Didier Gastmans
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente

PATROCINADOR DIAMANTE:

PATROCINADOR PRATA:

PATROCINADOR BRONZE:

APOIO:

APOIO INSTITUCIONAL:

24 Comprovatório de coorientação de mestrado acadêmico (*Mapeamento de perigo geológico-geotécnico em áreas turísticas de cânions e cachoeiras em Capitólio (MG) - Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – Unesp Rio Claro – início: 26/11/2024 (em andamento)*)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro



ATESTADO

Atestamos que a Profa. Dra. CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA, RG nº 43.756.766-7, expedido pela SSP/SP, coorienta o discente abaixo relacionado, em Programa stricto sensu desta Unidade Universitária:

Programa: Geociências e Meio Ambiente

DISCENTE	CURSO	INÍCIO	SITUAÇÃO
VICTOR CAMARGO	MESTRADO ACADÊMICO	26/11/24	EM ANDAMENTO

Rio Claro, 25 de março de 2025.


SEÇÃO TÉCNICA DE PÓS-GRADUAÇÃO
Rodrigo Rabelo dos Santos
Supervisor Técnico de Seção

25 Comprobatório de participação em bancas (Exame de Qualificação de Mestrado Acadêmico: Mapeamento de perigo geológico-geotécnico em áreas turísticas de cânions e cachoeiras em Capitólio (MG) - Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – Unesp Rio Claro – 25/10/2024)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro



A T E S T A D O

Atestamos que a Dra. **CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA**, do(a) Pós-Doutoranda / IGCE/UNESP/Rio Claro (SP), participou em 25 de outubro de 2024, como MEMBRO TITULAR da Comissão Examinadora do Exame de QUALIFICAÇÃO de VICTOR CAMARGO, discente regular do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Curso de Mestrado Acadêmico, cujo trabalho se intitula **Mapeamento de perigo geológico-geotécnico em áreas turísticas de cânions e cachoeiras em Capitólio (MG)**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros:

1. Prof. Dr. FABIO AUGUSTO GOMES VIEIRA REIS (Orientador - Participação Virtual)
IGCE / UNESP/Rio Claro (SP)
2. Dra. CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA (Participação Virtual)
Pós-Doutoranda / IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)
3. Dr. VICTOR CARVALHO CABRAL (Participação Virtual)
Pós-Doutorando / IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Rio Claro, 25 de outubro de 2024.


Eliana Corrêa Contiero
Divisão Técnica Acadêmica
Diretora Técnica de Divisão

26 Comprovatório de participação em bancas (Defesa de Doutorado: Análise de inventários manuais e semiautomáticos de escorregamentos rasos e sua adequabilidade para utilização em modelos preditivos - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM – IEE/USP) - 29/01/2025)

29/01/2025, 17:48

Declaração de Participação

Janus



Universidade de São Paulo

DECLARAÇÃO

O(A) Prof(a). Dr(a) Claudia Vanessa dos Santos Correa participou, na qualidade de membro, da Comissão Julgadora da Defesa da Tese de Doutorado do(a) pós-graduando(a) Helen Cristina Dias, apresentada para a obtenção do título de Doutora em Ciências - Área: Ciência Ambiental, realizada em 29 de Janeiro de 2025, ocorrida no(a) Instituto de Energia e Ambiente, intitulada:

"Análise de inventários manuais e semiautomáticos de escorregamentos rasos e sua adequabilidade para utilização em modelos preditivos"

A Comissão Julgadora foi constituída pelos seguintes membros:

Prof(a). Dr(a). Carlos Henrique Grohmann de Carvalho (Presidente)

Prof(a). Dr(a). Jose Alberto Quintanilha

Prof(a). Dr(a). Edison Pizzato

Prof(a). Dr(a). Alessandra Cristina Corsi

Prof(a). Dr(a). Tullius Dias Nery

Prof(a). Dr(a). Claudia Vanessa dos Santos Correa

São Paulo, 29 de Janeiro de 2025.



PROCAM - IEE/USP
Programa de Pós Graduação em
Ciência Ambiental
Instituto de Energia e Ambiente da USP

²⁷**Comprovatório de participação em bancas (*Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso: Metodologia para elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo em áreas terrestres - exemplo na Rodovia dos Tamoios (SP-099) - Graduação em Geologia - Unesp Rio Claro*) - 18/11/2024)**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

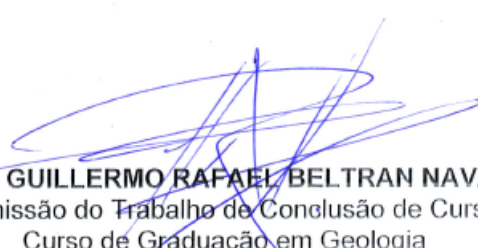
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
Comissão do Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Graduação em Geologia



ATESTADO

Atestamos que **CLÁUDIA VANESSA DOS SANTOS CORREA** participou, em 18 de novembro de 2024, como membro da Comissão Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia da aluna **Livia Cristofoletti Lunardi**, intitulado "Metodologia para elaboração de Cartas De Sensibilidade Ambiental ao Óleo em áreas terrestres - exemplo na Rodovia dos Tamoios (SP-099)".

Rio Claro, 18 de novembro de 2024.



Prof. Dr. GUILLERMO RAFAEL BELTRAN NAVARRO
Comissão do Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Graduação em Geologia

Banca Examinadora

Profa. Dra. Paulina Setti Riedel (orientadora)
Dr. André de Andrade Kolya
Dra. Cláudia Vanessa dos Santos Correa

28 Comprovatório de participação em bancas (Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso: Condições de vegetação pré-fogo no Parque Estadual da Serra do Papagaio (MG) por meio de Índices Espectrais - Graduação em Geografia Bacharelado (UNIFAL) - 13/12/2024)

15/12/2024, 06:30

SEI/Unifal-MG - 1413875 - Declaração



Ministério da Educação
Universidade Federal de Alfenas
COMISSAO TCC GEOGRAFIA
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Bairro centro, Alfenas/MG - CEP 37130-001
Telefone: (35) 3701-9000

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins, que o Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia Bacharelado “**CONDIÇÕES DE VEGETAÇÃO PRÉ-FOGO NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO PAPAGAIO (MG) POR MEIO DE ÍNDICES ESPECTRAIS**”, desenvolvido por Pedro Freitas Ramos Grande, foi apresentado e avaliado no dia 13/12/2024.

Orientação: Prof. Dr. Felipe Gomes Rubira (UNIFAL-MG)

Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Rodrigo José Pisani (UNIFAL-MG)

Profª Drª Claudia Vanessa dos Santos Corrêa (Unesp Rio Claro)

FELIPE GOMES RUBIRA

Presidente da Comissão de TCC – Geografia



Documento assinado eletronicamente por Felipe Gomes Rubira, Presidente, em 15/12/2024, às 06:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1413875 e o código CRC 9CBAE19B.

Referência: Processo nº 23087.020062/2024-14

SEI nº 1413875

29 *Comprovatório de trabalho submetido a eventos científicos (Debris-Flow processes modeling with numerical simulation: an application on the coast of São Paulo State, Brazil)*

02/04/2025, 12:06

E-mail de Unicamp - Trabalho submetido com sucesso!



Claudia Vanessa dos Santos Correa <clcorrea@unicamp.br>

Trabalho submetido com sucesso!

1 mensagem

Sistema de Eventos <noreply@fmb.noreply.unesp.br>
Responder a: snet2025@unicamp.br
Para: clcorrea@unicamp.br

24 de março de 2025 às 23:20

Prezado(a) Sr(a) CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA

Seu Trabalho foi submetido com sucesso.

Para excluir, alterar ou acompanhar o processo revisional dos trabalhos submetidos, utilize as opções disponíveis no menu esquerdo do sistema de envio de trabalhos.

O resultado dos trabalhos aprovados serão publicados após o dia 01/05/2025.

Em caso de dúvida, efetue um reply(responder) neste e-mail ou pela página de contato no site

<http://www.inscricoes.fmb.unesp.br/index.asp?configurar=true&codEvento=15863>.

Obrigado.

Dados do trabalho:

Categoria:
OralTema:
ST10 - HIDROGEOLOGIA, GEOLOGIA AMBIENTAL E GEOLOGIA DE ENGENHARIATítulo:
DEBRIS-FLOW PROCESSES MODELING WITH NUMERICAL SIMULATION: AN APPLICATION ON THE COAST OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL

Resumo:

Debris flows are hydrogeomorphological processes that develop along drainage networks and involve generally dense fluids, composed of materials of different grain sizes, as well as wood and variable amounts of water, identified as natural processes that constitute the landscape's dynamics and modeling. Because they can cross long distances and reach high speeds, their threat is greater than other geodynamic processes. They are characterized by a movement in the form of flow, involving generally dense fluids, composed of coarse material and fine material, as well as plant remains and varying amounts of water, behaving as, highly viscous, dense, and concentrated to hyper-concentrated fluids. Mathematically, can be described as a one-phase fluid composed of an interstitial liquid and a granular fluid that constitutes the solid phase and has proper rheological properties. Due to these characteristics, added to its high range, even in flat areas, high speeds, and high peak flows, the debris flows have a high capacity of erosion and impact force, which give them great destructive power, and, therefore, are classified as high-risk factor processes, which can cause loss of life and considerable physical damage to infrastructure and the environment. The most susceptible areas to the occurrence of these processes in Brazil are in the foothills of the Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, and the Serra Geral, and on the north coast of São Paulo State. On 03/18/1967 there was an important landslide and debris-flow event that affected the region of Caraguatatuba and São Sebastião (São Paulo State, Brazil). Several numerical models have been elaborated in the last years, to measure, identify, predict, and monitor debris-flow processes with more accuracy and one of these is RAMMS (Rapid Mass Movement Simulation), which describes the frictional behavior of debris-flow movements using the Voellmy relation. This work aims to show the results of the numerical simulation with

RAMMS model of the debris-flow events that occurred in 1967 in a mountain area in the Serra do Mar in Caraguatatuba region (São Paulo State, Brazil) using calibrated input parameters. The study area is inserted in the Serra do Mar Mountain range, an escarpment region on the eastern margin of the Brazilian highlands, which has been known to be the most landslide and debris-prone location in Brazil, due to the local hot and humid climate and its long slopes. The inputs were viscosity, DEM, landslide scars as release areas, the density of the debris-flow material, duration of the debris-flow process, erosion information, and orthophotos. The modeling results were compared with the deposit area mapped in aerial photos, which established zones of iso-thickness of the materials. The simulations of the different scenarios showed that the materials mobilized by the landslides in the escarpments of the tributaries of the Santo Antônio and Guaxinduba rivers were channeled in the thalwegs and advanced downstream, where slopes lower than 5° prevail. In general, the results showed a good correlation between the area and thickness of deposition modeled and observed and the fieldwork and the retro-analysis studies revealed that the Serra do Mar debris flows have a predominantly granular rheological flow.



Trabalho aguardando revisão!

Trabalho N.º 1



Download do Arquivo



Autor Principal

CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA



Eixo

GEOSUDESTE 2025



Categoria

Oral



Título

DEBRIS-FLOW PROCESSES MODELING WITH NUMERICAL SIMULATION: AN APPLICATION ON THE COAST OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL



Apresentador

CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA



Tema

ST10 - HIDROGEOLOGIA, GEOLOGIA AMBIENTAL E GEOLOGIA DE ENGENHARIA



Resumo

Debris flows are hydrogeomorphological processes that develop along drainage networks and involve generally dense fluids, composed of materials of different grain sizes, as well as wood and variable amounts of water, identified as natural processes that constitute the landscape's dynamics and modeling. Because they can cross long distances and reach high speeds, their threat is greater than other geodynamic processes. They are characterized by a movement in the form of flow, involving generally dense fluids, composed of coarse material and fine material, as well as plant remains and varying amounts of water, behaving as, highly viscous, dense, and concentrated to hyper-concentrated fluids. Mathematically, can be described as a one-phase fluid composed of an interstitial liquid and a granular fluid that constitutes the solid phase and has proper rheological properties. Due to these characteristics, added to its high range, even in flat areas, high speeds, and high peak flows, the debris flows have a high capacity of erosion and impact force, which give them great destructive power, and, therefore, are classified as high-risk factor processes, which can cause loss of life and considerable physical damage to infrastructure and the environment. The most susceptible areas to the occurrence of these processes in Brazil are in the foothills of the Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, and the Serra Geral, and on the north coast of São Paulo State. On 03/18/1967 there was an important landslide and debris-flow event that affected the region of Caraguatatuba and São Sebastião (São Paulo State, Brazil). Several numerical models have been elaborated in the last years, to measure, identify, predict, and monitor debris-flow processes with more accuracy and one of these is RAMMS (Rapid Mass Movement Simulation), which describes the frictional behavior of debris-flow movements using the Voellmy relation. This work aims to show the results of the numerical simulation with RAMMS model of the debris-flow events that occurred in 1967 in a mountain area in the Serra do Mar in Caraguatatuba region (São Paulo State, Brazil) using calibrated input parameters. The study area is inserted in the Serra do Mar Mountain range, an escarpment region on the eastern margin of the Brazilian highlands, which has been known to be the most landslide and debris-prone location in Brazil, due to the local hot and humid climate and its long slopes. The inputs were viscosity, DEM, landslide scars as release areas, the density of the debris-flow material, duration of the debris-flow process, erosion information, and orthophotos. The modeling results were compared with the deposit area mapped in aerial photos, which established zones of iso-thickness of the materials. The simulations of the different scenarios showed that the materials mobilized by the landslides in the escarpments of the tributaries of the Santo Antônio and Guaxinduba rivers were channeled in the thalwegs and advanced downstream, where

30 **Comprovatório de trabalho submetido a eventos científicos (*Estado da arte e perspectivas dos Índices de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo*)**

02/04/2025, 12:07

E-mail de Unicamp - Trabalho submetido com sucesso!



Claudia Vanessa dos Santos Correa <clcorrea@unicamp.br>

Trabalho submetido com sucesso!

1 mensagem

Sistema de Eventos <noreply@fmb.noreply.unesp.br>
Responder a: snef2025@unicamp.br
Para: clcorrea@unicamp.br

24 de março de 2025 às 23:58

Prezado(a) Sr(a) CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA

Seu Trabalho foi submetido com sucesso.

Para excluir, alterar ou acompanhar o processo revisional dos trabalhos submetidos, utilize as opções disponíveis nos menu esquerdo do sistema de envio de trabalhos.

O resultado dos trabalhos aprovados serão publicados após o dia 01/05/2025.

Em caso de dúvida, efetue um reply(responder) neste e-mail ou pela página de contato no site <http://www.inscricoes.fmb.unesp.br/index.asp?configurar=true&codEvento=15863>.

Obrigado.

Dados do trabalho:

Categoria:
Oral

Tema:
ST10 - HIDROGEOLOGIA, GEOLOGIA AMBIENTAL E GEOLOGIA DE ENGENHARIA

Título:
ESTADO DA ARTE E PERSPECTIVAS DOS ÍNDICES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO

Resumo:

Os ambientes costeiros são muito sensíveis e suscetíveis a ameaças naturais e antrópicas, tais como eventos de derramamentos de óleo. As ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo são fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos costeiros. Nesse contexto insere-se a abordagem do Índice de Sensibilidade Ambiental (Environmental Sensitivity Index - ESI), iniciada no final dos anos 70 pela RPI International, Inc. e patrocinada pela NOAA (National Atmospheric and Oceanic Administration) nos Estados Unidos da América, para auxiliar na avaliação de impactos potenciais ao longo das linhas costeiras e a alocação de recursos durante e após um evento de derramamento de óleo. Com o mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo, sabe-se, com a devida antecedência, quais setores dos locais atingidos e suas proximidades são os mais sensíveis e devem receber maior atenção em caso de um acidente. Assim, desde então, mapas e dados ESI têm sido aplicados em todo o mundo para gerenciar os riscos de derramamento de óleo, fornecendo um resumo conciso dos recursos costeiros que estão em risco se ocorrer um derramamento de óleo nas proximidades. No Brasil, a primeira contribuição foi feita no âmbito da Petrobras, para estudos relacionados às suas instalações e atividades. O Ministério do Meio Ambiente do Brasil, com base nas propostas da NOAA, também elaborou, em 2002, o primeiro documento oficial visando padronizar a elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Petróleo (Cartas SAO) no Brasil. Em 2004, essa metodologia foi reeditada com melhorias e ajustes, documento vigente até hoje. As ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo são fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos naturais. A abordagem ESI foi aplicada com sucesso em várias linhas costeiras marinhas e continentais, condutas terrestres e estradas. Originalmente, os mapas ESI eram configurados como produtos cartográficos impre-

ssos. Com a incorporação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), os mapas ESI ganharam uma perspectiva digital, possibilitando correlações estáticas entre parâmetros biológicos e socioeconômicos por meio de diversas operações e métodos. Nos últimos anos, as abordagens ESI e de simulação foram combinadas para desenvolver avaliações quantitativas de risco, e a Inteligência Artificial (IA) e os algoritmos de aprendizagem profunda subsidiaram classificações integradas de índices de sensibilidade. Embora desafiadores, os aspectos de avaliação e vulnerabilidade, tais como abordagens sazonais e multidimensionais, devem ser considerados nos mapas ESI, bem como a integração de sistemas de monitorização, detecção, decisão e resposta. Ao incorporar sistemas dinâmicos na abordagem, os mapas ESI tornam-se um Sistema de Sensibilidade Social e Ambiental (SESS - Social and Environmental Sensitivity System). Considerando tais premissas, este trabalho objetiva fornecer e apresentar uma revisão abrangente do desenvolvimento do conceito ESI, além de identificar, delinear e propor direções futuras (trends).

**Trabalho aguardando revisão!****Trabalho N.º 2**

Download do Arquivo

**Autor Principal**

CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA

**Eixo**

GEOSUDESTE 2025

**Categoria**

Oral

**Título**

ESTADO DA ARTE E PERSPECTIVAS DOS ÍNDICES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO

**Apresentador**

CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA

**Tema**

ST10 - HIDROGEOLOGIA, GEOLOGIA AMBIENTAL E GEOLOGIA DE ENGENHARIA

**Resumo**

Os ambientes costeiros são muito sensíveis e suscetíveis a ameaças naturais e antrópicas, tais como eventos de derramamentos de óleo. As ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo são fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos costeiros. Nesse contexto insere-se a abordagem do Índice de Sensibilidade Ambiental (Environmental Sensitivity Index - ESI), iniciada no final dos anos 70 pela RPI International, Inc. e patrocinada pela NOAA (National Atmospheric and Oceanic Administration) nos Estados Unidos da América, para auxiliar na avaliação de impactos potenciais ao longo das linhas costeiras e a alocação de recursos durante e após um evento de derramamento de óleo. Com o mapeamento da sensibilidade ambiental ao óleo, sabe-se, com a devida antecedência, quais setores dos locais atingidos e suas proximidades são os mais sensíveis e devem receber maior atenção em caso de um acidente. Assim, desde então, mapas e dados ESI têm sido aplicados em todo o mundo para gerenciar os riscos de derramamento de óleo, fornecendo um resumo conciso dos recursos costeiros que estão em risco se ocorrer um derramamento de óleo nas proximidades. No Brasil, a primeira contribuição foi feita no âmbito da Petrobras, para estudos relacionados às suas instalações e atividades. O Ministério do Meio Ambiente do Brasil, com base nas propostas da NOAA, também elaborou, em 2002, o primeiro documento oficial visando padronizar a elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Petróleo (Cartas SAO) no Brasil. Em 2004, essa metodologia foi reeditada com melhorias e ajustes, documento vigente até hoje. As ferramentas de preparação e resposta a derrames de petróleo são fatores-chave para gerir de maneira sustentável os ambientes e recursos naturais. A abordagem ESI foi aplicada com sucesso em várias linhas costeiras marinhas e continentais, condutas terrestres e estradas. Originalmente, os mapas ESI eram configurados como produtos cartográficos impressos. Com a incorporação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), os mapas ESI ganharam uma perspectiva digital, possibilitando correlações estáticas entre parâmetros biológicos e socioeconômicos por meio de diversas operações e métodos. Nos últimos anos, as abordagens ESI e de simulação foram combinadas para desenvolver avaliações quantitativas de risco, e a Inteligência Artificial (IA) e os algoritmos de aprendizagem profunda subsidiam classificações integradas de índices de sensibilidade. Embora desafiadores, os aspectos de avaliação e vulnerabilidade, tais como abordagens sazonais e multidimensionais, devem ser considerados nos mapas ESI, bem como a integração de sistemas de monitorização, detecção, decisão e resposta. Ao incorporar sistemas dinâmicos na abordagem, os mapas ESI tornam-se um Sistema de Sensibilidade Social e Ambiental (SESS - Social and Environmental Sensitivity System). Considerando tais premissas, este trabalho objetiva

³¹Comprovatório de trabalho submetido a eventos científicos (*Os VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) em áreas costeiras como subsídio na determinação de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo: viabilidade econômica e operacional*)

02/04/2025, 12:09

E-mail de Unicamp - Trabalho submetido com sucesso!



Claudia Vanessa dos Santos Correa <clcorrea@unicamp.br>

Trabalho submetido com sucesso!

1 mensagem

Sistema de Eventos <noreply@fmb.noreply.unesp.br>
Responder a: snet2025@unicamp.br
Para: clcorrea@unicamp.br

1 de abril de 2025 às 17:40

Prezado(a) Sr(a) CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA

Seu Trabalho foi submetido com sucesso.

Para excluir, alterar ou acompanhar o processo revisional dos trabalhos submetidos, utilize as opções disponíveis nos menu esquerdo do sistema de envio de trabalhos.

O resultado dos trabalhos aprovados serão publicados após o dia 01/05/2025.

Em caso de dúvida, efetue um reply(responder) neste e-mail ou pela página de contato no site <http://www.inscricoes.fmb.unesp.br/index.asp?configurar=true&codEvento=15863>.

Obrigado.

Dados do trabalho:

Categoria:
Pôster

Tema:
ST10 - HIDROGEOLOGIA, GEOLOGIA AMBIENTAL E GEOLOGIA DE ENGENHARIA

Título:
OS VANTS (VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS) EM ÁREAS COSTEIRAS COMO SUBSÍDIO NA DETERMINAÇÃO DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO: VIABILIDADE ECONÔMICA E OPERACIONAL

Resumo:

O impacto causado pelo derramamento de óleo e as medidas de descontaminação associadas podem variar consideravelmente, dependendo do tipo de linha de costa. Assim, as ações destinadas a minimizar estes impactos envolvem uma intrincada e organizada estrutura de resposta, incluindo estratégias de comunicação e acionamento, comando e controle, recursos e logística, suporte técnico, monitoramento, estratégias de combate, proteção e limpeza dos ambientes atingidos, suporte à população, entre diversos outros aspectos. Nesse contexto inserem-se as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO), ferramentas que disponibilizam cartograficamente informações de suporte às ações de resposta a acidentes envolvendo o derramamento de óleo na zona costeira. Inicialmente, os mapas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento ao Óleo eram baseados em mapas de base planimétricos pré-existentes e apresentados como um conjunto de papéis coloridos impressos. Posteriormente, vários aprimoramentos for



am incorporados ao conceito original, combinando-se análise visual, técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG). As técnicas de Geoprocessamento baseadas em Sistemas de Informação Geográfica devem ser empregadas para acelerar o gerenciamento de um derramamento de óleo em um determinando local, possibilitando decisões em tempo real e o emprego de fotografias aéreas e/ou imagens orbitais auxiliam a elaboração de um produto cartográfico com a espacialização geográfica de locais com maior sensibilidade. Ganhou destaque nos últimos anos a utilização de VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) no âmbito da Aerofotogrametria, complementares às tecnologias de Sensoriamento Remoto atuais. Os VANTs são mais amigáveis do que todas as tecnologias de Sensoriamento Remoto, relativamente mais baratas, menores, mais leves e práticas, e oferecem uma alternativa às plataformas convencionais para aquisição de dados de alta resolução. Considerando estas proposições, o presen

te trabalho tem como objetivo avaliar sob a perspectiva econômica e operacional o emprego de VANTs em áreas de costões rochosos e de extensos bancos arenosos de difícil acesso nas Baías de Paranaguá (PR) e na Baía de Caraguatatuba (SP), visando caracterizar sob a ótica do Índice de Sensibilidade Ambiental os diferentes ambientes costeiros, de modo a subsidiar a elaboração de Cartas SAO. Em síntese, considerando as grandes extensões de ambas as áreas, o uso dos VANTs mostrou-se mais rentável sob a ótica operacional e econômica em comparação com levantamentos tradicionais baseados em trabalhos de campo e, ainda, em relação à aquisição de imagens orbitais de satélites acoplados com sensores de alta resolução especial. Trabalhos de campo com tomadas de fotografias terrestres demandam um grande período de levantamento de dados e um grande número de membros de uma equipe, o que envolve custos econômicos elevados, tais como despesas com transporte, diárias e materiais de coleta, além de nã

<https://mail.google.com/mail/u/3/?ik=c4e8dec018&view=pt&search=all&permthid=thread-f:1828234227737042126&simpl=msg-f:1828234227737...> 1/2

Trabalho aguardando revisão!


Trabalho N.º 3

 Download do Arquivo **Autor Principal**

CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA

 **Eixo**

GEOSUDESTE 2025

 **Categoria**


Pôster

 **Título**


OS VANTS (VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS) EM ÁREAS COSTEIRAS COMO SUBSÍDIO NA DETERMINAÇÃO DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO: VIABILIDADE ECONÔMICA E OPERACIONAL

 **Apresentador**

CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA

 **Tema**

ST10 - HIDROGEOLOGIA, GEOLOGIA AMBIENTAL E GEOLOGIA DE ENGENHARIA

 **Resumo**

O impacto causado pelo derramamento de óleo e as medidas de descontaminação associadas podem variar consideravelmente, dependendo do tipo de linha de costa. Assim, as ações destinadas a minimizar estes impactos envolvem uma intrincada e organizada estrutura de resposta, incluindo estratégias de comunicação e acionamento, comando e controle, recursos e logística, suporte técnico, monitoramento, estratégias de combate, proteção e limpeza dos ambientes atingidos, suporte à população, entre diversos outros aspectos. Nesse contexto inserem-se as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO), ferramentas que disponibilizam cartograficamente informações de suporte às ações de resposta a acidentes envolvendo o derramamento de óleo na zona costeira. Inicialmente, os mapas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento ao Óleo eram baseados em mapas de base planimétricos pré-existentes e apresentados como um conjunto de papéis coloridos impressos. Posteriormente, vários aprimoramentos foram incorporados ao conceito original, combinando-se análise visual, técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG). As técnicas de Geoprocessamento baseadas em Sistemas de Informação Geográfica devem ser empregadas para acelerar o gerenciamento de um derramamento de óleo em um determinado local, possibilitando decisões em tempo real e o emprego de fotografias aéreas e/ou imagens orbitais auxiliam a elaboração de um produto cartográfico com a espacialização geográfica de locais com maior sensibilidade. Ganhou destaque nos últimos anos a utilização de VANTS (Veículos Aéreos Não Tripulados) no âmbito da Aerofotogrametria, complementares às tecnologias de Sensoriamento Remoto atuais. Os VANTS são mais amigáveis do que todas as tecnologias de Sensoriamento Remoto, relativamente mais baratas, menores, mais leves e práticas, e oferecem uma alternativa às plataformas convencionais para aquisição de dados de alta resolução. Considerando estas proposições, o presente trabalho tem como objetivo avaliar sob a perspectiva econômica e operacional o emprego de VANTS em áreas de costões rochosos e de extensos bancos arenosos de difícil acesso nas Baías de Paranaguá (PR) e na Baía de Caraguatatuba (SP), visando caracterizar sob a ótica do Índice de Sensibilidade Ambiental os diferentes ambientes costeiros, de modo a subsidiar a elaboração de Cartas SAO. Em síntese, considerando as grandes extensões de ambas as áreas, o uso dos VANTS mostrou-se mais rentável sob a ótica operacional e econômica em comparação com levantamentos tradicionais baseados em trabalhos de campo e, ainda, em relação à aquisição de imagens orbitais de satélites acoplados com sensores de alta resolução especial. Trabalhos de campo com tomadas de fotografias terrestres demandam um grande período de levantamento de dados e um grande número de membros de uma equipe, o que envolve custos econômicos elevados, tais como despesas com transporte, diárias e materiais de coleta, além de não ser possível o acesso a locais como costões rochosos e outros não

³²Comprovatório de trabalho submetido a eventos científicos (*Modeling debris-flow processes with numerical simulation: an application on the coast of São Paulo State, Brazil with RAMMS model*)

02/04/2025, 16:57

E-mail de Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - XXV Brazilian Symposium on Geoinformatics : Submissi...



Claudia Vanessa dos Santos Corrêa <claudia.correa@unesp.br>

XXV Brazilian Symposium on Geoinformatics : Submission (45) has been created.

1 mensagem

Microsoft CMT <email@msr-cmt.org>

24 de março de 2025 às 12:00

Responder a: Microsoft CMT - Do Not Reply <noreply@msr-cmt.org>

Para: claudia.correa@unesp.br

Hello,

The following submission has been created.

Track Name: GEOINFO2025

Paper ID: 45

Paper Title: MODELING DEBRIS-FLOW PROCESSES WITH NUMERICAL SIMULATION: AN APPLICATION ON THE COAST OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL WITH RAMMS MODEL

Abstract:

Debris flows are mass movements that develop along drainage networks and involve generally dense fluids, composed of materials of different grain sizes, as well as woods and variable amounts of water, identified as natural processes that constitute the dynamics and the modeling of the landscape. The areas most susceptible to the occurrence of these processes in Brazil are in the foothills of the Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, and the Serra Geral, and on the north coast of São Paulo State. In 03/18/1967 there was an important landslide and debris-flows which affected the region of Caraguatatuba and São Sebastião. In this area, there is a pipeline network associated with Petrobras Treatment Units, other enterprises, structures, and a large urban area that is growing. This work aims to show the results of the back-analysis of the debris-flow events that occurred in 1967 in a mountain area in the Serra do Mar in the Caraguatatuba region (São Paulo State, Brazil) with RAMMS numerical simulation, using calibrated input parameters. The inputs were viscosity, DEM, landslide scars as release areas, the density of the debris-flow material, duration of the debris-flow process, and orthophotos. The modeling results were compared with the deposit area mapped in aerial photos, which established zones of iso-thickness of the materials. The results showed a good correlation between the area and thickness of deposition modeled and observed. Moreover, the fieldwork and the retro-analysis studies revealed that the Serra do Mar debris flows have a predominantly granular rheological flow, and the modeling results showed that the deposition zones are preferably given in regions with slopes less than 5°.

Created on: Mon, 24 Mar 2025 15:00:36 GMT

Last Modified: Mon, 24 Mar 2025 15:00:36 GMT

Authors:

- claudia.correa@unesp.br (Primary)
- fabio.reis@unesp.br
- lcg@ecogeologia.com.br
- victor.carvalho@unesp.br
- vinicius.veloso@unesp.br

Primary Subject Area: Geospatial applications that use data-driven methods

Secondary Subject Areas:
Geospatial data analysis

Submission Files: Not Uploaded

Submission Questions Response:

1. Submission Type
Full Paper

Thanks,
CMT team.

Submission Summary

Conference Name

XXV Brazilian Symposium on Geoinformatics

Paper ID

45

Paper Title

MODELING DEBRIS-FLOW PROCESSES WITH NUMERICAL SIMULATION: AN APPLICATION ON THE COAST OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL WITH RAMMS MODEL

Abstract

Debris flows are mass movements that develop along drainage networks and involve generally dense fluids, composed of materials of different grain sizes, as well as woods and variable amounts of water, identified as natural processes that constitute the dynamics and the modeling of the landscape. The areas most susceptible to the occurrence of these processes in Brazil are in the foothills of the Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, and the Serra Geral, and on the north coast of São Paulo State. In 03/18/1967 there was an important landslide and debris-flows which affected the region of Caraguatatuba and São Sebastião. In this area, there is a pipeline network associated with Petrobras Treatment Units, other enterprises, structures, and a large urban area that is growing. This work aims to show the results of the back-analysis of the debris-flow events that occurred in 1967 in a mountain area in the Serra do Mar in the Caraguatatuba region (São Paulo State, Brazil) with RAMMS numerical simulation, using calibrated input parameters. The inputs were viscosity, DEM, landslide scars as release areas, the density of the debris-flow material, duration of the debris-flow process, and orthophotos. The modeling results were compared with the deposit area mapped in aerial photos, which established zones of iso-thickness of the materials. The results showed a good correlation between the area and thickness of deposition modeled and observed. Moreover, the fieldwork and the retro-analysis studies revealed that the Serra do Mar debris flows have a predominantly granular rheological flow, and the modeling results showed that the deposition zones are preferably given in regions with slopes less than 5°.

Created

24/03/2025, 12:00:36

Last Modified

25/03/2025, 10:31:39

Authors

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa (Professora Doutora I, nível MS-3.1 - Área de Engenharia Ambiental - Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)) <claudia.correa@unesp.br>

Fábio Augusto Gomes Vieira Reis (Departamento de Geologia/ Unespetro, IGCE, UNESP Rio Claro) <fabio.reis@unesp.br>