



Artigo de Revisão

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v14n12020p40-49

Submetido em: 09 fev. 2020

Aceito em: 09 mar. 2020

Mecanismos para identificação de feições suspeitas provenientes de atividade petrolífera na área da Bacia de Campos no estado do Rio de Janeiro

Juliana Fernandes Moreira  <https://orcid.org/0000-0002-7133-3764>

Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense, *Campus Macaé*) – Macaé/RJ – Brasil. E-mail: jufernandesm@gmail.com

Marcos Antônio Cruz Moreira  <https://orcid.org/0000-0001-9928-7846>

Doutor em Engenharia Elétrica (UFRJ). Professor Titular do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense, *Campus Macaé*) – Macaé/RJ – Brasil. E-mail: macruz@iff.edu.br

Augusto Eduardo Miranda Pinto  <https://orcid.org/0000-0002-3473-8340>

Doutor em Direito pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Coordenador do Mestrado em Engenharia Ambiental no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense, *Campus Macaé*) – Macaé/RJ – Brasil. E-mail: apinto@iff.edu.br

O presente artigo pretende demonstrar ao leitor a importância da utilização de tecnologias para identificação e tomada de decisões durante a ocorrência de um derrame acidental ou por descontrole operacional proveniente de atividades petrolíferas. Para tal processo, é necessário conhecer de forma integral, ou mesmo possuir uma estimativa deles, quais fatores ambientais influenciam a trajetória e intemperização do óleo, já que o ambiente oceânico é dinâmico. Em locais cuja atividade petrolífera é executada intensamente, é requerido que ações mais rotineiras e assertivas sejam implementadas. A área de exploração e produção de petróleo da bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro, é um deles. Isso devido à sua grande população de unidades de exploração e produção, bem como ao trânsito de embarcações de apoio a essa atividade. Somado a esses fatores, a costa do Estado do Rio de Janeiro possui importância turística e de pesca. Com esse cenário, faz-se necessária constante vigilância. A análise de imagens orbitais com a tecnologia SAR – radar de abertura sintética – para identificações de feições que podem conter substâncias oleosas contribui para um monitoramento efetivo e é capaz de promover uma melhor utilização de recursos quando assimilada com outras ferramentas de monitoramento ou combate à poluição por óleo.

Palavras-chave: Bacia de Campos. Óleo. SAR.





Mecanismos para identificação de feições suspeitas provenientes de atividade petrolífera na área da Bacia de Campos no estado do Rio de Janeiro

Juliana Fernandes Moreira, Marcos Antônio Cruz Moreira, Augusto Eduardo Miranda Pinto
.....

Mechanisms for identifying suspected slicks from oil activity in Campos Basin, State of Rio de Janeiro, Brazil

This article intends to demonstrate to the reader the importance of the use of technologies for identification and decision making during the occurrence of an accidental spill or for operational lack of control from petroleum activities. For such a process it is necessary to fully know or even have an estimate of which environmental factors influence the trajectory and weathering of the oil, since the oceanic environment is dynamic. In locations where oil activity is intensely performed, more routine and assertive actions are required to be implemented. The oil exploration and production area of the Campos Basin in the state of Rio de Janeiro is one of them. This is due to its large population of exploration and production units, as well as the transit of vessels supporting this activity. Added to these factors, the coast of Rio de Janeiro State has tourist and fishing importance. With this scenario, constant vigilance is required. Orbital image analysis with SAR - synthetic aperture radar technology - for feature identifications that may contain oily substances, contribute to effective monitoring and are able to promote better resource utilization when assimilated with other monitoring or combat tools oil pollution.

Keywords: Campos basin. Oil. SAR.

Mecanismos para identificar manchas sospechosas de actividad petrolera en el área de la Cuenca de Campos en el Estado de Río de Janeiro, Brasil

Este artículo pretende demostrar al lector la importancia del uso de tecnologías para la identificación y la toma de decisiones durante la ocurrencia de un derrame accidental o por la falta de control operacional de las actividades petroleras. Para tal proceso es necesario conocer completamente o incluso tener una estimación de los factores ambientales que influyen en la trayectoria y la meteorización del petróleo, ya que el entorno oceánico es dinámico. En lugares donde la actividad petrolera se realiza intensamente, se requieren acciones más rutinarias y asertivas para ser implementadas. El área de exploración y producción de petróleo de la Cuenca de Campos en el estado de Río de Janeiro es una de ellas. Esto se debe a su gran población de unidades de exploración y producción, así como al tránsito de embarcaciones que apoyan esta actividad. Sumado a estos factores, la costa del estado de Río de Janeiro tiene importancia turística y pesquera. Con este escenario, se requiere vigilancia constante. El análisis de imágenes orbitales con SAR, tecnología de radar de apertura sintética, para identificaciones de características que pueden contener sustancias oleosas, contribuye a un monitoreo efectivo y puede promover una mejor utilización de los recursos cuando se asimila con otras herramientas de monitoreo o combate. Contaminación por hidrocarburos.

Palabras clave: Cuenca de Campos. Petróleo. SAR.



Mecanismos para identificação de feições suspeitas provenientes de atividade petrolífera na área da Bacia de Campos no estado do Rio de Janeiro

Juliana Fernandes Moreira, Marcos Antônio Cruz Moreira, Augusto Eduardo Miranda Pinto

1 Introdução

A exploração e a produção de petróleo na costa do Estado do Rio de Janeiro ocorrem desde meados da década de 1970 e se intensificaram com a descoberta de campos considerados como de maior potencial comercial, campos gigantes, em 1984 (PETROBRAS, 2019).

A chegada dos benefícios oriundos da atividade petrolífera também é acompanhada dos impactos negativos provenientes dessa exploração e produção.

Com o incremento dessas operações, o impacto ambiental negativo mais comumente identificado é o que traz referência ao vazamento de óleo no mar, proveniente dessas atividades (exploração, produção, escoamento e transporte de petróleo cru ou previamente processado). Esses vazamentos podem ocorrer devido ao vazamento do óleo diretamente de uma unidade marítima (furo no casco, falha na transferência de óleo de uma embarcação a outra, desenquadramento no teor de óleos e graxas – TOG) ou indiretamente, com o lançamento de substâncias oleosas provenientes de lavagens de tanques de embarcações que transitam e realizam apoio às unidades exploradoras e/ou produtoras, rompimento de dutos ou danos a equipamentos submarinos.

Para identificação desses vazamentos e/ou alvos suspeitos de substâncias oleosas, uma das estratégias utilizadas por toda a indústria petrolífera, como também pelas entidades governamentais responsáveis pela fiscalização de poluição por descargas ilegais nos países, é a aquisição e interpretação de imagens orbitais. No caso brasileiro, especificadamente na bacia de Campos, são obtidas e interpretadas imagens satelitais, duas vezes ao dia, desde julho de 2018, para registro de possíveis vazamentos, descontroles operacionais e/ou pesquisa/ busca por alvo que tenham características de substância oleosa na superfície do mar.

De posse dessa interpretação, são requisitadas embarcações (integrantes dos Planos de Emergência de Vazamento de Óleo da Área Geográfica da Bacia de Campos) para averiguações desses alvos. Contudo, não há hoje uma definição por parte do órgão ambiental fiscalizador ou mesmo divulgada na indústria do petróleo sobre quais são os parâmetros para priorização dessas buscas, tempo máximo de atendimento para averiguação com eficiência, tipos de alvos que devem ser priorizados em detrimento a outros, diretrizes governamentais sobre quais recursos devem ser adotados, ou seja, ocorre apenas a identificação de um possível alvo, presente dentro da área geográfica em estudo, delimitada para atuação do Plano de Emergência, e é(são) enviado(s) o(s) recurso(s) conforme a experiência do profissional que recebe a informação sobre o resultado da interpretação e a disponibilidade desse recurso.

Vale ressaltar que as interpretações efetuadas no período de tempo imediatamente relatado acima (desde julho de 2018) foram executadas por profissionais, e não ocorreu utilização de nenhum tipo de algoritmo de interpretação. As feições identificadas abrangiam qualquer possibilidade de alvo contendo substância oleosa, não sendo estipulado parâmetro como tamanho, geometria da forma, contraste etc. para exclusão de alvos, exceto aqueles que eram nitidamente alvos meteocanográficos, como, por exemplo, células de chuva.

O presente artigo busca demonstrar uma parcela de ferramentas e informações disponível para a indústria do petróleo a fim de contribuir para a mitigação dos impactos negativos causados por derramamentos de hidrocarbonetos de petróleo, provenientes de acidentes ou de descontroles



Mecanismos para identificação de feições suspeitas provenientes de atividade petrolífera na área da Baía de Campos no estado do Rio de Janeiro

Juliana Fernandes Moreira, Marcos Antônio Cruz Moreira, Augusto Eduardo Miranda Pinto

operacionais, e propor, como pesquisa futura, a análise e utilização desses dados disponíveis para melhor execução de medidas de controle e mitigação de efeitos adversos da presença de óleo no mar.

2 Revisão Teórica

A crescente preocupação da sociedade perante os acidentes ocorridos com petróleo e seus derivados levam as empresas a buscar formas mais eficientes de monitorar possíveis vazamentos e, com isso, atuar de maneira mais eficaz em casos de acidentes (BENTZ, 2006).

Segundo Alpers *et al.* (2017), a maior parte da poluição por óleo encontrada nos mares/oceanos não é proveniente de grandes acidentes com navios ou plataformas de petróleo, mas sim de suas rotinas operacionais, como a lavagem de tanques – que ainda apresentam resíduos ou carga de petróleo.

Em 1973, a MARPOL - Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios, da qual o Brasil é signatário, e seus anexos, cujo objetivo é o estabelecimento de regras para a completa eliminação da poluição intencional do meio ambiente por óleo e outras substâncias danosas oriundas de navios, bem como a minimização da descarga acidental daquelas substâncias no ar e no meio ambiente marinho, estabeleceu um importante marco no controle do alijamento de substâncias e resíduos nos oceanos (Marinha do Brasil. Página institucional. Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/marpol>, acesso em 28/11/2019 às 23h37).

O Brasil, além de signatário da MARPOL, publicou a Lei nº 9.966, em 28 de abril de 2000, que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências, o que ampliou a defesa das águas jurisdicionais brasileiras, definindo ações para os sistemas de prevenção, controle e combate da poluição, o transporte de óleo e substâncias nocivas ou perigosas, as infrações e sanções aplicáveis àqueles que desrespeitarem o cumprimento dessa legislação (BRASIL, 2000)

Também, no ano de 2008, o CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente, publicou uma resolução, a Resolução CONAMA nº 398, de 11 de junho de 2008, que estabelecia o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orientava a sua elaboração. Essa resolução dava as orientações sobre os critérios para o dimensionamento da capacidade mínima de resposta e o estabelecimento do CEDRO (Capacidade Efetiva Diária de Recolhimento de Óleo), como também dividiu as descargas em pequenas ($8m^3$), médias (até $200m^3$) e de pior caso, definido pela Resolução para diferentes cenários (BRASIL, 2008)

A literatura que aborda o tema de combate à poluição da indústria do petróleo no mar permeia várias áreas, sendo amplamente utilizado o sensoriamento remoto por radares que operam na faixa das micro-ondas. Contudo, apenas a interpretação do alvo como provável substância oleosa não é suficiente diante da necessidade de selecionar e priorizar os recursos que atuarão em uma resposta de combate à poluição. Existem inúmeras outras tecnologias aplicáveis para a detecção de



Mecanismos para identificação de feições suspeitas provenientes de atividade petrolífera na área da Baía de Campos no estado do Rio de Janeiro

Juliana Fernandes Moreira, Marcos Antônio Cruz Moreira, Augusto Eduardo Miranda Pinto
.....

substâncias petrogênicas nos oceanos que podem ser inseridas em aeronaves de asa fixa ou móvel (aeronaves ou helicópteros) ou mesmo em embarcações.

Diversos trabalhos que retratam o uso de tecnologia SAR (Radar de Abertura Sintética), em satélites, estão disponíveis nas bases de dados, com grande parte utilizando-se da elaboração de algoritmos para identificação de feições/alvos que indiquem a presença de óleo com maior acurácia e rapidez, em comparação a uma avaliação humana - intérprete. O estudo efetuado para esta pesquisa não é a utilização dessa forma de identificação. Porém, trabalhos que relacionem a identificação de feições/alvos por meio de SAR e mencionem os atributos para sua identificação, como, por exemplo, a análise dos valores de velocidade de vento e suas faixas ideais para detecção, são relevantes para um bom entendimento sobre como os meios marinho e atmosférico influenciam nos processos de intemperismo do óleo e seu deslocamento ao longo do tempo e são de interesse de análise.

São conhecidos os impactos causados por derramamentos de petróleo no que tange tanto à área biológica quanto à área econômica. Nesse sentido, a utilização de imageamento por SAR tem se tornado uma importante ferramenta na identificação de possíveis acidentes envolvendo petróleo e derivados, e isso não se deve apenas à capacidade de cobrir extensas áreas, mas também se relaciona à capacidade de obter imagens em condições noturnas, penetrar por nuvens e ser menos restritivo com condições meteorológicas (FANG *et al.*, 2015).

A obtenção por imageamento por meio de micro-ondas também pode ocorrer com a utilização de aeronaves, o SLAR (Side Looking Airborne Radar), cuja tradução para a língua portuguesa seria radar de visada lateral. O funcionamento do equipamento é similar ao funcionamento com sua utilização em satélites, porém ele é instalado em aeronaves. Isso é efetuado por meio de equipamentos eletrônicos que conseguem sintetizar a utilização de antenas. Contudo, devido à instalação em uma aeronave, a área de imageamento se torna menor em comparação com a área obtida por imagens orbitais (FINGAS; BROWN, 1997).

No Brasil, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, desde o final do ano de 2018, possui à sua disposição, por um período de horas mensais, uma aeronave que dispõe desse equipamento não apenas para identificação de feições oleosas na superfície do mar, como também para outras aplicações de interesse aos trabalhos executados por essa autarquia.

A utilização de imagens orbitais adquiridas por uso de tecnologia SAR tem demonstrado resultados melhores, para a identificação de óleo com a utilização da banda-X, em comparação às bandas L e C. Também é reconhecido que o coeficiente de retroespalhamento diminui ao passo que o ângulo de incidência aumenta. A configuração indicada para identificações de feições oleosas seria entre os ângulos de 20° a 45° (BREKKE; SOLBERG, 2004). O vento é um dos vetores que interfere na identificação de feições obtidas por imagens SAR. Quando ele apresenta uma intensidade relativamente baixa, até 3m/s, não é possível distinguir feições do entorno. Entre 3 – 10m/s, é possível identificar feições, mas ainda com a possibilidade de falsos positivos. De 7 – 10m/s, apenas óleo mais espesso é identificado. O óleo de espessura mais fina é disperso com o vento. Acima de 10m/s, as visualizações indicam a presença de óleo, pois o vento não foi suficiente para quebrar esse amortecimento das ondas de Braag que o óleo produz (BREKKE; SOLBERG, 2004).

Para Fingas e Brown (1997), o vento é capaz de causar interferências na identificação desses falso-positivos ou mesmo não permitir a identificação de feições com espessuras mais finas. O valor



Mecanismos para identificação de feições suspeitas provenientes de atividade petrolífera na área da Baía de Campos no estado do Rio de Janeiro

Juliana Fernandes Moreira, Marcos Antônio Cruz Moreira, Augusto Eduardo Miranda Pinto
.....

mínimo para detecção de possíveis feições na superfície do mar seria de 1,5m/s, e o valor máximo seria de 6m/s, pois esse já é capaz de dispersar óleo e não permitir um retroespalhamento suficiente para definir zonas com concentração de óleo ou não.

Conforme descrito por Ferraro *et al.* (2007), a velocidade mínima de vento para identificação por imagens de satélite (SAR – radares de abertura sintética) está atrelada ao ângulo de incidência de captura da imagem. Uma variação de range de ângulo de incidência entre 20° e 50°, com a frequência na banda C, o mínimo valor de vento capaz de identificar óleo na superfície do oceano seria entre 2-3m/s, pois gera um espelhamento/alisamento do óleo em relação ao entorno da feição, o que permite a distinção de retroespalhamento adquirido na imagem.

Conhecer os valores medidos de vento em determinadas áreas pode ser inviável durante a ocorrência de uma emergência. Por esse motivo, em áreas passíveis de derramamentos de óleo, seja por abrigar atividade exploradora e produtora de petróleo, seja por se tratar de rota de tráfego de navios, é relevante o conhecimento do sistema circulatório de vento em diversos períodos do ano, a fim de se identificarem épocas em que a possibilidade de detecção de feições oleosas, com a aquisição de imagens orbitais com tecnologia SAR, seja mais viável ou não e, com isso, planejar a utilização de outras ferramentas para o combate à poluição por óleo.

Outra forma de identificação de feições se dá pelo uso de sensores óticos. Caso o período de aquisição de uma nova imagem em uma área de interesse – devido à presença de uma feição suspeita de origem petrogênica –, a utilização de imagens óticas poderá auxiliar a identificação da deriva da feição, o que auxilia no processo de monitoramento e combate a derrames de óleo. Contudo, não é viável apenas utilizar imagens óticas, obtidas por imagens de satélite, pois elas registram a superfície da Terra como ela é, ou seja, caso a área de interesse esteja encoberta por nuvens, apenas estas últimas serão imageadas, enquanto a superfície do oceano ficará oculta por essa camada. Também é relatada a dificuldade com a distinção entre falso-positivos, já que o reflexo da iluminação solar na superfície da água do mar ou mesmo áreas com baixa intensidade de vento podem provocar essas identificações errôneas (FINGAS; BROWN, 1997). Porém, em situações em que o óleo no mar se encontra não na superfície, mas na camada imediatamente abaixo dela, por vezes sendo identificado em imagens SAR, outras vezes não – já que não é capaz de provocar o alisamento da superfície do mar – a utilização de imagens óticas poderá ser uma das soluções de identificação de presença de óleo no mar e de orientação de possíveis sobrevoos para averiguação da trajetória da feição.

Para Carpenter (2018), feições com valores acima de 15ppm (partes por milhão) são passíveis de serem visualizadas, ou seja, em uma possível descarga, legal ou não, uma embarcação ou instalação marítima, ao lançar seus efluentes que contêm óleo a partir de 15ppm, pode deixar visível a um observador uma área cuja superfície se torna mais espelhada, menos rugosa – atenuação das ondas de Bragg.

A utilização de simulações de deriva de óleo é uma importante ferramenta para o combate à poluição causada por esse agente. Simulações de deriva nada mais são do que modelos matemáticos que tentam retratar a realidade de uma determinada localidade estabelecida pelo operador. Segundo Xu *et al.* (2013), o monitoramento do óleo é uma das ferramentas mais importantes durante a ocorrência de acidentes e é um produto originado da oceanografia operacional. Essas simulações são importantes como previsão da trajetória do óleo e de quais comunidades (como colônias de



Mecanismos para identificação de feições suspeitas provenientes de atividade petrolífera na área da Baía de Campos no estado do Rio de Janeiro

Juliana Fernandes Moreira, Marcos Antônio Cruz Moreira, Augusto Eduardo Miranda Pinto
.....

pescadores, por exemplo) ou áreas de preservação marinha ou turística poderão ser atingidas, o que permite antever ações de monitoramento ambiental da área (para se conhecer o *background* do ambiente pré-trajetória do óleo), como também identificar quais são os reais atingidos pelos danos ambientais e realizar a contabilização e ressarcimento correto do dano.

A utilização de *softwares* de simulação de deriva de óleo está fortemente atrelada às informações que serão imputadas para que o modelo gere os resultados, como também a identificação de um modelo que retrate as condições ambientais daquele espaço-tempo. O conhecimento de informações meteoceanográficas com a coleta de dados em campo (valores de intensidade de vento e corrente), o API do óleo e ponto de origem e horário do vazamento, bem como se este é superficial ou se deu no leito marinho ou a determinada profundidade – proveniente de algum equipamento ou recurso de elevação e escoamento do petróleo – são informações que contribuem para uma maior acurácia das respostas e trajetórias prováveis do óleo.

É imperativo identificar quais informações serão as de maior expressão para se chegar a um resultado que garanta uma assertividade cada vez melhor.

Devido à rotina de aquisição de inúmeras imagens (aquisição diária, usualmente diurna e noturna) é possível estruturar-se para combater possíveis impactos negativos provenientes desses vazamentos e planejar de maneira mais eficiente e adequada em relação ao seu monitoramento e à identificação de sua deriva (FINGAS; BROWN, 1997).

Segundo BENTZ (2006), as classificações de imagens de satélite podem resultar em vazamentos operacionais, descartes de navios e eventos de origem não identificada – para fenômenos que sugerem origem petrogênica. Já aqueles que resultam em resultados similares, mas que, ao serem analisados, junto a outros parâmetros, como clorofila, por exemplo, indicam a existência de fenômenos meteoceanográficos.

Alguns pesquisadores que trabalham diretamente com imageamento e interpretação tiveram trabalhos analisados: a geofísica Cristina Maria Bentz, profissional que atua pela Petróleo Brasileiro S.A., com sua tese de doutorado intitulada “Reconhecimento automático de eventos ambientais costeiros e oceânicos em imagens de radares orbitais”, ano de obtenção: 2006; Luciana de Souza Soler, com sua dissertação de mestrado intitulada “Detecção de Manchas de Óleo na Superfície do Mar por Meio de Técnicas de Classificação Textural de Imagens de Radar de Abertura Sintética (RADARSAT-1)”, ano de obtenção: 2000; Corina da Costa Freitas e João Antônio Lorenzetti, estes últimos pesquisadores do INPE, participantes da elaboração de trabalhos relativos a sensoriamento remoto.

Ao interpretar uma imagem orbital ou mesmo identificar vários pontos com possibilidade de presença de óleo, um decisor – pessoa que deverá assumir a definição de frentes de trabalho e/ou recursos para minimizar impactos causados por vazamentos ou descargas ilegais de petróleo – deverá possuir um conjunto de parâmetros e dados que subsidiem sua tomada de decisão no que tange à escolha e envio de recursos para identificação e, em caso positivo de identificação de presença de substância oleosa no mar, minimização de impacto desse agente.

A elaboração de matrizes e a escolha de metodologia para sua aplicação baseiam-se na análise multicritério de decisão. A utilização dessas metodologias tem se demonstrado amplamente aplicável a diversas situações em que múltiplas decisões precisam ser tomadas, em que há possibilidade de conflitos entre as possíveis respostas a serem adotadas e em que um decisor é incumbido de



Mecanismos para identificação de feições suspeitas provenientes de atividade petrolífera na área da Bacia de Campos no estado do Rio de Janeiro

Juliana Fernandes Moreira, Marcos Antônio Cruz Moreira, Augusto Eduardo Miranda Pinto

realizar essa tarefa. Isso requer uma definição clara do problema e da metodologia a ser seguida, e o conhecimento pretérito das diferenças entre os métodos.

Hodgett *et al.* (2017) sugerem a utilização do software livre R estatístico para auxílio a essa tomada de decisão. A menção a esse programa deve-se à grande quantidade de usuários e aos diferentes pacotes que contemplam a ajuda à decisão com a análise multicritério. É explicitado que as decisões nem sempre serão aquelas com a resposta ideal a determinado problema, mas sim aquelas que contemplam os critérios selecionados pelo decisor para responder a determinada questão e se ajustam a eles.

Para demonstrar a versatilidade e aplicabilidade da análise multicritério, o autor acima mencionado submete a compra de um carro a uma decisão baseada em múltiplos critérios. O problema é identificado e formulado, é construído um modelo para sua solução e emitida a recomendação final para compra.

Autores brasileiros como Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes e Carlos Francisco Simões Gomes surgem como referências nesse assunto, sendo o livro de autoria de ambos intitulado “Princípios e Métodos para Tomada de Decisão Enfoque Multicritério”, publicado em 2019 pela editora Atlas, uma das fontes de pesquisa, devido à apresentação de vários métodos para análise e decisão. Thomas Saaty, criador do método AHP (Analytic Hierarchy Process), e suas publicações são fonte para a elaboração de matriz auxiliar à decisão sobre a utilização de recursos para combate à poluição.

3 Considerações finais

A exploração e a produção de petróleo como recurso para obtenção de energia são atividades presentes em várias partes do mundo e importantes para diferentes economias, sendo a base energética de diversos países. O Brasil possui na costa do Estado do Rio de Janeiro a área da bacia de Campos, cuja atividade contribui com elevada parcela da receita financeira desse Estado, devido à distribuição de *royalties*.

Hoje estão disponíveis para contratação diversos mecanismos para monitoramento e/ou atuação em casos de incidentes com óleo, conforme demonstrado neste trabalho. Esses são ferramentas importantes e de elevada aplicação na indústria do petróleo, seja de forma proativa, seja por demanda de órgãos ambientais.

Devido a sua existência (produção e exploração), extensão, importância econômica e sua ampla faixa de áreas com probabilidade de serem impactadas, seja por atividade rotineira, seja por acidentes de petróleo, há o monitoramento com constância diária por meio da aquisição de imagens orbitais por radares de abertura sintética – SAR – nessa área. Isso gera um volume de informações relevantes e caracteriza a área imageada sob diversos aspectos.

A autora propõe a utilização das interpretações dessas imagens e dos resultados das averiguações realizadas pelos recursos enviados para identificação de possíveis feições oleosas – indicadas na interpretação das imagens – para criação de um banco de dados, cujas análises poderão auxiliar no processo decisório futuro. Isso também poderá subsidiar a tomada de decisão sobre a priorização no envio de recursos (aeronaves e/ou embarcações) por meio da elaboração de uma matriz, com metodologia de análise multicritério, para auxílio nessas decisões, o que permite à figura



Mecanismos para identificação de feições suspeitas provenientes de atividade petrolífera na área da Baía de Campos no estado do Rio de Janeiro

Juliana Fernandes Moreira, Marcos Antônio Cruz Moreira, Augusto Eduardo Miranda Pinto

do “decisor” uma melhor abordagem e utilização de recursos, garantindo que a alocação destes auxilie na minimização de impactos ambientais provocados por vazamentos e/ou descontroles operacionais.

Referências

ALPERS, W.; HOLT, B.; ZENG, K. Oil spill detection by imaging radars: Challenges and pitfalls. *Remote Sensing of Environment*, v. 201, p. 133-147, 2017.

BENTZ, M.C. *Reconhecimento automático de eventos ambientais costeiros e oceânicos em imagens de radares orbitais*. 2006. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. Lei nº. 9.966, de 28 de abril de 2000. Institui a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, edição extra, p. 1, 29 abr. 2000,

BRASIL. Marinha do Brasil. *MARPOL*. Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/marpol>. Acesso em: 28 nov. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA, nº. 398, de 11 de junho de 2008. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. *Diário Oficial da União*, n. 111, Brasília, DF, p. 101-104, 12 jun. 2008. Seção 1.

CARPENTER, A. Oil Pollution in the North Sea: The Impact of Governance Measures on Oil Pollution over Several Decades. *Hydrobiologia*, v. 845, p. 109-127, 2019.

FANG, J. *et al.* Oil Spill Monitoring based on SAR Remote Sensing Imagery. *Aquatic Procedia*, p. 112-118, 2015.

FERRARO, G. *et al.* Towards na Operacional Use of Space Imagery for Oil Pollution Monitoring in the Mediterranean basin: A Demonstration in the Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, v. 54, p. 403-422, 2007.

FINGAS, M.; BROWN, C.E. Review of Oil Spill Remote Sensing. *Spill Science & Technology Bulletin*, v. 4, p. 199-208, 1997.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. *Princípios e Métodos para Tomada de Decisão Enfoque Multicritério*. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HODGETT, B. *et al.* Supporting the Multi-Criteria Decision Aiding Process: R and MCDA package. *EURO Journal on Decisio Processes*, p. 169-194, 2017.

MARINS, C.S.; SOUZA, D.O.; BARROS, M.S. O Uso do Método de Análise Hierárquica (AHP) na Tomada de Decisões Gerenciais: Um Estudo de Caso. *In: SBPO PESQUISA OPERACIONAL NA GESTÃO DO CONHECIMENTO*, 41., 2009.



Mecanismos para identificação de feições suspeitas provenientes de atividade petrolífera na área da Bacia de Campos no estado do Rio de Janeiro

Juliana Fernandes Moreira, Marcos Antônio Cruz Moreira, Augusto Eduardo Miranda Pinto
.....

PETROBRAS. *Nossas atividades principais operações Bacia de Campos*. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/bacias/bacia-de-campos.htm>. Acesso em: 21 jun. 2019.

SOLER, L.S. *Detecção de Manchas de Óleo na Superfície do Mar por Meio de Técnicas de Classificação Textural de Imagens de Radar de Abertura Sintética (RADARSAT-1)*. 2000. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE, 2000.

XU, Q. *et al.* Satellite Observations and Modeling of Oil Spill Trajectories in the Bohai Sea. *Marine Pollution Bulletin*, v. 71, p. 107-116, 2013.

