

FATE AND TRANSPOR SIMULATION OF POTENTIAL OIL SPILLS NEAR FERNANDO DE NORONHA ARCHIPELAGO

José Adeljan Marinho da Silva, Heitor de Oliveira Duarte

Departamento de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Paulo Gabriel Santos Campos de Siqueira, Márcio das Chagas Moura

Centro de Estudos e Ensaios em Risco e Modelagem Ambiental – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

ABSTRACT

Oil spills in the ocean are a significant threat that has caused catastrophic impacts on the marine environment and ecosystems of coastal countries. Therefore, it is essential to assess the risk of potential oil spills and then provide information to decision-makers regarding the best strategies to prevent and mitigate impacts. One of the fundamental steps in a risk assessment is to measure the exposure of a given location to hazardous substances. This paper focuses on this assessment: we simulate potential oil spills from oil tankers that navigate near Fernando de Noronha Archipelago (FNA). The simulation considers the oil's fate (i.e., the physical and chemical transformations) and transport in the ocean. We use the Lagrangian model MEDSLIK-II to simulate various scenarios that are characterized by: the amount of oil spilled, based on recent spills and the tank capacity of typical oil tankers; the location of the hypothetical spillage, placed in ship routes that are near FNA; and the meteo-oceanographic conditions that vary throughout the year (e.g., currents and wind velocities). The simulation results are the oil concentrations that can reach FNA. This information is to be integrated with a risk assessment for oil spills in this region. Thus, we can better estimate the exposure to the risks and provide more accurate results.

1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores ameaças ao meio ambiente, mais especificamente os ecossistemas marinhos, são vazamentos de petróleo [1]. A ameaça de vazamentos cresce com o aumento de tráfego marinho de navios de petróleo ao redor do mundo. Além disso, a ocorrência de eventos climáticos extremos (i.e. ciclones, tempestades) aumentam o risco de tais acidentes afetarem a costa de ilhas oceânicas [2]. No contexto de avaliação de riscos de vazamentos de petróleo, a compreensão quanto ao comportamento do vazamento no mar é de extrema importância para avaliar a extensão espaço-temporal do seu impacto. Neste âmbito, simulações de vazamentos de óleo têm sido desenvolvidas com o intuito de determinar a trajetória e as transformações da pluma de petróleo no oceano. [3, 4].

Mesmo com baixa frequência de ocorrência de acidentes de navios petroleiros, cerca de 75 navios, de maioria petroleiros, navegam diariamente por rotas próximas ao AFN [5]. Portanto, ainda que infrequentes, vazamentos de petróleo decorrentes de acidentes de navios se mantêm como uma ameaça latente [6]. Também é válido destacar que, recentemente, manchas de óleo de origem desconhecida foram identificadas na costa do AFN [7].

2 DESCRIÇÃO

A área de escolha para a realização do estudo foi o Arquipélago de Fernando de Noronha (AFN), devido ao seu status de Unidade de Conservação, onde são realizados projetos de proteção de espécies endêmicas e manutenção do ecossistema da ilha [8]. Dois terços do AFN consistem do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha (PARNAMAR-FN). Esta área foi criada para preservação de ecossistemas com significância ecológica, de forma a propor uma região para pesquisas científicas, atividades de educação ambiental, recreação e ecoturismo [9]. Para a preservação da área, é necessário avaliar e mitigar tanto os

1 MS, Engenheiro Mecânico – EMPRESA

2 PhD, Engenheiro Elétrico - EMPRESA

3 MS, Consultor - EMPRESA

riscos ecológicos causados por eventos rotineiros (e.g. atividades humanas) quanto por eventos de baixa frequência (e.g. vazamento de óleo). Neste contexto, este trabalho tem o objetivo de realizar uma modelagem da trajetória da mancha de petróleo, considerando cenários de vazamentos hipotéticos nas proximidades do arquipélago.

Para o propósito desta pesquisa, foi utilizado um modelo de transporte Lagrangiano, o MEDSLIK-II [10, 11], para simular as trajetórias e transformações do óleo ambiente oceânico nas proximidades do AFN. Este modelo considera as forças primárias de correntes oceânicas e ventos que atuam no transporte no ambiente aquático [3]. Dados de modelos Eulerianos oceanográficos (i.e., correntes e temperaturas da superfície do mar) e atmosféricos (i.e., vento) foram utilizados como entrada no modelo MEDSLIK-II para resolver os processos de advecção-difusão e intemperismos (i.e., evaporação, emulsificação, dispersão) sofridos pelo óleo.

Para realizar as simulações, é necessário escolher os pontos onde acontecem os vazamentos hipotéticos, definir as condições meteoceanográficas, o volume de óleo vazado e o tipo de óleo. Cada simulação é realizada considerando um vazamento instantâneo, e as partículas de óleo são rastreadas por 48 horas. Os pontos de vazamento foram escolhidos com base nas principais rotas de navios que passam próximas à região do AFN [12], considerando a rota com maior periculosidade. Para definição do volume de óleo vazado foi considerando que um potencial acidente causa dano a um único tanque de um navio Suezmax padrão [13]. O tipo do óleo é escolhido baseado no índice API da produção no mês da simulação, em torno de 28°API (ANP, 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados podem ser divididos em duas partes principais. A primeira é referente às condições meteoceanográficas. Estes resultados são apresentados com informações referentes à velocidade média das correntes oceânicas e dos ventos, além da temperatura média da superfície do mar. Estas condições têm grande influência no comportamento do óleo pós-vazamento. A direção da corrente oceânica e dos ventos e a temperatura da superfície influenciam tanto no deslocamento da mancha quanto nas taxas de dispersão e evaporação do óleo [10, 15]. Estas transformações influenciam fortemente tanto no espalhamento do óleo quanto na quantidade que atinge a costa, sendo de grande importância para a determinação dos impactos de um vazamento na região.

Já a segunda é referente às características do óleo no decorrer de 48 horas após o vazamento inicial e às concentrações do óleo para os casos nos quais houve adesão à praia. As características são apresentadas em forma de porcentagens de óleo que permaneceu na superfície, que evaporou, que ficou dispersa na coluna d'água e que aderiu à costa do AFN. As concentrações finais do óleo na costa e no fundo do AFN são apresentadas em mapas de concentração informando as distribuições de óleo por quilômetro de extensão. As simulações mostraram que uma quantidade significativa de óleo chegou à costa do AFN em pouco tempo após um vazamento hipotético ocorrido em julho. Este fato aponta para a necessidade de planejamento preventivo contra tais acidentes na hipótese de um vazamento na região, devido ao curto tempo de resposta efetiva contra os impactos.

Os possíveis impactos de um vazamento se estendem tanto para o âmbito ecológico quanto para o âmbito socioeconômico. No contexto do ecológico, o AFN é habitat de diversas espécies endêmicas de peixes ameaçadas de extinção (SCHMID et al., 2020). A permanência do óleo na superfície tem potencial de causar morte de espécies que habitam a região. Já no âmbito socioeconômico, o ecoturismo, por exemplo, seria fortemente afetado, uma vez que há grande possibilidade de morte de algumas das espécies habitantes do arquipélago que são essenciais para essa atividade (i.e., tubarões, tartarugas marinhas e o golfinho-rotador) [2].

A presença de espécies ameaçadas na região evidencia a importância do desenvolvimento de medidas preventivas e de mitigação de impactos. É importante notar que, em vista da possibilidade de grande quantidade de óleo atingir a costa em curto período, o tempo de resposta também é curto, o que evidencia a necessidade de planejamento preventivo eficaz. Também é válido salientar que o controle de eventuais vazamentos seja feito de forma eficiente para não causar mais danos ao meio ambiente (e.g. métodos de limpeza não destrutiva).

4 CONCLUSÃO

Simulações de destino e transporte são etapas importantes no processo de avaliação de risco de vazamentos de óleo. Esta pesquisa serve o propósito de determinação de parâmetros importantes relativos ao impacto de vazamentos de óleo. Estes resultados podem ser integrados em metodologias de avaliação de riscos para quantificar os impactos de potenciais vazamentos de petróleo à ecossistemas sensíveis, como o AFN. Desta forma, é possível obter resultados confiáveis para tomadas de decisões com todas as informações a respeito de riscos ao meio ambiente, em caso de ocorrência de vazamentos de petróleo. Essas decisões precisam incluir estratégias de mitigação de impactos e, principalmente, medidas preventivas, que são essenciais para a preservação ecológica e, consequentemente, para a manutenção dos aspectos socioeconômicos do arquipélago.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Recursos Humanos (PRH) da Agência Nacional de Petróleo (ANP) 38.1: Análise de Riscos e Modelagem Ambiental na Exploração, Desenvolvimento e Produção de Petróleo e Gás (nº de processo 044819), e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Finance Code 001 – pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

- [1] J. Chen, W. Zhang, Z. Wan, S. Li, T. Huang, and Y. Fei, “Oil spills from global tankers: Status review and future governance,” *J. Clean. Prod.*, vol. 227, pp. 20–32, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.04.020.
- [2] S. Queiroz, L. Fazekas, M. A. Silva, and M. Araújo, “Simulation of Oil Spills Near a Tropical Island in the Equatorial Southwest Atlantic,” *Trop. Oceanogr.*, vol. 47, no. 1, pp. 17–37, 2019, doi: 10.5914/tropocean.v47i1.243115.
- [3] M. L. Spaulding, “State of the art review and future directions in oil spill modeling,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 115, no. 1–2, pp. 7–19, 2017, doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.001.
- [4] P. Keramea, K. Spanoudaki, G. Zodiatis, G. Gikas, and G. Sylaios, “Oil Spill Modeling: A Critical Review on Current Trends, Perspectives, and Challenges,” *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 2, p. 181, Feb. 2021, doi: 10.3390/jmse9020181.
- [5] R. C. Medeiros, “O Arquipélago de Fernando de Noronha e a presença militarnaval: uma condicionante Estratégia (I).” Sagres, 2009, [Online]. Available: http://www.sagres.org.br/artigos/marinha_afn.pdf.
- [6] IUCN, “Brazilian Atlantic Islands: Fernando de Noronha and Atol das Rocas Reserves - 2020 Conservation Outlook Assessment,” 2020. [Online]. Available: <https://worldheritageoutlook.iucn.org/>.
- [7] ICMBio, “Operação Emergencial ao Aporte Atípico de Fragmentos de Óleo e Lixo Marinho nas Localidades do Mar de Fora de Fernando de Noronha,” 2021.
- [8] T. Z. Serafini and G. França, “Ilhas oceânicas brasileiras: biodiversidade conhecida e sua relação com o histórico de uso e ocupação humana,” *Rev. Gestão Costeira Integr. / J. Integr. Coast. Zo. Manag.*, vol. 10, no. 3, pp. 281–301, 2010.
- [9] BRASIL, “Lei Nº9.985, de 18 de Julho de 2000.” 2000.
- [10] M. De Dominicis, N. Pinardi, G. Zodiatis, and R. Lardner, “MEDSLIK-II, a Lagrangian marine surface oil spill model for short-term forecasting – Part 1: Theory,” *Geosci. Model Dev.*, vol. 6, no. 6, pp. 1851–1869, Nov. 2013, doi: 10.5194/gmd-6-1851-2013.
- [11] M. De Dominicis, N. Pinardi, G. Zodiatis, and R. Archetti, “MEDSLIK-II, a Lagrangian marine surface oil spill model for short-term forecasting – Part 2: Numerical simulations and validations,” *Geosci. Model Dev.*, vol. 6, no. 6, pp. 1871–1888, Nov. 2013, doi: 10.5194/gmd-6-1871-2013.
- [12] H. O. Duarte and E. L. Droguett, “Quantitative Ecological Risk Assessment of accidental oil spills on ship routes nearby a marine national park in Brazil,” *Hum. Ecol. Risk Assess. An Int. J.*, p. 0, 2015, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1080/10807039.2015.1067760>.
- [13] IMO, *Formal Safety Assessment FSA-Crude Oil Tankers*. London: International Maritime

Organization, 2008.

- [14] ANP, “Boletim Mensal da Produção de Petróleo e Gás Natural,” 2017. [Online]. Available: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/boletins-anp/2395-boletim-mensalda-producao-de-petroleo-e-gas-natural>.
- [15] P. Sebastião and C. Guedes Soares, “Modeling the Fate of Oil Spills at Sea,” *Spill Sci. Technol. Bull.*, vol. 2, no. 2/3, pp. 121–131, 1995.