

DETECÇÃO DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO USANDO A FERRAMENTA *SENTINEL APPLICATION PLATFORM* (SNAP) E SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS: UM ESTUDO COMPARATIVO

Luis Gustavo Ronsani Vito¹, Vanessa Vicentini²

¹ Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Pça. Marechal Eduardo Gomes, nº 50 - CEP: 12.228-970 - São José dos Campos, SP, por luisvito@ita.br; ² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Avenida dos Astronautas, 1.758 – CEP: 12227-010 - São José dos Campos, SP, por vanessa.zeus@hotmail.com

Key words — Oil detection, SAR, Sentinel-1, segmentation, ocean.

RESUMO

A detecção precoce de derramamentos de óleo é fundamental para medidas de resposta rápida. O uso de imagens orbitais proporciona um acompanhamento em tempo real de possíveis vazamentos. As imagens SAR têm vantagem em relação às óticas pela independência da iluminação e condições climáticas. Neste artigo, o derramamento de óleo na costa do RN em 2019 foi investigado. Duas abordagens simples e rápidas para detecção de óleo foram aplicadas à uma imagem Sentinel-1A VV. A primeira abordagem utilizou uma ferramenta do *Sentinel Application Platform* (SNAP) e a segunda explorou o uso de algoritmo de segmentação do TerraView. Os resultados mostram que a detecção de manchas de óleo pela ferramenta do SNAP foi mais eficiente em comparação com o método de segmentação por crescimento de regiões. Mas, ambas as metodologias propostas são úteis, com baixo custo operacional. Análises complementares são requeridas para validação dos resultados considerando a detecção de falsos positivos.

Palavras-chave — Detecção de óleo, SAR, Sentinel-1, segmentação, oceano.

ABSTRACT

Early detection of oil spills is critical for rapid response measures. The use of orbital imaging provides real-time tracking of potential leaks. SAR images have an advantage over optical ones, providing imagery independent of daytime and weather. In this article, the oil spill off the coast of RN in 2019 was investigated. Two simple and fast approaches to oil detection were applied to a Sentinel-1A VV image. The first approach used the Sentinel Application Platform (SNAP) tool and the second explored the use of TerraView's segmentation algorithm. The results show that the detection of oil slicks by the SNAP tool was more efficient compared to the region growth segmentation method. However, both proposed methodologies are useful, with low operational cost. Complementary analyzes are required to validate the results considering the detection of false positives.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento das atividades marítimas, incidentes de derramamento de óleo no mar aumentaram no decorrer das principais rotas de navios [1]. Com o objetivo de minimizar os impactos causados por esses incidentes, as ações de resposta aos derramamentos de óleo devem ser tomadas no tempo mais curto possível. Devido ao fato do petróleo possuir a tendência de se espalhar e volatilizar, diversas técnicas usadas para a mitigação dos efeitos dos vazamentos perdem eficácia com o tempo [2]. Desta forma, a detecção precoce de derramamentos de óleo é essencial para a efetividade destas ações de resposta.

Normalmente, a análise e detecção de derramamentos de óleo são realizadas por observadores humanos especialistas [2], que estimam o volume do óleo derramado assim como o tempo transcorrido desde o início do incidente, quando este ocorreu em áreas próximas do continente e divulgados em tempo hábil, diferente dos casos onde ocorrem em áreas de águas profundas e sem a devida comunicação. Um evento desta natureza ocorreu recentemente no litoral brasileiro, ocasionando uma dificuldade na detecção da origem do vazamento e estimativa de quantidade. No entanto, a evolução das tecnologias de sensoriamento remoto, visão computacional e aprendizado de máquina, combinadas ao avanço de capacidade computacional, permitem a automação dessas atividades, reduzindo a dependência humana na detecção e, dessa forma, acelerando o processo de remediação da causa raiz do problema e contenção do óleo derramado.

Uma forma eficaz de identificação de vazamentos de óleo no ambiente marinho é dada, especialmente, com uso de radares de abertura sintética (SAR). No entanto, a distinção entre manchas de óleos e similares, como baixas de vento e florações de algas tornam-se um enorme desafio [3,4,5,6].

Em geral, a detecção de um derramamento de óleo, usando imagens de satélite, é realizada por meio de abordagens manuais, automáticas ou semiautomáticas. A abordagem manual requer a incorporação de informações contextuais e externas.

Na última década, muitas pesquisas sobre métodos automáticos e semiautomáticos de detecções de derramamento de óleo foram documentadas [7,8] e fornecem muito conhecimento para a criação de uma metodologia com o uso de imagens de satélite do Sentinel-1.

O objetivo deste trabalho foi comparar duas técnicas básicas e relativamente rápidas de detecção de manchas de óleo em imagem Sentinel-1 no litoral do RN, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

Em 24 de julho de 2019 foram identificadas manchas de óleo na altura de São Miguel do Gostoso. São Miguel do Gostoso é um município brasileiro localizado no Rio Grande do Norte (Figura 1). A sua extensão territorial é de 431,444 km². Ao norte o município é banhado pelo Oceano Atlântico, apresentando 19,51 km de litoral.

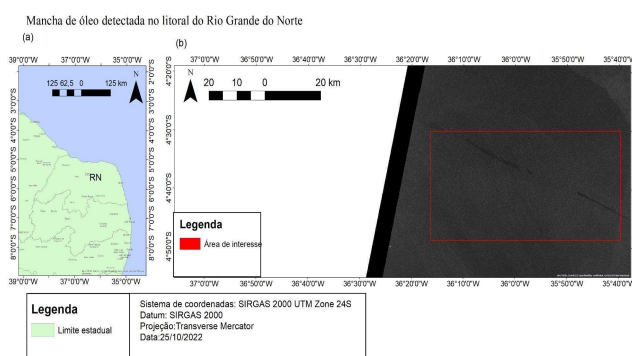


Figura 1. Área de estudo.

2.2. Imagem SAR Sentinel-1

Na pesquisa foi utilizada uma imagem SAR do Sentinel-1^a, polarização VV. Os processamentos da imagem foram realizados primeiramente, no software *Sentinel Application Platform* (SNAP) da Agência Espacial Européia (ESA). Posteriormente, o processamento foi feito no Software *Terraview* desenvolvido pelo INPE.

2.3. Metodologia

Para a realização de todos os processamentos (Figura 2), foi necessária a utilização de um computador de alta performance com GPU dedicada.



Figura 2. Fluxograma das principais etapas metodológicas.

A identificação da mancha de óleo na imagem SAR foi feita com a aplicação de uma ferramenta disponível no SNAP, implementada por meio de um algoritmo de limiar adaptativo [9]. As manchas escuras são detectadas através de um algoritmo de limiar adaptativo onde é estimado o nível médio de retroespalhamento local usando pixels em uma janela extensa. Define-se um limiar de ‘k’ decibéis z abaixo da média local calculada anteriormente, e então os pixels com valores inferiores ao limiar serão interpretados como manchas escuras. No resultado final obtém-se um cluster formado pelos pixels agrupados.

A criação da máscara na etapa final não envolve um processo de classificação, que realiza a análise da forma dos pontos escuros para estimar a probabilidade de corresponderem a manchas de óleo [9].

TerraLib é uma biblioteca de software que oferece suporte à construção de aplicativos geográficos. *Terraview* é um aplicativo geográfico que utiliza o TerraLib. No aplicativo *Terraview* foi utilizada uma ferramenta de segmentação desenvolvido por Baatz e Schape (2000) [10, 11] que adota os parâmetro de crescimento de regiões como cor, limiar de similaridade, peso de compacidade e tamanho mínimo de segmentos [12].

As duas técnicas foram aplicadas à mesma imagem Sentinel-1 e os resultados foram comparados.

3. RESULTADOS

Para este estudo, foi utilizado 1 imagem SAR com presença de uma suposta mancha de óleo detectada visualmente do acidente ambiental no nordeste brasileiro em 2019.

Antes dos processamentos das ferramentas de detecção e segmentação, foi realizado um pré processamento na imagem SAR com uso do software SNAP, aplicando correção de contraste para melhor visualização visual, e aplicação de filtro *Speckle*. O resultado é apresentado na Figura 3.

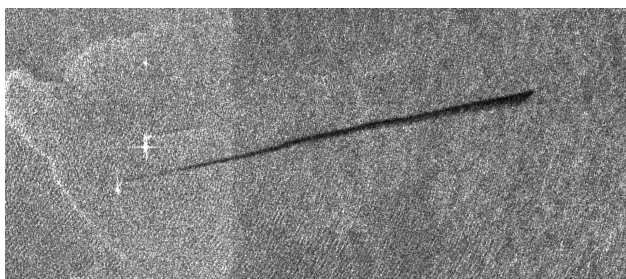


Figura 3. Recorte da área de estudo com mancha de óleo após pré-processamento.

Podemos observar nesta imagem a presença da mancha de óleo com cores mais escuras e bordas bem definidas, e presença de algumas embarcações mais à esquerda da figura, caracterizado pelas cores mais claras e formas que lembram estrelas. Após os pré-processamentos, primeiramente foi aplicada ferramenta de detecção de manchas de óleo do SNAP, utilizando os parâmetros de 100km para o *Background Window Dimension* e 2.0 Db para *Threshold Shift*. O resultado, entregue pela ferramenta de detecção de derramamento de óleo SNAP é uma máscara, que indica todas as áreas, que podem incluir uma potencial poluição por óleo.

Na figura 4 é apresentado o resultado da detecção realizado com a ferramenta do SNAP, onde pode se observar que a detecção realizada está destacada na cor vermelha, com sobreposição à imagem original. Neste caso, observa-se uma falha na detecção, na parte mais próxima das embarcações, onde não foi caracterizado como mancha de óleo pelo algoritmo.

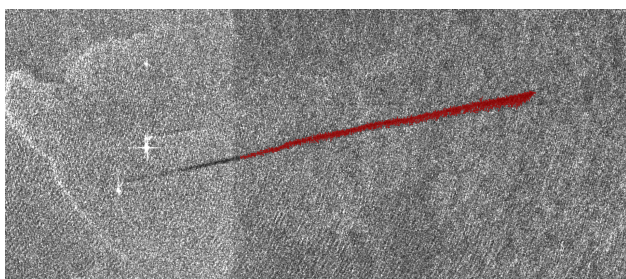


Figura 4. Resultado da segmentação pela ferramenta de detecção de óleo do SNAP.

Na segunda etapa de detecção, foi utilizado o software *Terraview*, com aplicação da ferramenta de Segmentação, utilizando a mesma imagem original com pré-processamento apresentada no início desta seção (figura 3). Foi utilizado o segmentador do tipo "crescimento de regiões" com os parâmetros de 500 para "tamanho mínimo de segmentos" e 0,200 para "Limiar de Similaridade".

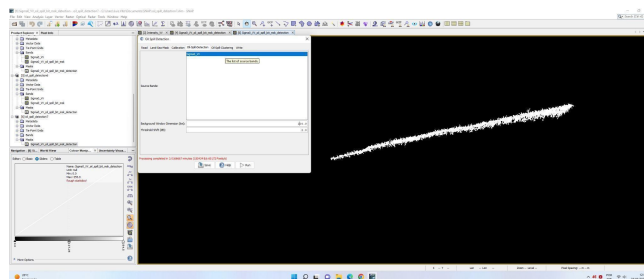


Figura 5. Resultado da segmentação por Crescimento de regiões no software *TerraView*.

Na figura 5 mostramos o resultado da segmentação no *Terraview*, onde pode-se observar que foi capaz de detectar toda a mancha de óleo, mas com bordas pouco definidas.

4. DISCUSSÃO

Conforme os resultados obtidos e com análise visual, nota-se que com o uso da ferramenta de detecção do SNAP, a detecção da mancha de óleo apresentou uma melhor delimitação das bordas, mas não foi bem sucedido na detecção de toda a área da mancha, ocorrendo falha na detecção da porção mais a oeste. Com o uso da ferramenta de segmentação do *Terraview*, o resultado obtido apresentou uma detecção de toda a área da mancha, mas com bordas pouco definidas, com diversos casos de confusão de detecção ao longo dela, causando falsos positivos e algumas falhas.

No geral, as duas ferramentas comportam-se de maneira eficaz, conseguindo detectar as manchas de óleo na imagem utilizada no estudo. Vale lembrar que a alteração dos parâmetros nas ferramentas, poderão obter melhoras em alguns resultados, mas também causar outros problemas de falhas ou falsos positivos.

5. CONCLUSÃO

As ferramentas estudadas obtiveram um bom desempenho geral para detecção de derramamento de óleo.

Algumas estruturas semelhantes podem ser parcialmente detectadas como óleo, portanto, procedimentos de classificação ou inspeção visual pelo operador são ainda necessários para verificação dos resultados.

Além disso, a detecção direta próximo à costa é muito imprecisa com muitas detecções falsas devido aos efeitos causados pelo amortecimento do vento no continente.

O algoritmo de limite adaptativo é utilizável para detecção automática de derramamento de óleo apenas para eventos de vazamento de óleo em massa e após procedimento de classificação preciso.

Uma ferramenta que pode ser utilizada para redução de falsos positivos é através da análise gráfica (*Profile Plot*) comparando os níveis de intensidade dos possíveis alvos, sobre a imagem SAR.

O alto custo computacional resultou em falhas pontuais nas tentativas de segmentar uma imagem completa fornecida pelo sensor Sentinel-1. A execução da ferramenta de detecção de derramamento de óleo SNAP está sujeita a recursos de tempo e memória, o que é uma limitação significativa, se visa a análise de áreas maiores em um curto período de tempo.

Para trabalhos futuros, sugere-se o uso das técnicas de aprendizado de máquina para realizar todos os processos deste trabalho, desde os processamentos digitais para melhorar a qualidade visual da imagem, passando pela segmentação, divisão da imagem, extração de atributos, criando-se uma rotina para execução das tarefas, e ao final, geração de uma imagem completa restaurada e segmentada.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Lu, J., Lim, H., Liew, S.C., Bao, M., & Kwok, L.K. Ocean oil pollution mapping with ERS synthetic aperture radar imagery. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 1999.
- [2] Leifer, I., Lehr, W. J., Simecek-Beatty, D., Bradley, E., Clark, R., Dennison, P., ... & Wozencraft, J. (2012). State of the art satellite and airborne marine oil spill remote sensing: Application to the BP Deepwater Horizon oil spill. *Remote Sensing of Environment*, 124, 185-209.
- [3] Ivanov, et al. Oil Spill detection with the RADARSAT SAR in the waters of the Yellow and East China Sea: A case study. In 23rd Asian Conference on Remote Sensing. 2002.
- [4] Espedal, H. (1999). Detection of oil spill and natural film in the marine environment by spaceborne SAR. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium*. V3. 1478-1480p.1999.
- [5] Brekke, C., Solberg, A. H. S. Oil spill detection by satellite remote sensing. *Remote sensing of environment*. v.95 52-59p. 2005.
- [6] Topouzelis, et al. Oil spill detection: SAR multiscale segmentation and object features evaluation. In C. R. Bostater, Jr. & R. Santoleri (Eds.), *Remote Sensing of the Ocean and Sea Ice 2002*, Proceedings of SPIE. v. 4880.77-87 p. 2003.
- [7] Topouzelis et al. Detection and discrimination between oil spills and look-alike phenomena through neural networks. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. v. 62(4), 264-270p. 2007.
- [8] Litovchenko et al. ERS-1, SAR. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 1999. IGARSS'99 Proceedings. IEEE 1999 International. v. 3, 1484-1486p. 1999.
- [9] Gancheva, I., & Peneva, E. (2019, February). Verification of the SNAP ocean-tool for oil spill detection for the Bulgarian Black sea region. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2075, No. 1, p. 120009). AIP Publishing LLC.
- [10] Guarda, S. D. M., Sano, E. E., Bias, E. S., Castejon, E. F., Happ, P. N., TEIXEIRA, A. D. A., ... & de Sousa, R. B. (2020). Segmentação Distribuída de Imagem de Sensoriamento Remoto a partir de Banco de Dados PostgreSQL/InterIMAGE. *Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado*.
- [11] Baatz, M. and Schape, A. (2000) Multiresolution Segmentation: An Optimization Approach for High Quality Multi-Scale Image Segmentation. In: Strobl, J., Blaschke, T. and Griesbner, G., Eds., *Angewandte Geographische Informations-Verarbeitung*, XII, Wichmann Verlag, Karlsruhe, Germany, 12-23.
- [12] Monteiro, T. R. R. (2019). Proposta metodológica para mapeamento da cobertura da terra em grande escala no semiárido brasileiro: um estudo de caso em Serra Negra do Norte-RN.