

USO DE IMAGENS DE RADAR NA DIFERENCIAÇÃO ENTRE EVENTOS DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO E FENÔMENOS OCEÂNICOS NATURAIS

Carolina de Lima Santana¹, Fabricio Sanguinetti Cruz de Oliveira²

¹FURG, Av. Itália, s/n - km 8 - Carreiros, Rio Grande – RS, carolinalsantra@gmail.com; ² FURG, Av. Itália, s/n - km 8 - Carreiros, Rio Grande – RS, e sanguinetti78@gmail.com

RESUMO

Acidentes envolvendo derrame de óleo no oceano são pouco reportados, isto se dá pelo desafio que é monitorar áreas tão grandes quanto essas. Portanto o sensoriamento remoto é uma das ferramentas utilizadas para este fim. As imagens SAR fornecem melhor discriminação entre manchas de óleo e manchas similares, que quando se tornam presentes podem causar uma identificação errônea. Os falso-positivos são oriundos de processos oceânicos naturais e acabam sendo muito semelhantes às manchas de óleo. Com aquisição de imagens SAR e análises estatísticas sobre os valores de retroespalhamento presentes nessas manchas pode-se presumir sua origem. Neste estudo foram utilizadas imagens do nordeste brasileiro como a verdade em campo, para que fosse possível a comparação com imagens da Bacia de Santos e Bacia dos Campos. Como resultado foi possível identificar dois falso-positivos nas imagens contendo manchas escuras, pela comparação dos valores estatísticos.

Palavras-chave — Óleo, imagens SAR, falso-positivo.

ABSTRACT

Accidents involving oil spill on the ocean are little reported because monitoring these big areas are a challenge, therefore the remote sensing is one of the tools used for it. SAR images can provide better discrimination between oil spills and look-alikes then when both appeared can introduce an wrong classification. The look-alikes come from natural oceanic process and end up being very similar to oil spills. With the acquisition of SAR images and statistical analysis of the backscatter values present in these spots, it can be assumed. In this study were used SAR images from North East of Brazil as the truth oil spill to compare to other images from Santo's and Campo's basin. As results was possible to identify two look-alikes in these images containing dark spots by comparing to the statistics values.

Key words — Oil, SAR images, look-alike.

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que 4,5 milhões de toneladas de petróleo cheguem ao oceano todos os anos, poluindo e prejudicando

a qualidade da água e ecossistemas marinhos e costeiros (ESA, 2022). O acidente do navio Valdez ocorrido em 1989, Alasca, evidenciou um derrame de mais de 10 milhões de galões de óleo (Davidson, 1990). No Brasil em 2000 mais de 1,3 milhões de litros de óleo foram despejados na Baía do Guanabara por falhas no oleoduto (Sousa et. al, 2013). Contudo acidentes envolvendo plataformas e navios petroleiros representam apenas 7% da poluição total causada pelo óleo. A maior problemática diz respeito aos despejos deliberados no mar durante a limpeza do navio-tanque, além das descargas terrestres (ESA, 2022).

O aumento na construção de plataformas offshore, o qual visa à exploração de petróleo, desencadeou diversos eventos de derrame de óleo no oceano. Esses derrames - de caráter intencional ou acidental - são provenientes do transporte por meio de embarcações, e acabam por gerar grande preocupação acerca dos impactos a fauna e flora do ambiente. Vários fatores físico-químicos juntamente as condições ambientais irão interagir entre si e resultar em qual escala esses efeitos serão nocivos ao meio. O padrão de ventos, a quantidade de óleo derramado, o cenário climático, oceanográfico, correntes e a composição química do óleo serão responsáveis pela dispersão em superfície marítima (Szewczyk, 2006).

O monitoramento e a identificação de ocorrências de óleo no oceano são indispensáveis, para esse efeito a tecnologia referente ao uso de sensoriamento remoto vem cada vez mais auxiliando o homem. O radar de abertura sintética (SAR) é o sensor espacial mais aplicável para detecção operacional de derramamento de óleo (Brekke & Solberg, 2005). As imagens SAR fornecem uma ampla área de visualização em tempo mais próximo do real, e nenhuma interferência quanto as variáveis climáticas e períodos noturnos. Isto permite localizar e identificar eventuais manchas de óleo na superfície do oceano (Roxo, 2006), e consequente diferenciação das manchas de óleo e manchas similares.

A superfície oceânica apresenta características que devem ser amplamente analisadas, já que qualquer formação mais escura na imagem do que a área circundante tem alta probabilidade de ser um derramamento de óleo (Topouzelis, 2008). As imagens SAR operam na faixa das microondas e descrevem manchas escuras a partir da atenuação do sinal retroespalhado, causado pela alta viscosidade da superfície do mar, juntamente a mudança no padrão das ondas capilares. Essa mudança é denominada de

amortecimento das ondas e concede baixa rugosidade na superfície oceânica (Soler, 2000).

É importante saber que fenômenos naturais similares são apresentados como áreas escuras também (Topouzelis, 2008). Eventos erroneamente identificados como manchas de óleo, quando se tratam de manchas naturais são denominados falso-positivos. Os falso-positivos são oriundos de processos oceânicos naturais, tal como blooms fitoplânctônicos, exsudação do óleo de maneira natural (por meio de zonas de ruptura do leito marítimo), sombras causadas pela topografia do local, zonas de calmaria de ventos e entre outros fatores (de Moura et al., 2020).

A adequada identificação das manchas, com a utilização das imagens SAR, possibilita a diminuição de falsos alarmes e uma economia de custos. Os falso-positivos quando confundidos geram deslocamentos de equipe, a fim de conter o suposto óleo, e gastos com casos irrealistas que poderiam ser utilizados com verdadeiras ocorrências. Desse modo a prevenção e preparação devem ser integrados nos planos de gerenciamento das atividades advindas do setor de óleo e gás (CETESB, 2018).

Em virtude disto, o estudo voltado à identificação de manchas de óleo no oceano apresenta grande importância no âmbito de segurança ambiental. Ter conhecimento acerca do comportamento do óleo diante a atuação dos processos oceanográficos ajudam a entender como ocorre sua dispersão. Portanto, em cenários com a real ocorrência, medidas emergenciais e preventivas são acionadas a partir do monitoramento das áreas afetadas, o qual acompanha as dispersões através das imagens SAR geradas, buscando reduzir o impacto danoso ao meio. O monitoramento também permite a fiscalização de derrames intencionais de caráter criminoso, derivado de processos de lavagem de tanques e porões de embarcações. O presente estudo visa identificar possíveis fenômenos falso-positivos em imagens de radar de abertura sintética, a bordo dos satélites Sentinel-1, tipicamente associadas a derramamentos de óleo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foram obtidos dados dos radares SAR (Synthetic Aperture RADAR) a bordo dos satélites Sentinel-1A e 1B, através do portal Copernicus Open Access Hub, mantido pela Agência Espacial Europeia (ESA), além do site ASF Data Search disponibilizado pela National Aeronautic and Space Administration (NASA). Estes dados passaram por uma etapa de pré-processamento, sendo ela a remoção dos ruídos de borda, a calibração radiométrica, a filtragem dos ruídos Speckles, a correção geométrica e a conversão para dB (Figura 1).

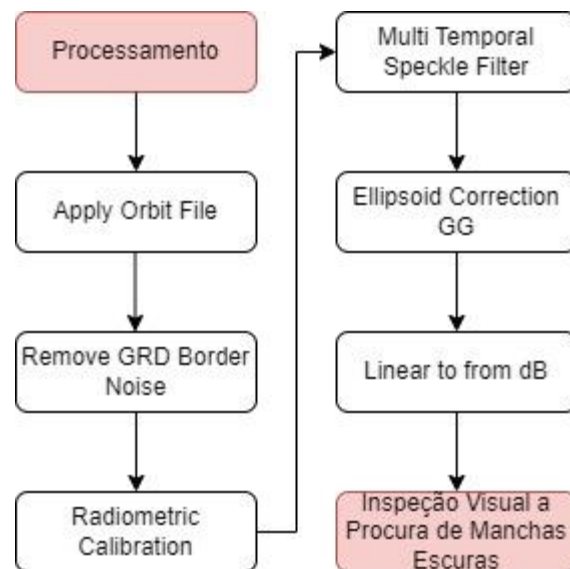


Figura 1. Diagrama das etapas de pré-processamento das imagens SAR.

As imagens analisadas tinham formato GRD (Ground Range Detected) que preserva a amplitude detectada e são multi-visualizadas para reduzir o impacto do speckle. E polarização VV, banda C (5.40 GHz), com co-polarização simples, transmissão vertical/recepção vertical, pois descreve melhor a discriminação de manchas de óleo e falso-positivos. Todas estas etapas, seguidas da extração dos valores de retroespalhamento e demais cálculos foram desenvolvidas com o uso do software SNAP (SentiNel Application Platform), também fornecido pela ESA.

Imagens do litoral brasileiro contendo características de manchas de óleo foram armazenadas, e os valores de retroespalhamento, correspondentes a estas possíveis manchas foram extraídos, analisados e comparados entre si. O período de aquisição destes dados prolonga-se desde o janeiro de 2019 até o ano de 2022. A procura pelas manchas de óleo na superfície baseou-se por notícias da mídia durante esse intervalo. Para esse efeito, cálculos estatísticos foram desenvolvidos no SNAP a fim de obter os valores de retroespalhamento. O método utilizado se baseia na extração de dois polígonos, um mais ao centro das manchas e outro próximo à borda.

Foi confeccionado um banco de dados inicial com manchas típicas de óleo, provenientes do acidente ocorrido no nordeste em 2019. O segundo banco de dados foi composto por manchas encontradas na região da Baía de Campos e Baía de Santos (Figura 1). Em virtude os valores de retroespalhamento do banco de dados inicial foram comparados aos valores da área de interesse do estudo, para discriminação adequada das manchas.

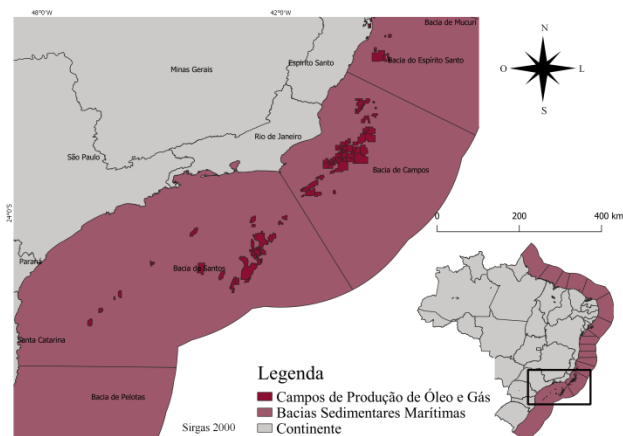


Figura 2. Área de estudo com foco principal na Bacia de Santos e Bacia de Campos.

3. RESULTADOS

O resultados preliminares contam com 6 imagens SAR oriundas do acidente ocorrido no nordeste em 2019, banco esse correspondente a verdade de campo. Compondo mais 7 imagens provenientes da Bacia de Santos e 3 da Bacia de Campos. Sendo assim foram analisadas as manchas de óleo e as supostas manchas similares, baseadas na extração dos seus valores de retroespalhamento (Figura 3), (Figura 4) e (Figura 5).

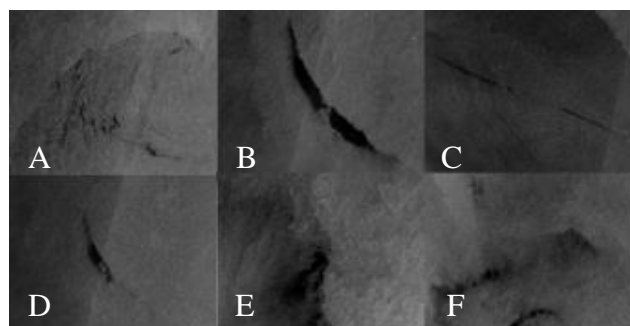


Figura 3. Manchas de óleo encontradas em imagens SAR no nordeste do Brasil.

Imagem SAR	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
A	-19.52	-62.30	28.66	3.52
B	-18.09	-55.30	19.85	3.38
C	-15.82	-61.23	33.10	4.30
D	-17.68	-64.11	20.66	3.47
E	-17.62	-83.75	25.87	4.06
F	-11.04	-68.02	27.54	4.17

Tabela 1. Valores de média, mínimo e máximo retroespalhamento de manchas de óleo encontradas no nordeste.

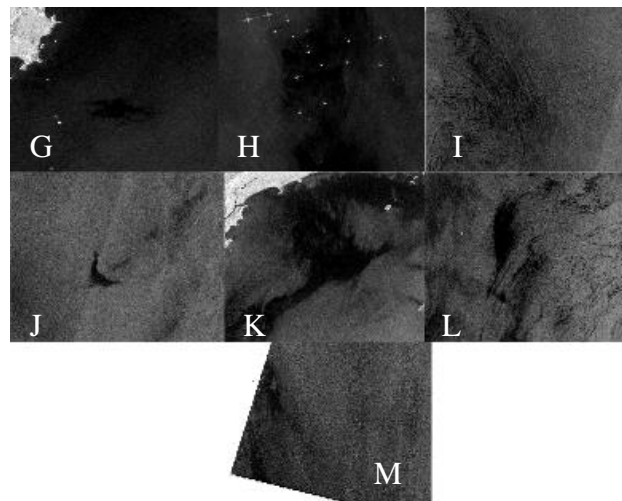


Figura 4. Manchas encontradas em imagens SAR na Bacia de Santos.

Imagem SAR	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
G	-11.54	-69.52	30.63	5.05
H	-23.16	-26.31	-23.16	1.49
I	-18.77	-95.48	31.40	3.47
J	-18.53	-85.03	17.98	3.97
K	-12.81	-96.77	34.65	5.39
L	-20.59	-89.24	23.15	3.89
M	-18.81	-98.34	12.74	3.21

Tabela 2. Valores de média, mínimo e máximo retroespalhamento de manchas encontradas na Bacia de Santos.



Figura 5. Manchas encontradas em imagens SAR na Bacia de Campos.

Imagem SAR	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
N	-13.30	-68.93	29.22	3.78
O	-16.76	-89.27	28.11	4.5
P	-20.21	-77.91	29.52	5.63

Tabela 3. Valores de média, mínimo e máximo retroespalhamento de manchas encontradas na Bacia de Campos.

4. DISCUSSÃO

4.1. Média

As imagens correspondentes às reais manchas de óleo adquiridas no nordeste obtiveram uma média geral de 16,62 de retroespalhamento. Considerando os valores, entre os bancos de dados da Bacia de Santos e a Bacia de Campos, a maior discrepância se dará nas imagens H, L e P. Podendo essas imagens serem falso-positivos, causados por zonas de calmaria de ventos, e principalmente pela presença de biofilme natural, por se tratar de uma área próxima costa atestando alta produção biológica. Contudo a análise individual apenas da média pode ser um fator ineficiente, necessitando de dados adicionais, para tal discriminação com maior exatidão. Já que o amortecimento das ondas em condições de superfície com a presença do óleo é muito mais atenuada do que com a presença do biofilme.

4.2. Desvio Padrão

O desvio padrão é um parâmetro utilizado para decretar o grau de dispersão dos dados (Fórmula 1).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |x - \mu|^2}{N}} \quad (1)$$

Deste modo os pixels amostrados nas imagens carregam os valores de retroespalhamento, desse modo, baseado no banco de dados com manchas de óleo sua variação, máxima e mínima, é de respectivamente 3.38 à 4.30. Estabelecendo esse intervalo de valores para categorizar as imagens pode-se dizer que G, H, K e P não atendem ao critério. O que chama a atenção é o contraste entre valores muito mais altos que o intervalo estabelecido e valores muito baixos. A imagem H exemplifica essa última, onde valores muito baixos de desvio padrão, representados nas imagens pela presença de pixels acinzentados, demonstram valores semelhantes ao da média. Já para valores acima de 5 os dados não se encontram tão próximos da média, ou seja, apresentam uma gama de pixels diversos. Salienta-se que comumente as manchas de óleo possuem características de se encontrarem mais concentradas no meio e menos dispersas como o biofilme (Solberg, 2012), dito isto os valores pelo intervalo estipulado neste estudo condizem em serem baixos.

5. CONCLUSÕES

As manchas de óleo possuem diversas características que podem ser extraídas das imagens SAR, logo que, a criação de classificadores capazes de identificar manchas reais de óleo não tem bom desempenho, quando esses são usados individualmente. A combinação de informações advindas das manchas proporciona bons resultados. A análise feita neste estudo, com os valores de retroespalhamento pelo

método de comparação, se combinada denomina as imagens H e P sendo falso-positivos. Enquanto que as demais demonstram casos reais de óleo, e as L, G e K necessitam de maiores informações para que possam ser identificadas corretamente.

A poluição por óleo no oceano causa grandes impactos à biodiversidade, o monitoramento acompanhado da identificação correta dessas manchas é de extrema importância, para que se possa ter ciência do quão nocivo esses eventos podem ser ao meio marinho.

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é realizado com apoio financeiro do Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH-ANP, suportado com recursos provenientes do investimento de empresas petrolíferas qualificadas na Cláusula de P, D&I da Resolução ANP nº 50/2015.

6. REFERÊNCIAS

- Brekke, C., & Solberg, A. H. Oil spill detection by satellite remote sensing. *Remote sensing of environment*, 95(1), 1-13, 2005.
- Davidson, A. In the wake of the Exxon Valdez. : the devastating impact of the Alaska oil spill. *Environmental Science & Technology*, 24(10), 1468-1468. 1990.
- de Barcellos Roxo, G. Uma Proposta De Modelo Para Retroespalhamento De Sinal Sar Aplicado À Superfície Do Oceano. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pósgraduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Do Rio De Janeiro*. 94p. 2006.
- de Moura V. A. N., de Carvalho J. O. A., Gomes T. R. A., & Guimarães F. R. Revisão Sobre O Uso De Sensoriamento Remoto Na Detecção De Vazamentos De Óleo No Mar. *Caminhos De Geografia*, 21(75), 214–224, 2020.
- Solberg, A. H. S. Remote Sensing of Ocean Oil-Spill Pollution. *Proceedings of the IEEE*, 100(10), 2931–2945, 2012.
- 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). – São José dos Campos: INPE, 167. 2000.
- Sousa, L. G. R., de Miranda, A. C., & de Medeiros, H. B. Impacto ambiental e socioeconômico do derramamento de óleo na Baía de Guanabara. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 9(2) 2013.
- Szewczyk, S. B. O. Processos envolvidos em um derramamento de óleo no mar. In *Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica (SEMENGO)*. 2006.
- Topouzelis, K. N. Oil spill detection by SAR images: dark formation detection, feature extraction and classification algorithms. *Sensors*, 8(10), 6642-6659, 2008.