

Hopane/C27 aaa (S+R). However, for the samples from Arraial do Cabo, the values were higher for the ratio of Tr21/Tr23 (0.67) when compared to those from Armação de Búzios (0.58), which may indicate that the samples from Arraial do Cabo are more preserved and, consequently, they spent less time exposed to weathering processes after the spill, having reached the beach earlier than those collected on the beach of Armação de Búzios.

According to the ANP bulletin, the spill of 122m³ of oil from the P-53 platform at Campo de Marlim Leste in Campos Basin, RJ, occurred between March 24 and 25, 2019 (ANP, 2020). In Figure 5a, it is possible to observe the map made by the Petroleum and Gas Production Coordination (COPROD/CGMAC/IBAMA) and the satellite image showing the oily feature of the slick with a clockwise trajectory, adrift between the 25th and 26th of March 2019, with an indication of the origin of an oil leak. In the same period of time that the oil slick was adrift in the ocean, tropical storm “Iba” had its highest intensity window recorded between March 24 and 25, 2019. On March 24, the storm reached maximum speed winds of 35 knots (65 km/h) and central pressure estimated at 1008 hPa, rotating clockwise (REIS et al., 2019). In Figure 5b, the satellite image of tropical storm Iba, recorded by the National Institute of Meteorology (INMET) website, is located on the northern limit of the Campos Basin, close to the P-53 platform.

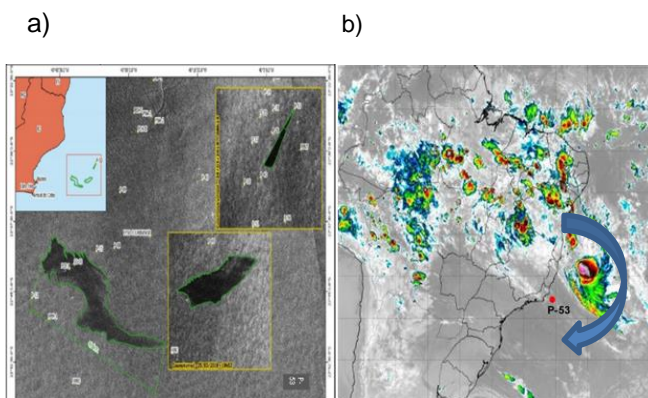


Figure 5. Mapa e fotos de satélite mostrando a feição oleosa da mancha, à deriva entre os dias 25 e 26 de março de 2019, com indicativo de origem de vazamento de óleo (a). Imagem de satélite da tempestade Iba com a indicação do sentido horário dos ventos gerados pela tempestade e a localização aproximada da plataforma P-53 (b).

Conclusions

Concluiu-se que, com o uso de diferentes razões diagnósticas de *n*-alcanos, isoprenóides e de terpanos tricíclicos foi possível detectar que as amostras de

tarballs coletadas na Prainha em Arraial do Cabo apresentaram níveis mais baixos de intemperismo, quando comparadas àquelas coletadas na Praia Brava em Armação de Búzios. Conclui-se também que a formação da tempestade tropical Iba, com ventos em sentido horário e velocidade de 65 km/h, no mesmo dia em que se deu o derramamento de 122 m³ de óleo da plataforma P-53, foi determinante para que a mancha de petróleo tenha atingido o litoral da Região dos Lagos, em rara ocorrência. Além disso, sugerimos que a mudança do sentido Norte-Sul da trajetória da mancha de petróleo, em função de novos e frequentes eventos meteorológicos, observada neste trabalho, deva ser considerada nos modelos matemáticos/computacionais de deslocamento de manchas de petróleo em futuros acidentes que venham a ocorrer nas regiões de E&P de petróleo das bacias de Campos, Santos e do Espírito Santo.

Acknowledgements

This work was supported by the Darcy Ribeiro North Fluminense State University (UENF). We thank PIBIC for the scientific initiation scholarship of Lucas R. Tavares.

References

- ANP-IBAMA (2020). Relatório de Investigação de Incidente FPU P-53 (Vazamento de óleo com toque na costa).
- Chandru, K.; Zakaria, M. P.; Anita, S.; Shahbazi, A.; Sakari, M.; Bahry, P. S.; Mohamed, C. A. R. (2008) Characterization of alkanes, hopanes, and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in tar-balls collected from the east coast of peninsular malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, v. 56, p. 950–962.
- Evans, D., Signorini, S. (1985). Vertical structure of the Brazil Current. *Nature*, 315, 48–50.
- Reis, J. S.; Gonçalves, W. A. (2019). Análise sinótica da tempestade tropical Iba. VIII Simpósio Internacional de Climatologia. De 11 a 14 de Novembro em Belém do Pará, Brasil, 1-13.
- Suneel, V.; Vethamony, P.; Zakaria, M.; Naik, B.; Prasad, K. (2013). Identification of sources of tar balls deposited along the Goa coast, India, using fingerprinting techniques. *Marine Pollution Bulletin*, v. 70, p. 81–89.
- Zhang, B., Matchinski, E. J., Chen, B., Ye, X., Jing, L., Lee, K. (2019). *World Seas: An Environmental Evaluation (Second Edition) Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts*, Pages 391-406. Chapter 21 - Marine Oil Spills—Oil Pollution, Sources and Effects.