

CONFIDIALIDADE DO INTERPOLADOR KRIGAGEM EM RELAÇÃO AO IDW NA ESPACIALIZAÇÃO DAS MANCHAS DE ÓLEO E GRAXA NA ZONA PORTUÁRIA DE NATAL-RN

Jairo Rodrigues de Souza¹; Mario Tavares de Oliveira Cavalcanti Neto²; Alan Kellnon Nóbrega de Carvalho³; Josilândia dos Santos Carvalho⁴

¹ Instituto Federal do Rio Grande do Norte, jaiorodriguessouza@gmail.br

² Instituto Federal do Rio Grande do Norte, mario.tavares@ifrn.edu.br

³ Instituto Federal do Piauí, alankellnon@gmail.com

⁴ Instituto Federal do Piauí, josy.santos.7432098@gmail.com

Introdução

O estuário do Rio Potengi é o maior e mais importante sistema estuarino do estado do Rio Grande do Norte (CUNHA, 1982). Entretanto, constata-se, no seu entorno, inúmeras atividades antrópicas de ordem bastante diversificada e de forma desordenada como, por exemplo, indústrias, carcinicultura, têxtil e, principalmente, a portuária, as quais podem fazer o lançamento de óleo e graxa nesse ambiente (CUNHA, 1982; FRAZÃO, 2003).

O Porto de Natal-RN, situado à margem direita do estuário do Rio Potengi, a qual concentra importantes operações comerciais e um alto tráfego diário de embarcações, também já sofreu com vazamento de óleo. No ano de 2012, a Capitania dos Portos detectou uma mancha de óleo nas proximidades do cais do Porto de Natal, que rapidamente foi até ao local utilizar métodos de contenção do deslocamento dessa pluma de contaminação (ALMEIDA, 2012).

Uma vez ocorrendo vazamentos de hidrocarbonetos, eles são de difícil controle, podendo provocar lesões materiais e ecológicas de grandes proporções a este sistema além de enfermidades ou até a morte de seres vivos resultantes da exposição de pessoas, animais e vegetais a agentes ou condições ambientais potencialmente perigosas (SZEWCZYK, 2011). Segundo Busman (2006), os danos causados ao estuário decorrentes de um eventual derramamento de petróleo tendem a ser bastante amplificados, pela maior sensibilidade intrínseca dos ambientes aí representados.

A toxicidade a longo prazo afeta a vida marinha, que não é imediatamente morta pelo derrame, podendo o óleo ser incorporado à carne dos animais, tornando-a inadequada ao consumo humano. Mesmo em baixas concentrações, o óleo pode interferir nos processos vitais à reprodução. Com alteração no ciclo reprodutivo, toda a cadeia alimentar é afetada, o que consequentemente acarretará danos irreparáveis ao ecossistema (BICEGO, 2008; CORREIA; BEZERRA, 2012; COSTA et al., 2015).

Assim, o objetivo geral deste trabalho consistiu em mostrar a confiabilidade do interpolador krigagem em relação ao IDW na espacialização das manchas de óleo e graxa na zona portuária de Natal-RN nos meses de outubro, novembro e dezembro do ano de 2016. Desdobra-se como objetivo específico avaliar os erros entre as técnicas de interpolação do tipo IDW e Krigagem para definir qual é o melhor interpolador para a área de estudo.

Metodologia

A área de estudo está situada nas adjacências do Porto de Natal, a, aproximadamente, três quilômetros da foz do estuário do Rio Potengi, na zona leste da cidade de Natal-RN.

Os materiais empregados para a realização deste trabalho foram: canoa a remo; GPS de mão do tipo Garmin Etrex; trinta recipientes de vidro de 1 litro; *software* ArcGIS 10.2; analisador Infracal (Modelo – HATRT2); tubo de óleo flutuante e proveta.

Os métodos utilizados neste trabalho foram subdivididos nas seguintes etapas: pré-campo, campo e pós-campo.

A etapa de pré-campo consistiu na pesquisa bibliográfica e mapeamento prévio dos pontos a

serem amostrados. A pesquisa bibliográfica constou do levantamento dos conceitos que embasaram o referencial teórico deste trabalho e as metodologias utilizadas nas diferentes etapas desta pesquisa. Assim, foram consultadas legislações ambientais, dissertações, teses, periódicos especializados e livros. Depois, delimitou-se a área de estudo para, posteriormente, mapear, previamente, os pontos de coleta d'água, definindo trinta pontos de amostragem distribuídos de forma equidistante.

A etapa de campo versou no recolhimento das amostras d'água da parte superficial da coluna hídrica, nos pontos previamente determinados, em recipientes de vidro de um litro. Ao todo, foram realizadas três campanhas de amostragem nos meses de outubro, novembro e dezembro do ano de 2016, sendo que em cada empreitada, trinta amostras foram recolhidas, totalizando noventa amostras, todas elas no período de baixa-maré.

Já na etapa de pós-campo, houve os ensaios químicos das amostras recolhidas com o intuito de identificar a presença de óleo e graxa, utilizando o método triclorotrifluoretano. Essas análises foram realizadas em dois laboratórios situados no Núcleo de Análises de Água, Alimentos e Efluentes do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (NAAE/IFRN) e Núcleo de Processamento Primário e Reuso de Água Produzida e Resíduo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (NUPPRAR/UFRN). Posteriormente, a interpolação pelo método de krigagem foi realizada no *software* ArcGIS 10.2, processando os valores de teores de óleo e graxa encontrados nas três campanhas de amostragem provenientes das análises químicas de água. Para tanto, foi utilizada a janela "*Geostatistical Analyst*" e, em seguida, a guia "*Geostatistical Wizard*".

Resultados e discussão

A utilização da geoestatística permitiu verificar a tendência da distribuição espacial do óleo e graxa nos períodos analisados, demonstrando um aumento das concentrações tendendo à desembocadura, onde o meio se torna mais poluído.

As interpolações foram utilizadas como forma de mostrar uma visualização dos resultados de análises químicas. Se o objetivo do estudo foi indicar os locais com concentrações de óleo e graxa, ambos os métodos de interpolações mostraram ser eficientes. Ao fazer uma análise dos mapas, perceberam-se que os locais com maiores concentrações de óleo e graxa estavam, em ambas as representações cartográficas, nas porções sudeste/noroeste, sudoeste/nordeste e norte/nordeste.

Notam-se, ainda, que os mapas de IDW sofrem fortes interferências do efeito "*bull's eyes*" (ISAACS; SRIVASTAVA, 1989; ANDRIOTTI, 2009) ao redor de cada ponto de coleta. Essa tendência é elucidada pois cada ponto tende a ter um raio de ação definido de forma igual em todas as direções o que possibilita a formação de círculos. Já os mapas de krigagem traduziram uma representação mais suave e fiel do que está sendo visto em campo.

Para avaliar a técnica de interpolação mais representativa a realidade e com um maior embasamento estatístico determinístico, analisaram-se os erros para os valores preditos. A krigagem permitiu fazer uma validação cruzada para checagem dos dados ou pelo menos uma comparação entre os erros (LOURENÇO, 1998), sendo ideal ter um erro médio padronizado (*Mean Standardized*) dos valores preditos próximo de "0"; um erro quadrático médio (*Root-Mean-Square*) o mais baixo possível; um erro padrão médio (*Average Standard Error*) próximo do erro quadrático médio, e um erro quadrático médio padronizado (*Root-Mean-Square-Standardized*) próximo de "1". No estudos, os valores de erro padrão médio, erro quadrático médio padronizado, erro médio padronizado e erro quadrático médio foram, respectivamente: 0,181; 0,985; -0,021 e 0,378.

No caso do interpolador IDW, somente forneceu o erro quadrático médio (EMQ) e este tinha que ser o mais baixo possível. Mas, não foi isso que ocorreu. Enquanto, para o IDW deu 0,395, a krigagem mostrou 0,378. Diante dessa particularidade, o IDW é apontado como o

método geoestatístico mais simples e sem validações (LOURENÇO, 1998; CHILDS, 2004).

Conclusões

Diante dos trabalhos realizados, o emprego das técnicas de interpolação se mostra satisfatória, em virtude de mapear e mostrar a espacialidade do óleo e graxa na área de estudo. Além disso, foi constatado que a interpolação pelo método de krigagem apresentou resultados mais confiáveis por razão dos erros preditos terem sido menores e por não mostrar efeitos visuais locais e pontuais, os quais foram vistos no IDW.

Palavras-Chave: Interpolação; Krigagem; IDW; Erros; Óleo e graxa.

Referências

- ALMEIDA, Rodolfo Gois. Marinha detecta derramamento de óleo no Porto de Natal. **Ponto de Vista**, v.1, n.1, abr. 2012. Disponível em <<http://www.pontodevistaonline.com.br/marinha-detecta-derramamento-de-oleo-portode-natal/>>. Acesso em: 28 de jul. 2012.
- ANDRIOTTI, Jose Leonardo Silva. Fundamentos de estatística e geoestatística. 2. ed. São Leopoldo: Unisinos, 2009.
- BICEGO, Marcia Caruso et al. Poluição por petróleo. **Poluição Marinha**, Rio de Janeiro: Interciência, 2008.
- BUSMAN, Debora Vieira. **Subsídios Técnicos para o Planejamento Territorial dos Municípios Jaguarão, Arroio Grande, Pedro Osório, e Capão do Leão, RS, Brasil**. 2006. 185 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- CHILDS, Colin. *Interpolating surfaces in ArcGIS Spatial Analyst*. 2004. Disponível em: <<https://www.esri.com/news/arcuser/0704/files/interpolating.pdf>> , Acesso em: 15 de mar. 2017.
- CORREIA, Fernanda Nascimento; BEZERRA, Ivanhoé Soares. Poluição causada por petróleo e suas consequências para o meio marinho. In: **CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS**, Rio de Janeiro, p.1-10, jan. 2012.
- COSTA, Debora Amanda Moura; COSTA, Thais de Sousa Damasceno; MONTEIRO, Isabella Pearce de Carvalho. Danos ambientais ocasionados por navios petroleiros. **Revista do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**, v.1, n.3, p.1-16, set./dez. 2015.
- CUNHA, Eugenio Marcos Soares. **Caracterização e Planejamento Ambiental do Estuário Potengi**. 1982. 211 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1982.
- FRAZÃO, Eugenio Pires. **Caracterização hidrodinâmica e morfosedimentar do estuário Potengi e áreas adjacentes: subsídios para controle e recuperação ambiental no caso de derrames de hidrocarboneto**. 2003. 197 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.
- ISAAKS, Enri Hant; SRIVASTAVA, Romel Martyn. *An introduction to applied geostatistics*. Oxford: Oxford University Press, 1989.
- LOURENÇO, Roberto Wagner. **Comparação entre métodos de interpolação para Sistemas de Informações Geográficas**. 1998. 77 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista, 1998.
- SZEWCZYK, Susana Beatris Oliveira. Processos envolvidos em um derramamento de óleo no mar. In: **SEMINÁRIO E WORKSHOP EM ENGENHARIA OCEÂNICA**, Porto Alegre, p.14-24, fev.2011.