



PROCESSAMENTO GEOESTATÍSTICO DE DADOS BATIMÉTRICOS E FÍSICO-OCEANOGRÁFICOS DO PORTO DE CABEDELLO/PB, BRASIL: UMA ANÁLISE AMBIENTAL AO DERRAME DE ÓLEO.

Luciana de Sousa Frazão²; Venerando Eustáquio Amaro¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Geologia, Laboratório de Geoprocessamento (GEOPRO/UFRN) - amaro@geologia.ufrn.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo-PPGCEP/UFRN - lsfrazao@yahoo.com.br

RESUMO

A região estudada do Porto de Cabedelo/PB é uma área passível ao derramamento acidental de óleo por apresentar um intenso tráfego de navios de grande porte. Nesse contexto, o principal objetivo deste estudo é a utilização dos métodos geoestatísticos para analisar dados batimétricos (profundidade) e físico-oceanográficos (altura de coluna d'água, temperatura da água, intensidade e direção das correntes, ondas e turbidez) do canal de acesso ao Porto de Cabedelo e sua bacia de evolução, incluindo ferramentas do Sensoriamento Remoto para que as imagens e os resultados obtidos sejam integrados em SIGS e utilizados na elaboração de medidas que visem à proteção ambiental de áreas costeiras sob influência de instalações desse porte, servindo como subsídio para elaboração de um plano de contingência em casos de derrames de óleo na região. Como principais resultados destacam-se a elaboração de cinco cartas batimétricas no padrão DHN, apresentando a profundidade em metros, na escala de 1:2.000 (Bacia de Evolução e Canal de Acesso ao Porto de Cabedelo). A partir do digrama de dispersão dos vetores de correntes da bacia de evolução do Porto de Cabedelo, pode-se observar como a corrente de maré sofre uma canalização devido ao canal do rio Paraíba do Norte e com sentido bidirecional provocado pelo efeito da maré (vazante e enchente) na bacia de evolução Porto de Cabedelo, no sentido NW-SE. A integração de mapas digitais e imagens de sensores remotos mostraram-se eficiente para discriminar e realçar estruturas submersas, antes não perceptíveis nas imagens.

Palavras-chave: geoestatística, porto de cabedelo, derrame de óleo.

1. INTRODUÇÃO

O Estado da Paraíba é um dos estados mais dinâmicos do Brasil, estrategicamente localizado na região nordeste, se destaca pelo excelente potencial para integração dos diversos modais de transporte formando com os Estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas. Sobre o transporte marítimo na área do porto de Cabedelo, sabe-se que cumpre um papel

fundamental em transportar toneladas de mercadorias no qual os fretes são reduzidos, em relação a outros meios de condução. Neste contexto, o Porto de Cabedelo, objeto desta pesquisa, funciona como ponto de apoio, embarque ou desembarque tendo fundamental importância como ponto nodal para manter o fluxo marítimo suprimindo as necessidades das embarcações, agenciando trabalhadores especializados para carregamento e descarregamento



das embarcações, controlando a entrada e saída de mercadorias, apoiando empreendimentos que venham a trazer maior fluxo de mercadorias, oferecendo armazenamento para os contêineres e mercadorias avulsas e agenciando o transporte de carga.

A dinâmica que ocorre com a atividade portuária provoca mudanças no espaço onde ele é instalado. E os elementos que compõem esse espaço passam então a sofrer sempre mais influências diretas ou indiretas à medida que o fluxo no porto é ampliado. Devido a essa realidade, a região do porto de Cabedelo/PB tornou-se passível ao derramamento acidental de óleo, por apresentar um intenso tráfego de navios de grande porte, logo, faz-se necessário a confecção de Cartas de Sensibilidade Ambiental (Cartas SAO) na área estudada para o planejamento de contingência e avaliação de danos em casos de derramamento de óleo. Este tipo de análise é essencial para reduzir as consequências ambientais de um vazamento (MMA 2002), tornar eficientes os esforços de contenção e limpeza/remoção na área atingida no caso de ocorrência de derrame de óleo. Inserido nessa temática o processamento geoestatístico possibilita o tratamento eficiente e eficaz de dados ambientais, proporcionando agilidade e confiabilidade nos resultados obtidos, pois a associação de procedimentos de estatísticas espaciais (geoestatística) e imagens de satélites aos SIGs é importante porque permite representações com hipóteses mais próximas do contínuo dos fenômenos ambientais e também porque quantifica as imprecisões associadas aos produtos trabalhados.

Nesse contexto, o principal objetivo deste estudo é a utilização dos métodos geoestatísticos para analisar dados batimétricos (profundidade) e físico-oceanográficos (altura de coluna d'água,

temperatura da água, intensidade e direção das correntes, ondas e turbidez) do canal de acesso ao Porto de Cabedelo/PB e sua bacia de evolução (local onde as embarcações atracam), incluindo ainda, ferramentas do Sensoriamento Remoto para que as imagens e os resultados obtidos sejam integrados em Sistemas de Informação Geográfica e utilizados na elaboração de medidas que visem à proteção ambiental de áreas costeiras sob influência de instalações desse porte, servindo como subsídio para elaboração de um plano de contingência em casos de derrames de óleo na região. Os resultados da análise também servirão de base para avaliar a sensibilidade ambiental da região, bem como a integração e correlação de todos estes dados permitirá futuramente a confecção de um mapa de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo.

1.1. Área de estudo

O Porto de Cabedelo, apresentado na Figura 1 (GUEDES 2002), é um porto situado na margem direita do estuário do rio Paraíba do Norte, em frente à Ilha da Restinga, na parte noroeste da cidade de Cabedelo, Paraíba, próximo ao Forte de Santa Catarina. Com uma área de influência que abrange os estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, tem a administração exercida atualmente pela Companhia Docas da Paraíba (Docas – PB). A Bacia do Rio Paraíba do Norte drena uma área de 14.397,35 km² que intercepta 37 municípios do Estado da Paraíba. Apresenta um comprimento de 380 km de extensão, dividindo-se na Bacia do Alto Paraíba com 114,5 km, Bacia do Médio Paraíba com 155,5 km e Bacia do Baixo Paraíba com 110,0 km (Gualberto 1977, NEPREMAR 1980).

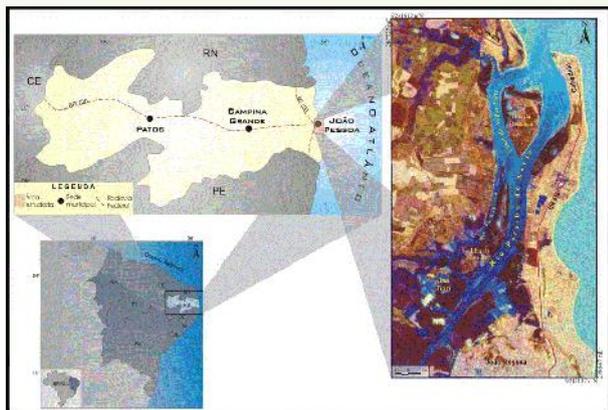


Figura 1: Mapa de localização do Porto de Cabedelo / Estuário do Rio Paraíba do Norte (GUEDES 2002).

2. METODOLOGIA

A partir da base cartográfica georeferenciada digital no formato CAD na extensão *.DWG fornecida pela Companhia Docas da Paraíba, foi realizado o primeiro passo mensurar a área onde se realizaria os levantamentos e georeferenciar a base cartográfica para o datum WGS-84 e projeção UTM, utilizando-se o *software* ENVI 4.0. Em seguida essa base cartográfica foi inserida no *software* HYPACK 2009, onde foi definida as seções batimétricas na área da Bacia de Evolução e do Canal de Acesso ao Porto de Cabedelo.

Os dados batimétricos foram obtidos durante o período de 24 a 29 de abril de 2010, ao longo do canal principal de navegação de acesso ao Porto de Cabedelo e sua respectiva bacia de evolução, o principal método acústico utilizado neste trabalho foi a ecossonda multifeixe operando na frequência de 240 kHz, e com perfis equidistantes a cada 10 metros, utilizando-se como meio flutuante a embarcação MENDONÇA, com 10 metros de comprimento e possuindo apenas 50 cm de calado, permitindo a sondagem em áreas bastante rasas. Os equipamentos utilizados no levantamento batimétrico foram: i) ecobatímetro da ODOM modelo ES-3 operando na

freqüência de 240 kHz; ii) calibradores da velocidade do som da ODOM modelos Digibar-Pro db1200 - Medidor de velocidade, salinidade e temperatura da água para profundidades até 20 metros e Digibar-V - Medidor de velocidade, salinidade e temperatura da água na superfície; iii) sistema de posicionamento DGPS da NOVATEL modelo DL-V3; iv) receptor DGPS giroscópico modelo V110 DGPS para determinar a altitude da embarcação; v) compensador de ondas da SEATEX modelo MRU Z, com correção triaxial e resolução angular de $0,001^\circ$, precisão de $0,020^\circ$ RMS para pitch e roll e 5 cm para heave; vi) Sistema de Posicionamento DGPS da TRIMBLE modelo DSM-232 com receptor Beacon - Rádio Farol, *OmniSTAR XP/HP* e Banda L1/L2; vii) *Notebook HP* modelo *Pavilion dv 4000* com o *software* HYPACK MAX 2009 e viii) um monitor LCD 17" widescreen da LG como repetidora de sinal, ambos os equipamentos instalados e em perfeito funcionamento a bordo da embarcação. Então foram criadas 735 perfis batimétricos distribuídos ao longo do canal de acesso e bacia de evolução do Porto de Cabedelo, totalizando cerca de 233 km de sondagem na região do Porto de Cabedelo, procedimento este adotado pelo *software* HYPACK Max. Lembrando que os perfis batimétricos que foram sondados foram traçados com uma extrapolação de 50 metros para cada lado, ou seja, com uma sobrelargura de 50 metros para cada lado, a partir da área a ser sondada que foi repassada pela Companhia Docas da Paraíba.

Os passos empregados neste estudo utilizando técnicas geoestatísticas incluem: (a) análise exploratória dos dados, (b) análise estrutural (cálculo e modelagem do variograma) e (c) realização de inferências (*Krigagem*). A partir do tratamento geoestatístico e da correção maregráfica dos dados batimétricos, foram elaboradas com auxílio do *software* HYPACK 2009, cinco



cartas batimétricas no padrão DHN, apresentando a profundidade em metros, na escala de 1:2.000 (Bacia de Evolução e Canal de Acesso ao Porto de Cabedelo). No processamento e pós-processamento dos dados foram utilizados os softwares *HYPACK HYSWEEP 2009* e *AutoCad 2010*, respectivamente.

A região da Zona Costeira e da Bacia de Evolução do Porto de Cabedelo foram monitoradas na verão no período de 15 a 18 de junho de 2010, os seguintes parâmetros físicos: altura de coluna d'água, temperatura da água, intensidade e direção das correntes, ondas e turbidez. Estas medições ocorreram em duas estações de medições, localizadas na Bacia de Evolução do Porto de Cabedelo ($06^{\circ} 58' 25.441''$ S / $34^{\circ} 50' 22.355''$ W) e a estação da Zona Costeira ($06^{\circ} 55' 22.0189''$ S / $34^{\circ} 48' 25.0655''$ W).

Foram analisados os dados sinóticos de direção e altura significativa (H_s) das ondas, na região costeira e na bacia de evolução do Porto de Cabedelo foram medidas a cada 0,5 s com ADCP da NORTEK fundeado nas duas estações fixas de medição.

Os dados físico-oceanográficos foram analisados em duas etapas: a) resumo estatístico por meio de medidas de posição (média, mediana e moda), dispersão (amplitude total, desvio padrão, coeficiente de variação e curtose) e verificação da normalidade da distribuição, b) análise exploratória e verificação da presença de *outliers* e foram processados utilizando-se os softwares *Grapher 4.0* e o *Statistica 7.0*.

O processamento digital de imagens (PDI) de sensoriamento remoto consiste, de uma maneira simplificada, na aplicação de técnicas, por meio de sistemas computacionais específicos, que resultem num melhor realce das informações contidas nestas imagens.

Esta etapa, portanto, consistiu na aplicação dessas técnicas nas imagens Spot HRVIR-PAN e LANDSAT 7 ETM+, que serviram como fonte atual de informações para uma análise do quadro geoambiental do estuário do rio Paraíba do Norte.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Processamento da batimetria multifeixe

A figura 2 mostra a morfologia do fundo do canal principal de navegação de acesso ao Porto de Cabedelo, possibilitando a visualização e interpretação em 3D das principais feições de fundo (Figuras 3, 4, 5, 6 e 7). As interpretações a seguir, foram obtidas a partir desses produtos, conjuntamente com dados observados em campo.

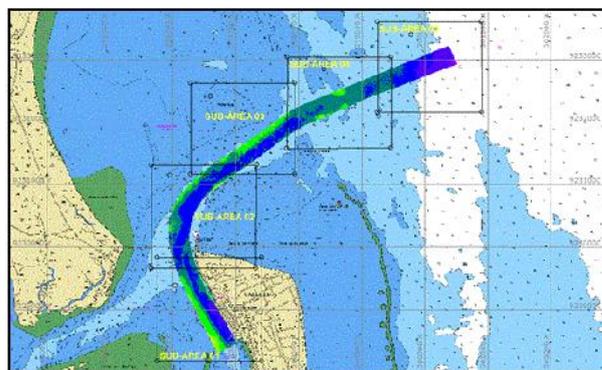


Figura 2: Carta Batimétrica nº. 830 da DNH/CHM, mostrando a localização das 05 (cinco) sub-áreas em que foram gerados os blocos diagramas em 3D, no canal de acesso e bacia de evolução do Porto de Cabedelo.

As zonas de maiores profundidades se encontram junto às margens côncavas do estuário, enquanto nas margens convexas um avançado preenchimento sedimentar contribui para o crescimento lateral, em direção ao canal estuarino. Este preenchimento está relacionado às intensas correntes de



maré na zona do canal principal, que remobilizam os sedimentos erodidos nas margens opostas e formam os bancos arenosos. Ao longo do estuário, o comportamento morfológico se modifica caracterizando zonas distintas. A profundidade, largura e a forma dos canais mostram diferentes níveis de atuação dos mecanismos dinâmicos do ambiente.

Neste estudo, a morfologia de fundo para o estuário revelou a presença de duas zonas morfológicas distintas quanto a suas feições principais: a) Zona do Canal Principal e b) Alto Fundo.

A largura do canal principal de navegação de acesso ao Porto de Cabedelo varia de 158 metros de largura próximo a bóia BL-02 e com 163 metros em frente ao Forte Santa Catarina e com 290 metros na bacia de evolução do Porto de Cabedelo (Fig. 2).

Lembrando que as profundidades ao longo do canal variam entre 6 e 11 metros, constituindo-se claramente na continuação da linha de *talvegue* do rio Paraíba do Norte que acompanha sua margem. Pequenas depressões marcam o fundo do canal. Estas depressões seguem continuamente o eixo do canal, mantendo-se numa distância que diminui progressivamente em direção à sua foz, estando provavelmente associadas a zonas de interferência de correntes em regime turbilhonar. No canal de acesso interno e externo ocorrem profundidades mínimas em pontos localizados, normalmente no entorno das bóias BL-03 e BL-06.

Um vale amplo, limitado por taludes abruptos junto às margens, pode ser observado próximo à foz, onde a influência marinha é mais acentuada. Em direção ao interior do estuário, a região do canal principal de navegação vai diminuindo sua largura e adquirindo formas mais estáveis, em resposta tanto a um maior aporte sedimentar proveniente do rio Paraíba do Norte, quanto à menor influência das correntes de maré.

A figura 3, mostra o bloco diagrama da sub-área 01 localizada na bacia de evolução do Porto de Cabedelo, onde se pode observar locais com grande assoreamento na porção adjacente ao Porto de Cabedelo, com profundidades variando entre 1.80 a 13 metros. Este banco de areia/lamoso que está formado próximo à bacia de evolução limita o giro das embarcações para atracação no porto. Na Bacia de Evolução, observa-se um assoreamento de sedimentos acentuado do lado oeste da bacia, com cotas bastante elevadas, impossibilitando a remoção com draga Hopper de médio porte. Tal situação, porém, com gravidade menor, ocorre no canal de transição onde as profundidades mínimas atingem menos 5.60m.

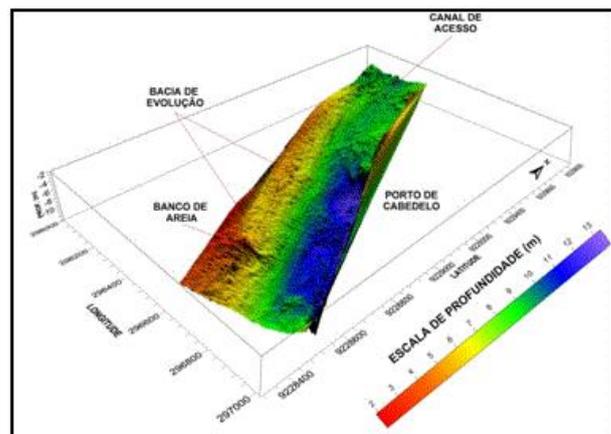


Figura 3: Bloco diagrama em 3D da bacia de evolução do Porto de Cabedelo/PB.

Na sub-área 02 (Fig. 4), localizada na parte curva do canal de acesso ao Porto de Cabedelo, a mesma possui 155 metros de largura, com a sobre largura passa a ter 316 metros e com profundidades variando entre 1.74 a 11.5 metros. Nas porções nordeste e sudoeste da área ocorrem profundidades variando entre 1.74 a 4 metros, provavelmente ocasionadas por bancos de areia carbonática.

A sub-área 03, ilustrada na figura 5 é uma porção retilínea e externa do canal de acesso ao Porto de Cabedelo com



uma largura de aproximadamente 152 metros e com a sobre largura passa para 316 metros, com profundidades variando entre 3.71 a 11.5 metros. Neste trecho do canal observa-se grandes formas de leito, provavelmente provocadas pelo fluxo turbilhonar.

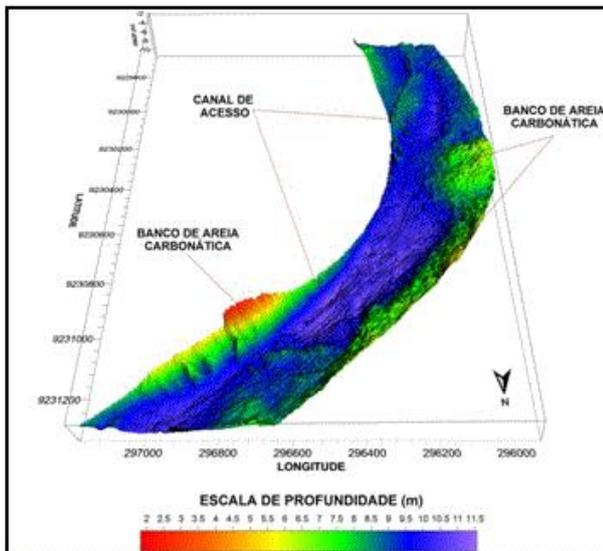


Figura 4: Bloco diagrama em 3D do canal de acesso ao Porto de Cabedelo/PB.

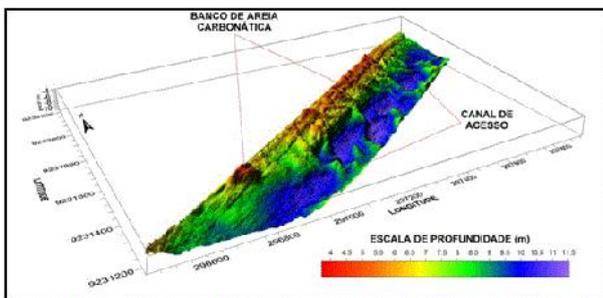


Figura 5: Sub-área 03 no canal de acesso ao Porto de Cabedelo/PB.

A sub-área 04, figura 6, é uma das regiões mais críticas do canal de acesso ao Porto de Cabedelo, entre as bóias BL-06 e BL-04 e próximo a bóia BL-08, ocorrem profundidades atingindo 4 metros, ocasionadas por arenitos praias denominados “beachrocks”, que são antigas linhas de costa submersas. Portanto, este trecho se torna perigoso à navegação local devido às fortes rajadas de ventos e correntes que esta região é

submetida. Devido a esta situação a largura do canal principal de navegação de acesso ao Porto de Cabedelo fica restrita neste setor devido a esses afloramentos rochosos submersos.

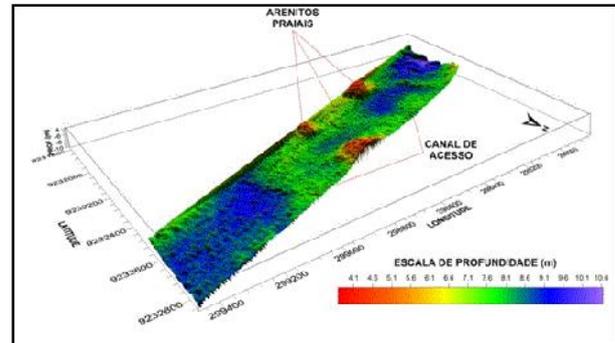


Figura 6: Bloco diagrama em 3D da sub-área 04, mostrando os afloramentos rochosos submersos “rochas praias” próximo ao canal de acesso ao Porto de Cabedelo/PB.

A sub-área 05 (Figura 7) é a porção do canal principal de acesso ao Porto de Cabedelo, que possui profundidades que variam entre 7 e 13.50 metros.

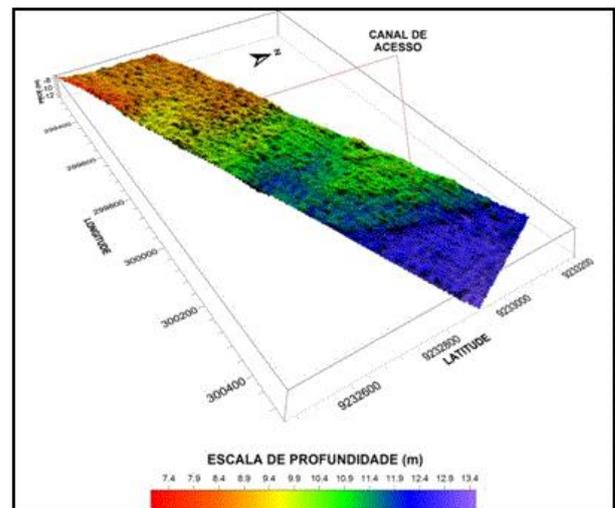


Figura 7: Bloco diagrama em 3D da sub-área 05 da porção externa do canal de acesso ao Porto de Cabedelo/PB.

3.2. Processamento físico-oceanográfico



3.2.1. Correntes

A região da Zona Costeira e da Bacia de Evolução do Porto de Cabedelo foi monitorada no verão no período de 15 a 18 de junho de 2010, os seguintes parâmetros físicos: altura de coluna d'água, temperatura da água, intensidade e direção das correntes, ondas e turbidez. Estas medições ocorreram em duas estações de medições, localizadas na Bacia de Evolução do Porto de Cabedelo ($06^{\circ} 58' 25.441''$ S / $34^{\circ} 50' 22.355''$ W) e a estação da Zona Costeira ($06^{\circ} 55' 22.0189''$ S / $34^{\circ} 48' 25.0655''$ W).

Os vetores de correntes na região costeira ocuparam predominantemente o quadrante N-NW (Fig. 8), indicando claramente o sentido da corrente principal. A intensidade absoluta de corrente variou entre 0,01 e 2,33 m/s nesta região. Observa-se também que as correntes de enchente e vazante foram relativamente mais simétricas.

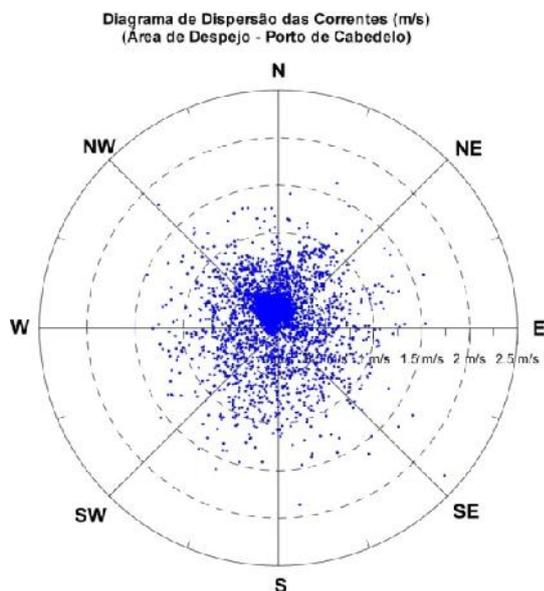


Figura 8: Diagrama de dispersão das correntes (m/s) para a região da área de despejo.

A partir do digrama de dispersão dos vetores de correntes da bacia de evolução do Porto de Cabedelo, podemos observar como a corrente de maré sofre uma

canalização devido ao canal do rio Paraíba do Norte e com sentido bidirecional provocado pelo efeito da maré (vazante e enchente) na bacia de evolução Porto de Cabedelo, no sentido NW-SE (Fig. 9).

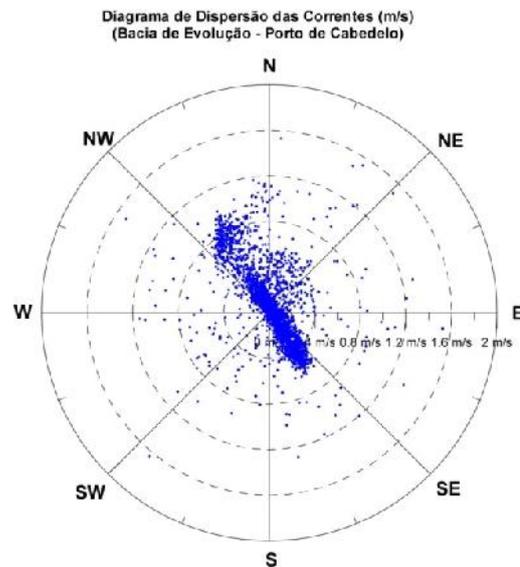


Figura 9: Diagrama de dispersão das correntes (m/s) para a bacia de evolução e canal de acesso ao Porto de Cabedelo.

Foram analisados os dados sinóticos de direção e altura significativa (H_s) das ondas, na região costeira e na bacia de evolução do Porto de Cabedelo foram medidas a cada 0,5 s com ADCP da NORTEK fundeado nas duas estações fixas de medição. De acordo com os dados, foi observada a predominância de ondas com alturas significativas próximas a 1,21 metros e alturas máximas de 2,16 metros para a região da zona costeira (Fig. 10). Na bacia de evolução do Porto de Cabedelo ocorrem alturas mínimas de 0,09 metros, média de 0,21 metros e máximas de 0,30 metros (Fig. 11), evidenciando a situação de “bom tempo”, com predominância de mar local, durante todo o período amostrado.

O período de pico das ondas (T_p , s) apresentou mediana de 5,04 s, predominando ondas com $T_p < 6$ s e alturas significativas (H_s) inferiores a 0,30



m. Valores máximos e médios de H_s foram de 0,85 e 0,13 m, respectivamente.

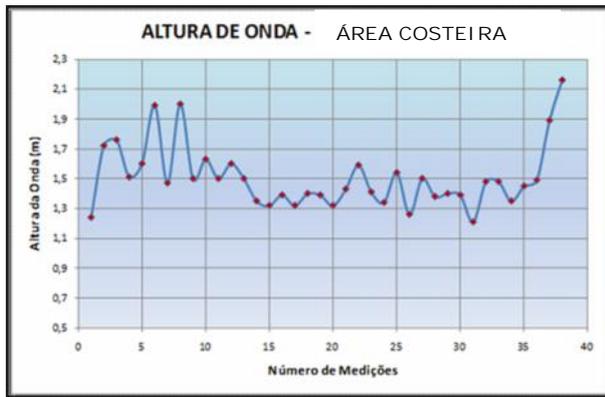


Figura 10: Freqüência relativa das alturas significativas (H_s) dos dados de onda para a região costeira do Porto de Cabedelo.

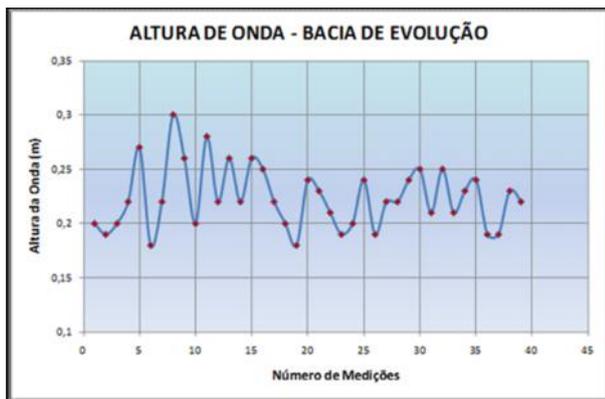


Figura 11: Freqüência relativa das alturas significativas (H_s) dos dados de onda para a bacia de evolução do Porto de Cabedelo.

De acordo com o diagrama de dispersão das alturas das ondas para a região costeira e da bacia de evolução do Porto de Cabedelo (Fig. 12), onde as ondas com moderada a forte vêm da direção E para a região costeira localizada a cerca de 6 km em direção a *offshore*. Porém, na dispersão das ondas na bacia de evolução do Porto de Cabedelo, ocorre uma dispersão da onda alterando o sentido e altura da mesma (Fig. 13) observa-se que as ondas vem do quadrante E, e do quadrante SE, sendo este último provocado pelos ventos

oriundos do continente, com menos intensidade e amplitude que na região costeira (mar aberto).

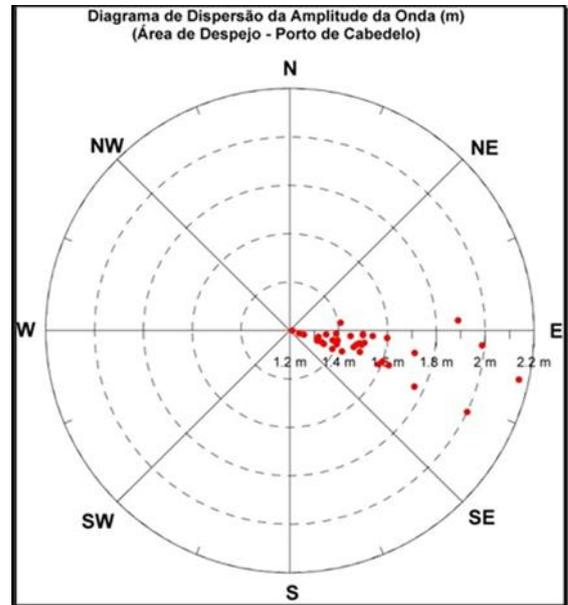


Figura 12: Diagrama de dispersão das alturas de ondas para a região da zona costeira do Porto de Cabedelo.

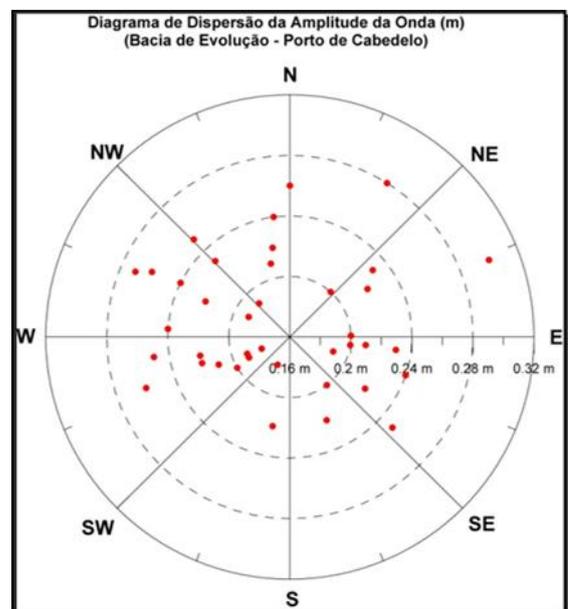


Figura 13: Diagrama de dispersão das alturas de ondas para a região da bacia de evolução do Porto de Cabedelo.

3.3. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto



3.3.1. Composição NWDI

A composição NWDI, apresentada na figura 14, produziu um maior realce nas áreas submersas, em função do aumento nos contrastes da baixa reflectância da água, o que favoreceu uma melhor definição dos corpos d'água e dos canais de maré que recortam o estuário.

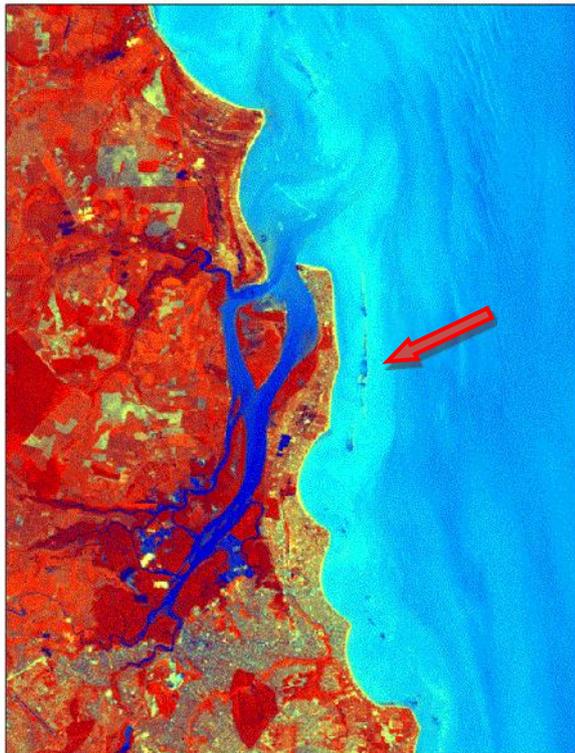


Figura 14: Imagem da composição colorida das bandas NDWI do Landsat 7 ETM+ combinadas em RGB realçando as áreas submersas e possíveis arenitos praias presentes no ERP, 2001.

3.3.2. Composição NDWI – PC1 – Sun Angle E W 5X5

A composição NDWI – PC1 – SUN ANGLE E W 5X5, apresentada na figura 15, produziu um realce nas áreas submersas, realçando a morfologia e possíveis arenitos praias presentes no ERP.

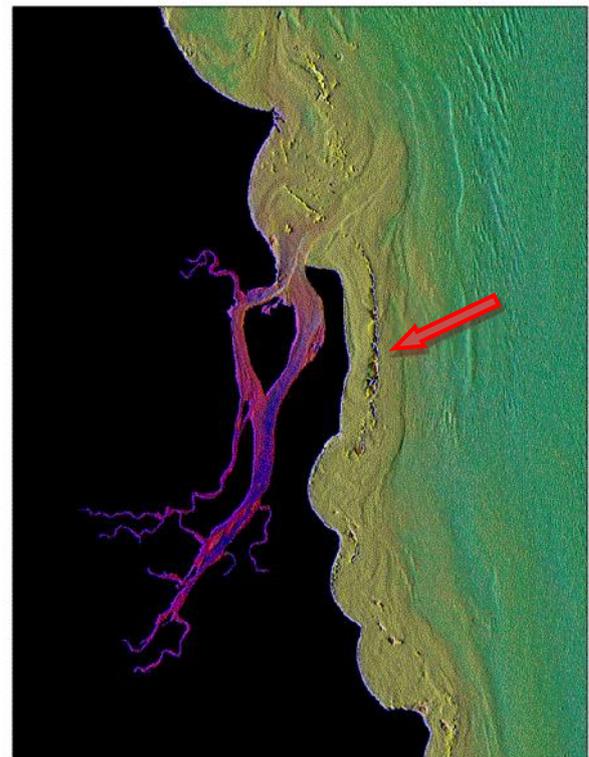


Figura 15: Imagem da composição colorida das bandas NDWI - PC 1 – SUN ANGLE, E W 5x5 do Landsat 7 ETM+ combinadas em RGB realçando a morfologia submersa e arenitos praias presentes no ERP, 2001.

4. CONCLUSÕES

O processamento geoestatístico possibilita o tratamento eficiente e eficaz de dados ambientais, proporcionando agilidade e confiabilidade nos resultados obtidos, pois a geoestatística tem por objeto a caracterização da dispersão espacial e espaço-temporal das grandezas que definem a quantidade e a qualidade de recursos naturais, por exemplo, a contaminação de solos e aquíferos, temperatura e pluviometria de uma região (SOARES, 2000).

A associação de procedimentos de estatísticas espaciais aos SIGs é importante porque permite representações com hipóteses mais próximas do contínuo dos fenômenos ambientais e também porque quantifica as



imprecisões associadas aos produtos trabalhados.

As técnicas de aquisição de dados hidroacústicos utilizando em conjunto levantamentos batimétricos de alta e baixa frequência, se mostraram excelentes ferramentas para obter informações sobre a localização de corpos rochosos submersos e a espessura desses corpos, além de obter a relação entre tipos de leito e as condições hidrodinâmicas atuais na região.

A partir do digrama de dispersão dos vetores de correntes da bacia de evolução do Porto de Cabedelo, podemos observar como a corrente de maré sofre uma canalização devido ao canal do rio Paraíba do Norte e com sentido bidirecional provocado pelo efeito da maré (vazante e enchente) na bacia de evolução Porto de Cabedelo, no sentido NW-SE.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, pela bolsa de estudo concedida, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo (PPGCEP/UFRN), ao Laboratório de Geoprocessamento (GEOPRO/UFRN), a Anderson Targino pelo auxílio com o processamento digital de imagens e a Eugênio Frazão por ter auxiliado nas saídas de campo e nas atividades de laboratório.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUEDES, L. **Monitoramento geoambiental do estuário do rio Paraíba do norte – PB por meio da cartografia temática digital e por meio de produtos de sensoriamento remoto.** Dissertação do Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2002. P.6, 38.

Mapa Batimétrico do Estuário do Rio Paraíba do Norte. 1980. Escala 1:25.000. NEPREMAR. Nucleo de Estudos e Pesquisas dos Recursos do Mar. Projeto Estudos Ecológicos no Estuário do Rio Paraíba do Norte – PB.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo.** Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental, Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiros e Marinheiros. 2002.

MOREIRA, E. R. F. & TARGINO, I. 1997. **Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba.** João Pessoa, Universitária, 332p.

MOREIRA, E. R. F. 1988. **Evolucions et Transformations Récents de l'organisation de l'espace agraire de la Paraíba.** Paris, Tese de Doutorado, 596p.

NEPREMAR 1980. Núcleo de Estudos e Pesquisas dos Recursos do Mar. **Estudos Ecológicos no Estuário do Rio Paraíba do Norte – PB.** Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB. *Relatório Técnico Final.* 162p.

SOARES, A. (2000). **Geoestatística para as Ciências da Terra e do Ambiente.** Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 203 págs.