

# ANÁLISE DE DADOS A PARTIR MEDIÇÕES IN SITU NO LITORAL SETENTRIONAL DO RIO GRANDE DO NORTE - BRASIL

M.F.A. MATOS

*PPGG/GEOPRO/UFRN, CP. 1596, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil, fatimaalves@geologia.ufrn.br*

C.J.E.M. FORTES

*LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, Portugal, jfortes@lnec.pt*

V.E. AMARO

*PPGG/GEOPRO/UFRN, CP. 1596, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil, amaro@geologia.ufrn.br*

A.C. SCUDELARI

*LARHISA/UFRN, Campus Universitário – Lagoa Nova, CEP 59078-970, Natal, Brasil, ada@ct.ufrn.br*

C.F. NEVES

*COPPE/UFRJ, Cidade Universitária, CEP 21949-900, Rio de Janeiro, Brasil, neves@peno.coppe.ufrj*

## Resumo

O litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, situado no nordeste do Brasil, é singular pela presença de manguezal, ilhas barreiras, esporões e barras arenosas, estando sujeito a intensos processos costeiros, sobretudo resultantes dos processos físicos oceanográficos e climáticos, constantemente gerados pela ação das ondas e correntes, assim como, pela ação das marés semidiurnas. Essa região ainda é incipiente no que se refere ao monitoramento sequencial de parâmetros oceanográficos. Tais informações são imprescindíveis para o conhecimento e entendimento do ambiente costeiro estudado, uma vez que nesta região a ocupação de atividades económicas é fortemente atuante tanto pela extração do sal, como principalmente pela exploração do petróleo. Sendo assim, essas atividades tornam a região com um alto grau de sensibilidade ambiental. Desta forma, campanhas experimentais de campo com fundeio de bóias oceanográficas e medidores acústicos por efeito doppler, vem sendo ampliado, ainda que em pequenas dimensões, considerando o tamanho do trecho litorâneo, com a finalidade de se estabelecer uma parametrização dos padrões de ondas (momentos espectrais, variações, alturas significativas, períodos, direção e progagação), dos perfis de correntes e efeitos da maré atuantes na área. O foco deste trabalho discute e apresentar os resultados de dados obtidos por meio dos perfiladores acústicos de correntes e ondas Aquadopp e Awac, no sentido de contribuir para o estudo da hidrodinâmica e morfodinâmica da região.

**Palavras-chave** - Medições in situ, Ondas e Correntes, Nordeste do Brasil.



## 1 INTRODUÇÃO

O litoral norte do Rio Grande do Norte, no nordeste do Brasil, encontra-se situado em uma área de intensa hidrodinâmica costeira, resultantes da combinação de fenômenos geológicos, oceanográficos, climáticos, biológicos e, associados a estes, há as questões antrópicas.

A instabilidade morfológica do litoral é evidenciada por processos de erosão e de acresção da linha de costa, resultantes da ação constante das ondas, das variações do nível do mar, das condições climáticas da natureza, das sequências geológicas, das atividades neotectônicas e do suprimento de sedimentos carregados pelos rios e oceano, que controlam o desenvolvimento de feições erosivas e construtivas na faixa litorânea (SOUTO *et al.* 2006).

É nesta perspectiva de tentar compreender os processos costeiros e marinhos responsáveis por modificações impostas ao meio ambiente sejam eles construtivos ou destrutivos, que trouxe a necessidade do monitoramento ambiental nesta região a partir de meados da década de 1980 (NASCIMENTO, 2009). Uma vez que nesta região, os ecossistemas são frágeis e coexistem com algumas das principais atividades socioeconômicas do Estado, como por exemplo, a exploração petrolífera, a produção de sal marinho, a carcinicultura, a agricultura, a pesca e turismo (Silva *et al.*, 2010). Tais atividades são conflitantes entre si, tanto pelo espaço físico ou pela relevância quanto ao risco ambiental do derramamento de óleo.

É seguindo este princípio que este trabalho foi desenvolvido, tendo como objetivo principal o monitoramento hidrodinâmico de ondas e correntes marítimas do litoral setentrional do Rio Grande do Norte. Tais conhecimentos são importantes para o entendimento da morfodinâmica costeira e dinâmica sedimentar.

Desta forma, campanhas experimentais de campo com fundeio de correntômetros do tipo ondógrafo e medidores acústicos por efeito doppler, vem sendo efectuadas ainda que em pequenas dimensões, considerando o tamanho do trecho litorâneo, com a finalidade de se estabelecer uma parametrização dos padrões de ondas (momentos espectrais, variações, alturas significativas, períodos, direção e propagação), dos perfis de correntes e efeitos da maré atuantes na área.

Os locais de medição definidos para este trabalho, situam-se entre os estuários de Macau e Guamaré (Figura 1). Tais locais foram estabelecidos diante da intensa dinâmica ocorrente na área. É nesta seção do litoral onde ocorre o maior transporte de sedimentos, ação das ondas e correntes de deriva. A caracterização dos padrões de ondas e correntes na área, permitirá contribuir para o entendimento, sobretudo da modificação costeira, dos sistemas ilhas barreiras Ponta do Tubarão e Barra do Fernandez, associadas as condições de variação do nível do mar.

O uso de diferentes medidores e sua comparação permitirá ainda definir uma parametrização de coleta de dados e também uma estratégia metodológica adequada ao monitoramento ambiental. Mais ainda permitirá inseri-las no âmbito das redes de monitoramento da costa nordeste brasileira..

## 2 ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 Dados Gerais

O litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, situado no nordeste do Brasil, é caracterizado pela presença de mangueis, ilhas barreiras, esporões e barras arenosas, estando sujeito a intensos processos costeiros, sobretudo resultantes dos processos físicos oceanográficos e climáticos, constantemente gerados pela ação das ondas e correntes, assim como, pelo regime das



meso-marés semidiurnas. A área de estudo está situada no mar, na porção rasa da plataforma continental adjacente, nos limites da isóbatas de 5 a 10 metros de profundidades, entre os estuários dos municípios de Macau e Guamaré, nos limites das coordenadas: 5°5',0"S - 36°39',0"W e 4°49',0"S - 36°17',0"W (Figura 1).

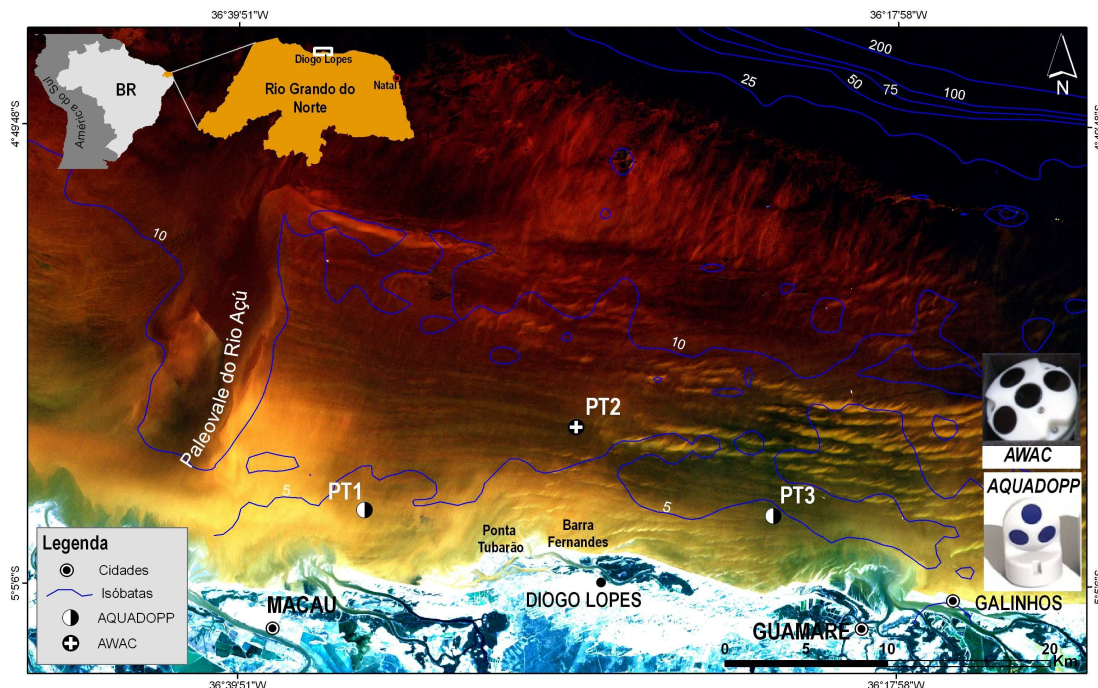


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo e pontos de monitoramento e das medições dos dados de ondas e correntes do litoral setentrional do Rio Grande do Norte.

A região está exposta à ação de ondas, correntes, marés e ventos, que atuam na configuração do ambiente praial. A ação das ondas e ventos age diretamente sobre o relevo costeiro, promovendo o retrabalhamento e redistribuição dos sedimentos depositados na costa. Contudo, a necessidade de estabelecer a exatidão de processos rigorosamente causados pelo efeito das ondas e dos ventos, depende de uma série temporal a longo prazo, em função dos fenômenos climatológicos de escalas globais.

Destas condições, as informações das características das ondas tem sido obtidas no âmbito de uma pela ação integrada de projetos entre as universidades, institutos e agências de pesquisas em parceria com as empresas atuantes na área.

Ainda que pontuais e esporádicas as informações dizem respeito principalmente à zona próxima da linha de costa e à zona de arrebatção das ondas, referindo-se a medições da altura significativa, período e direções de onda.

### 3 INSTRUMENTAÇÃO E MÉTODOS

#### 3.1 Equipamentos

Foram usados três equipamentos para a aquisição dos dados de ondas, Figura 2: dois perfiladores acústicos de ondas e correntes Modelo Nortek AQUADOPP, configurado com o sensor de ângulo reto e outro perfilador acústico de ondas e corrente Modelo Nortek AWAC, cuja localização se

pode ver na Figura 3. Na Tabela 1 apresentam-se as características de fundeio dos equipamentos com a localização e tipo de sensor, profundidade de fundeio e distância da linha de costa. Na Tabela 2 apresentam-se as definições e as características de aquisição dos dados. Em mais detalhe, tem-se:

- **Aquadopp Profile**®: instrumento que mede o perfil da corrente da água utilizando a tecnologia do efeito *Doppler*. Foi projetado para aplicações fixas e fundeados em uma plataforma de atracação, em bóias ou em qualquer outra estrutura fixa (Figura 2). O Aquadopp, possui três feixes acústicos inclinado em 25° para medir a precisão do perfil da corrente, com 1 HZ para dados de onda ( $\rho$ ,  $U$ ,  $V$ ) intercalados com as médias do perfil de corrente, calcula a altura da onda, período e direção. Este sensor é adaptado para medições de ondas em áreas com períodos de  $T_p > 4-5$  s, para área a longo prazo, é recomendável o uso do AWAC. O método usado pelo sensor para medir as propriedades das ondas direcionais e não-direcionais abaixo da superfície é o *PUV* (NORTEK, 2009). sendo a combinação da medida da pressão  $P$  e os dois componentes horizontal e axial da velocidade orbital da onda,  $U$  e  $V$ .
- **AWAC**<sup>TM</sup>: adaptado para medir perfil de corrente e onda direcional em células de 1 m de espessura na coluna d'água. Mede ondas longas, de tempestade, curtas, vento ou ondas geradas por transientes locais como o tráfego de navios. O sensor é normalmente montado em um quadro na parte superior, protegido contra as severas condições meteorológicas e de navios (Figura 2). Cada transdutor gera um feixe orientado a 25°. O Método da Máxima Verosimilhança – *MLM*, utilizado pelo sistema AWAC, é o método geral para estimar espectros de ondas direcionais (KAHMA et al., 2005; PEDERSEN et al., 2007).

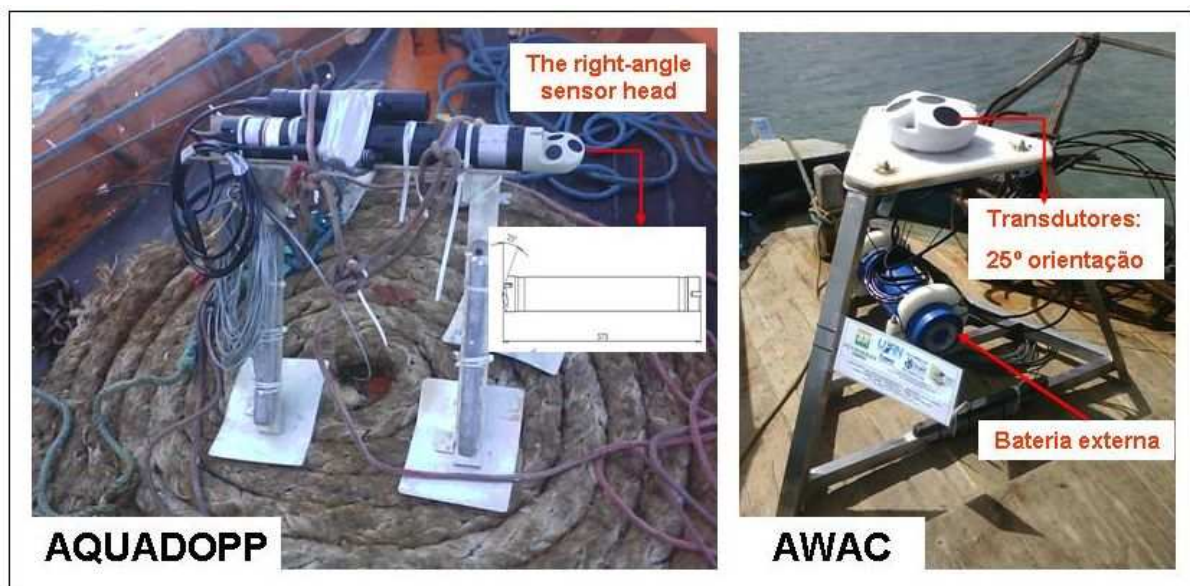


Figura 2. Estrutura de instalação dos equipamentos: Aquadopp e AWAC.

Estes equipamentos foram posicionados no mar em três pontos (Figura 3):

- **PT1 (1º Aquadopp)**: foi posicionado com uma distância de 3.6 km da linha de costa, em águas com profundidades entre 5 e 6 m. Próxima da área encontra-se instalado o campo de produção de petróleo de Serra, instalados muito próximos da linha de costa, com atuação direta das ondas como pode ser evidenciado na Figura 4. Durante as fases de prea-mar, a área ao entorno do campo, fica completamente inundada.



- **PT2 (AWAC):** localizado a norte do esporão arenoso, chamado de Barra do Fernandez, distante cerca de 7,4 km da linha de costa, em profundidades próximas dos 8 metros, conforme se observa na figura 3. Devido a ação conjunta de ondas, correntes e marés, a Barra do Fernandez (Figura 4)a cada ciclo sazonal se rompe o canal de maré.
- **PT3 (2º Aquadopp):** foi posicionado próximo da foz do estuário de Guamaré e Galinhos, com distância da linha de costa de 4,5km.

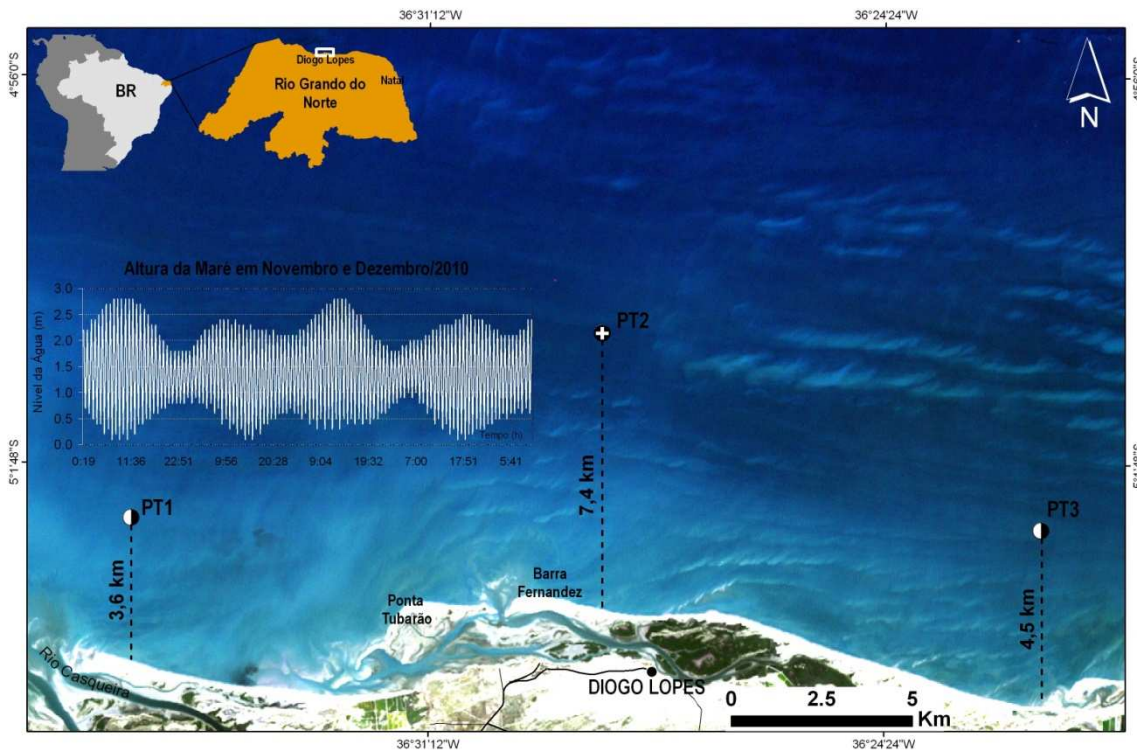


Figura 3. Posicionamento dos pontos em relação à linha de costa e amplitude da maré para os meses de medição.

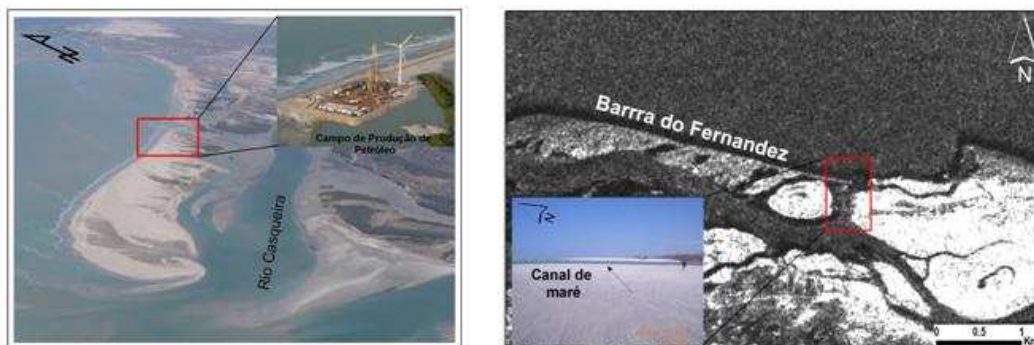


Figura 4. Características dos locais da linha de costa, com destaque para a ação das ondas próximas do campo de produção e das abertura do canal de maré da Barra Fernandez. Fotos : Miriam Cunha e Caio Franco.

Tabela 1 – Definições dos locais dos fundeios para cada sensor: Aquadopp e Awac.

Ponto	UTMX-Z24S	UTMY- Z24S	Sensor
PT1	766768,68	9441999,32	1º AQUADOPP
PT2	779765,47	9447091,11	AWAC
PT3	791880,88	9441626,87	2º AQUADOPP

Tabela 2 - Características e definições de aquisição dos dados de ondas e correntes

Sensor	Intervalo Perfil (s)	Célula (s)	Tam. Célula (m)	Média (s)	Freq. (Hz)	Início Coleta (Data/Tempo)	Final Coleta (Data/Tempo)
1º AQUADOPP	600	20	1	60	1	11/12/10 - 16:01	12/12/10 - 22:01
AWAC	600	20	1	60	1	22/11/10 - 08:31	07/01/11 - 09:31
2º AQUADOPP	600	20	1	60	1	22/11/10 - 10:31	22/11/10 - 19:01

A aquisição dos dados foi nos meses de Novembro e Dezembro, para as estações de medição dos pontos PT1 e PT2, e meses de Novembro para o PT3, nos períodos lunares de minguante e cheia, entre as marés de sizígia.

Dadas as condições ambientais e configuração de aquisição dos dados, durante a coleta dos dados na estação de medições PT3, localizados muito próximos da costa, verificou-se a ocorrência de grande quantidade de material em suspensão o que levou interrupção do funcionamento do equipamento, resultando que no PT3 o período de coleta de dados se resumiu a 8h e 30 min de aquisição. Houve ainda problemas técnicos-operacionais relacionados com as baterias, que descarregaram durante o período de coleta.

Na Figura 3 referem-se para além dos locais de instalações do equipamentos, das condições de marés para os meses de Novembro a Dezembro de 2010 (DHN, 2010). A maré da região é semidiurna, Tabela 3, onde o Nível Médio ( $Z_0$ ) estabelecido é 139 cm acima do RN (Nível de Redução) com médias de prea-mares de sizígia (MHWS) de 234 cm acima do RN, média de prea-mares de quadratura (MHWN) de 221 cm, média de baixa-mares de sizígia (MLWS) de 43 cm abaixo do RN e média das baixa-mares de quadratura (MLWN) de 56 cm conforme a Figura 3.

Tabela 3 - Características da maré para o período de medição para estação Maregráfica de Macau, DHN.

Macau	
Latitude e Longitude	05°06,0'S - 036°40,4W
Nível Médio	139 cm
Média das Prea-mares de Sizígia	234 cm
Média das Prea-mares de Quadratura	221 cm
Média das Baixa-mares de Sizígia	43 cm
Média das Baixa-mares de Quadratura	56 cm

### 3.2 Processamento dos Dados:

Os dados foram submetidos a uma verificação para filtragem e tratamento, foram processados pelo software STORM Nortek (Manual Técnico), do mesmo fabricante dos equipamentos usados para a coleta dos dados (AWAC e AQUADOPP).

Os procedimentos de processamento são os indicados na Figura 5.



**Processamento dos dados de ondas :** 1) indica os dados de ondas; 2) parâmetros de ondas ; 3) Espectro de onda direcional; 4) Espectrograma.

**Processamento dos dados de corrente :** 1) dados da corrente e sensor ; 2) velocidade da corrente.

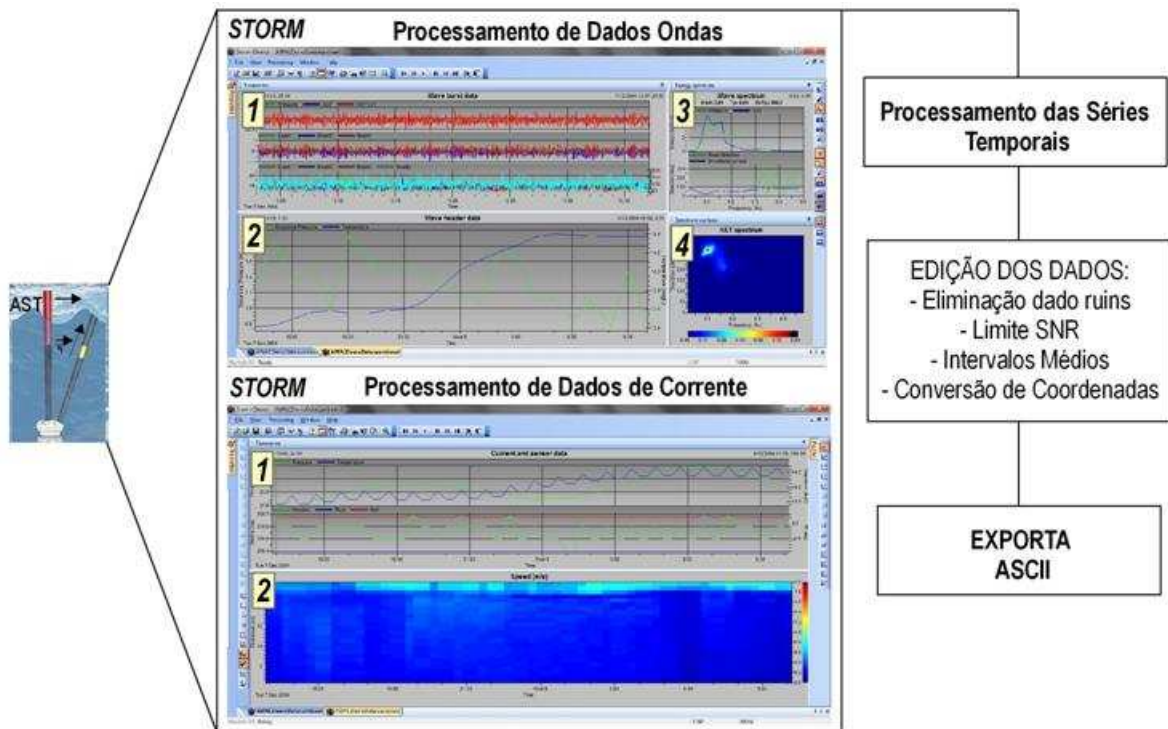


Figura 5. Processamento dos dados de ondas e correntes pelo STORM (Nortek), com visualização das janelas redimensionáveis dos dados e perfis da coluna d'água

## 4 RESULTADOS, ANÁLISES E DISCUSSÃO

Nas seções abaixo, são apresentados os resultados dos dados de corrente e ondas obtidos pelos sensores acústicos e comparados entre si, e no desempenho da capacidade de medição dos sensores considerando as características ambientais da área de estudo.

Foram analisados os dados de velocidades e direção das correntes, e os dados de ondas, assim como foi gerada uma análise estatística dos dados de ondas.

### 4.1 Análise Temporal das Correntes

Para as análises do comportamento dinâmico das correntes dos registros dos fundeios, apenas foram analisados os parâmetros de velocidade e direção da corrente, a partir das 16:00h do dia 11 de Dezembro até às 22:00h de 12 de Dezembro, para as estações de medições dos registros PT1 e PT2, pois tratava-se do período simultâneo entre estes dois instrumentos. O PT3, como está associado a um tempo de aquisição muito inferior ao dos outros instrumentos, e noutra altura - dia 22 de Novembro (conforme a Tabela 2) não foi possível estabelecer comparação com os demais registros.

No primeiro registro, PT1 obtido pelo perfilador acústico Aquadopp, a velocidade da corrente do tempo de aquisição foi a mais baixa entre os demais registros, variou entre 1 a 21 cm/s, e as direções concentraram-se entre 250° a 350° (Figura 6). Os maiores percentuais de variação decaem entre as 12 horas do dia, os maiores valores das velocidades foram observadas nas últimas horas diurnas.

Na sequência do registro do PT2 obtido pelo sistema AWAC, observa-se que as velocidades são maiores que 0,3 m/s e mantêm-se com médias de 20 cm/s ao longo dos dois dias de medições. As componentes direcionais mais frequentes são entre 250° a 350°, com poucas variações de 0° a 80° (Figura 7).

As oscilações das variações das velocidades da corrente, ocorre porque são muito inconstantes. Uma vez que, os ventos, aproximação da costa e outros agentes externos interagem em sua velocidade e direção. Portanto, os sensores de medição mostraram-se com boa coerências quanto às estimativas das velocidades e direção das correntes.

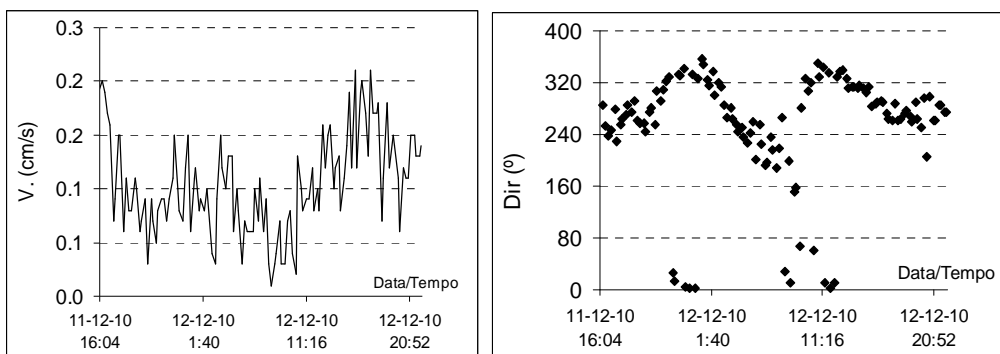


Figura 6. Medições do dia 11 e 12 de Dezembro para a estação do PT1 (Aquadopp): velocidade da corrente (esquerda) e direção da corrente (direita).

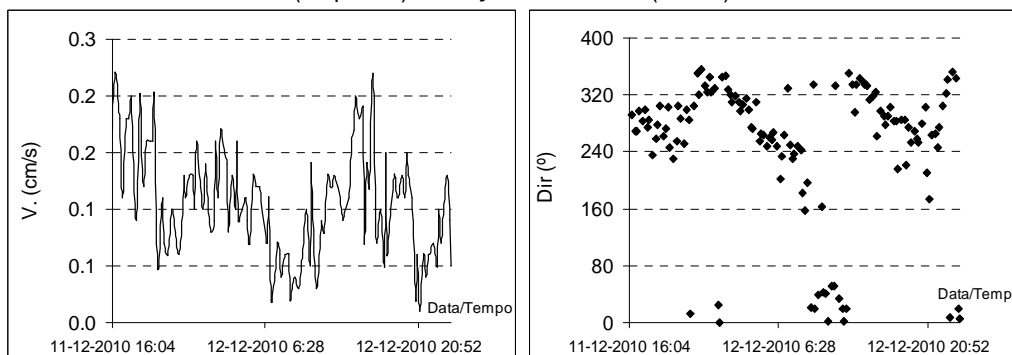


Figura 7. Medições ocorridas no dia 11 e 12 de Dezembro para a estação do PT2 (AWAC): velocidade da corrente (esquerda) e direção da corrente (direita).

A variação da superfície livre de elevação da água manteve-se coerente entre os locais de medição: a variação entre as médias das profundidades dos dois registros é função do posicionamento dos sensores em profundidades diferentes. O PT1 que relaciona as medidas do sensor Aquadopp, apresentou 1,6 m entre a menor e a maior elevação da superfície livre, e o PT2, com a medidas do sistema AWAC, apresentou 1,7 m de variação (Figura 8).



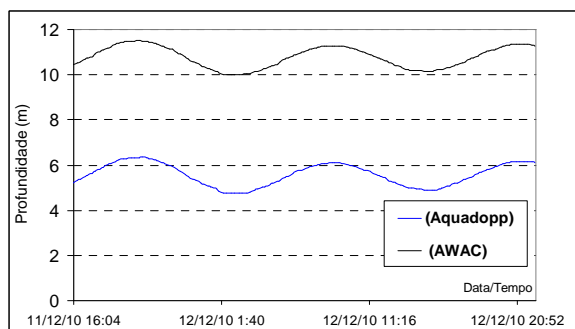


Figura 9. Superfície de elevação livre obtida pelo sensor de pressão do Aquadopp e AWAC, para os dias 11 a 12 de Dezembro (PT1 e PT2).

## 4.2 Estimativas das Ondas

A metodologia de implementação dos experimentos para estimativas de ondas direcionais em modo estacionário em plataformas fixas, obteve um conjunto de dados esperados. Uma das maiores dificuldades com as estimativas de ondas direcionais verifica-se quando a energia da onda é relativamente baixa. Durante estes períodos, as velocidades orbitais da onda apresentam amplitudes reduzidas, portanto, são mais vulneráveis às fontes de ruído (PEDERSEN *et al.*, 2007) quando são implementadas em bóias em movimento.

Para tais estimativas, considerou-se o intervalo de tempo a partir das 16:00h do dia 11 de Dezembro até às 22 horas do dia 12 de Dezembro, de modo a estabelecer possíveis comparações nas médias da ondas de ambos os sensores acústicos.

Da Figura 10 à Figura 12, são apresentados as componentes das condições de ondas : altura significativa (HS), altura máxima (Hmax), período médio (TZ), período de pico (TP), a direção média (Dir\_med) e direção de pico (Dir\_Tp), dos registos (PT1 e PT2) obtidos pelos perfiladores acústicos (AQUADOPP e AWAC).

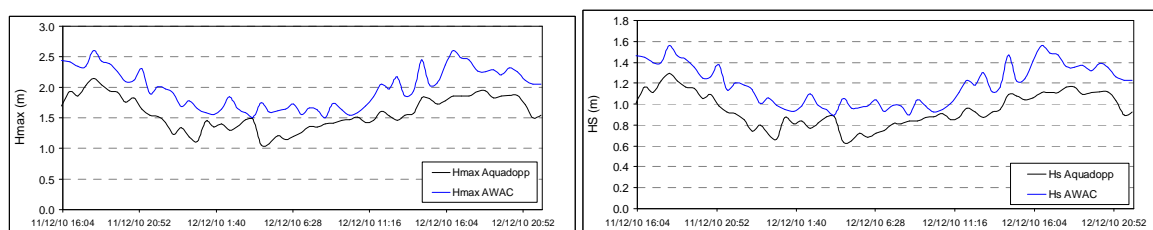


Figura 10. Alturas significativas e alturas máximas da onda obtidas pelos perfiladores acústicos para os registos PT1 (AQUADOPP) e PT2 (AWAC), em diferentes condições de profundidades.

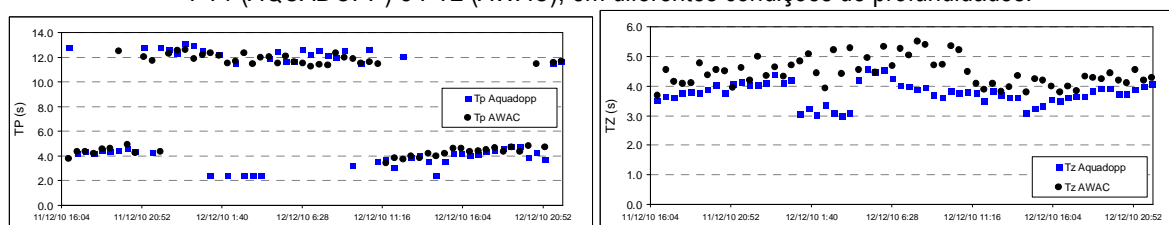


Figura 11. Períodos médios e períodos de pico da onda obtidas pelos perfiladores acústicos para os registos PT1 (AQUADOPP) e PT2 (AWAC), em diferentes condições de profundidades.

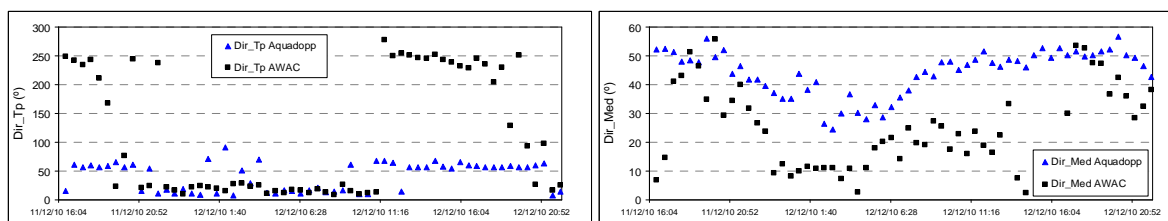


Figura 12. Direção média e direção de pico da onda obtidas pelos perfilafores acústicos para os registos PT1 (AQUADOPP) e PT2 (AWAC), em diferentes condições de profundidades.

Da Tabela 4 à Tabela 5 mostram-se as estatísticas obtidas com base nos registos durante o período de 11 a 12 de Novembro de 2010 para o PT1 e PT2.

Tabela 4 – PT1. Estatísticas.

Descrição Estatística	HS	Hmax	TZ	TP	Dir_Med	Dir_TP	Pressão
Média	0.94	1.58	3.76	7.33	44.26	40.72	5.62
Erro Padrão	0.02	0.04	0.05	0.55	1.02	3.14	0.06
Mediana	0.92	1.53	3.77	4.45	46.76	56.18	5.67
Desvio Padrão	0.16	0.28	0.38	4.25	7.89	24.30	0.49
Variancia da Amostra	0.03	0.08	0.14	18.02	62.30	590.36	0.24
Curtose	-0.96	-0.97	-0.08	-1.86	-0.17	-1.62	-1.34
Assimetria	0.07	0.06	-0.17	0.30	-0.84	-0.13	-0.20
Gama	0.65	1.09	1.6	10.64	32.27	84.18	1.58
Mínimo	0.64	1.06	2.98	2.42	24.48	7.46	4.78
Máximo	1.29	2.15	4.58	13.06	56.75	91.64	6.36
Soma	56.56	94.51	225.47	439.87	2655.32	2443.15	337.12
Contagem	60	60	60	60	60	60	60

Tabela 5 – PT2. Estatísticas.

Descrição Estatística	HS	Hmax	TZ	TP	Dir_Med	Dir_TP	Pressão
Média	1.18	1.97	8.34	4.47	111.89	25.26	10.79
Erro Padrão	0.03	0.04	0.49	0.06	13.80	1.92	0.06
Mediana	1.18	1.98	11.41	4.39	27.33	23.29	10.82
Desvio Padrão	0.19	0.32	3.81	0.47	106.87	14.36	0.47
Variancia da Amostra	0.04	0.11	14.52	0.22	11422.05	206.09	0.22
Curtose	-1.24	-1.26	-2.01	-0.54	-1.81	-0.78	-1.35
Assimetria	0.21	0.20	-0.13	0.53	0.37	0.44	-0.20
Gama	0.66	1.1	9.15	1.84	268.88	53.4	1.51
Mínimo	0.9	1.5	3.44	3.68	8.41	2.45	9.99
Máximo	1.56	2.6	12.59	5.52	277.29	55.85	11.5
Soma	70.98	118.53	500.36	268.11	6713.68	1414.39	647.4
Contagem	60	60	60	60	60	60	60

Os dados de ondas acima apresentados, demonstram acordos favoráveis. Contudo, nota-se que as diferenças entre HS e Hmax para os dois instrumentos, são pequenas, devendo-se considerar as diferentes profundidades (Figura 10). Nota-se que os valores de HS do sistema AWAC, apresentaram maiores variações. Durante as maiores alturas de ondas significativas HS, os períodos de picos aumentaram tipicamente e com maior parte das ondas chegando de nordeste. Para as alturas máximas Hmax, também se verificou um comportamento semelhante.

Os períodos de médios TZ do PT1, apresentados na Figura 11, foram semelhantes para certos intervalos de tempo, com os de PT2, diferentemente do período de pico Tp, as semelhança dos valores foi maior.

Em relação a qualidade dos dados brutos do Aquadopp e AWAC, mostraram-se em concordância para os registros, apesar de que tais equipamentos possuem métodos de análises diferentes (PUV e MLM) para estimar os parâmetros de ondas. Porém, isso não descarta as irregularidades muito distantes observadas nas direções médias e de pico (Figura 12).

Os gráficos indicam que a maior parte das ondas chegam de nordeste. A maior disparidade foi em relação as direções de pico do sistema AWAC, que apresentou dois momentos de médias direcionais, com ondas chegando de nordeste e oeste-sudoeste. Para este referido ponto de medição, vale apenas ressaltar que encontra-se mais distante da linha de costa, e em maiores profundidades, possivelmente, ocorreu chegadas de ondas de ventos e outras ondulações presentes na área, uma vez que ao entorno, estão instaladas as grandes plataformas de exploração de petróleo, podendo gerar ondas transitórias pela passagem de navios.

### 4.3 Coeficiente de correlação

Dadas as condições de coerência dos perfiladores acústicos, como forma de estabelecer parâmetros comparativos estatísticos, foi feita uma análise do coeficiente de correlação linear entre as medições dos perfiladores acústicos: Aquadopp\_PT1 e Awac\_PT2 (Figura 13).

No primeiro caso, são apresentados os valores das alturas significativas HS de ondas entre o PT1 (Aquadopp) e o PT2 (AWAC). Os resultados do coeficiente de correlação de *Person* muito próximo de 1 (*Coeff. Corr.* = 0,9013032), o que indica que os dois conjuntos de dados de diferentes sensores apresentam uma correlação positiva.

No outro caso, são apresentados os valores dos períodos médios para cada registro. Nota-se que para esses valores o coeficiente de correlação de *Person*, decai (*Coeff. Corr.* = 0,6738339), porém, é maior do que 0,5, portanto, com índices aceitáveis e correlação positiva para os sensores.

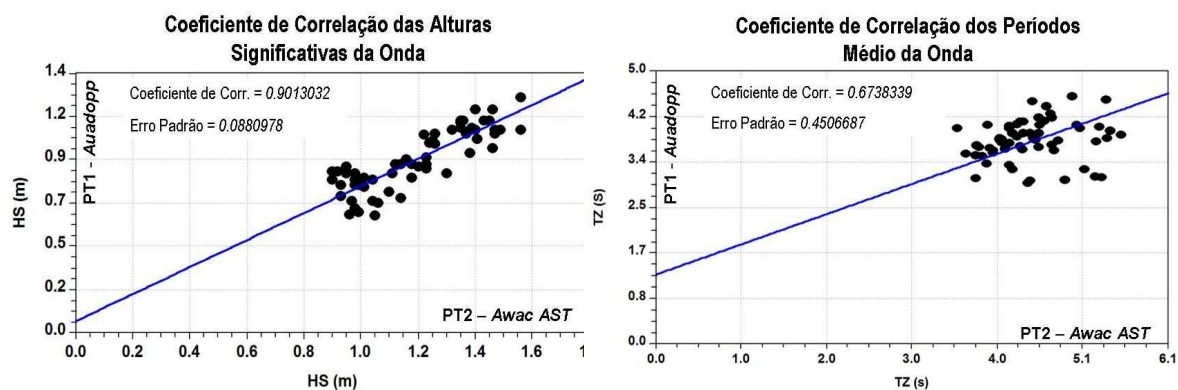


Figura 13. Coeficiente de correlação linear entre os dados obtidos pelos perfiladores acústicos para os registos PT1 e PT2, em relação a HS e TZ, respectivamente.

## 5 CONCLUSÕES

Diante dos objectivos expostos, este trabalho apresenta os primeiros resultados de medições *in situ*, de correlacionar e comparar dados de ondas e correntes, por meio de instrumentos e métodos de análises diferentes, PUV (Aquadopp) e MLM (AWAC). Tais equipamentos mostram-se com bom desempenho quanto ao rastreio de medições de ondas.

O Aquadopp e o AWAC, representam um sistema de medição de ondas em águas costeiras com vários controles internos e modos de estimativas independentes, assim como apresentam um modo de extrapolação e interpolação dos dados em modelo ASCII e Excel, capazes de gerar melhores análises. Uma questão importante ainda, que foi observada pelo desempenho dos dois equipamentos foi em relação a não presença dos efeitos de atenuação, em relação as profundidades diferentes, uma vez que as medições foram feitas em águas pouco profundas.

Os dados quando comparados a estudos anteriores realizados no trecho do litoral norte do Rio Grande do Norte, observa-se uma certa concordância para as alturas significativas HS, período médio TZ, e direção média Dir\_Med das ondas. O mesmo ocorreu para as medidas dos registos das velocidades e direções das correntes.

Para concluir, ressalta-se ainda que tais comparações foram feitas com uso de equipamentos de mesmo fabricante e do tipo perfilador acústico de ondas e correntes. Para melhores comparações dos dados e entendimento dos campos de ondas e correntes, sugere-se o uso de equipamentos do tipo correntômetro eletromagnético, ondógrafo, com implementação de medições simultâneas, com temporalidade de longo prazo e contínua na faixa de altas frequências, fazendo uso dos diversos instrumentos na mesma altura. Tal será objecto de futuros estudos.

## 6 AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem a fonte financiadora brasileira CAPES, pela concessão da bolsa através da Rede Amigos Boussinesq, às equipes de trabalhos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN e do Laboratório de Engenharia Civil de Portugal - LNEC.



Agradecem ainda à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) pelo financiamento concedido através dos projectos PTDC/AMB/67450/2006 e aos projetos cooperativos HIDROSEMA e MOLECO, da Rede de Monitoramento: REDE5-PETROMAR/CTPETRO-FINEP/PETROBRAS/CNPq.

## 7 REFERÊNCIAS

- DHN, 2010. Tabuá de maré do Porto de Macau. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Marinha do Brasil.
- KAHMA, K.; HAUSER, D.; KROGSTAD, H. E.; LEHNER, S.; MONBALIU, J.; WYATT, L. R. 2005. Measuring and analysing directional spectra of ocean waves, COST Action 714, EUR 21367, Brussels.
- NASCIMENTO, M. C. 2009. A erosão costeira e sua influência sobre a atividade petrolífera: alternativas sustentáveis na mitigação de impactos ambientais. Dissertação de Mestrado. Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 229p.
- NORTEK. 2005. AWAC. Acoustic wave and current meter. User guide. Doc. N.3000-126, Norway, 90p.
- NORTEK. 2010. Nortek primers: getting started with waves measurements. Documents, USA, 8p.
- PEDERSEN, T.; SIEGEL, E; WOOD, J. 2007. Directional wave measurements from a subsurface buoy with an acoustic wave and current profile (AWAC). MIS, 0-933957-35-1, 10p.
- SILVA, D. R. V.; AMARO, V. E., SOUTO, M. V. S.; NASCIMENTO, M. C.; PEREIRA, B. R. 2010. Geomorfologia de uma área com alta sensibilidade ambiental na Bacia Potiguar (NE Brasil). Gerenciamento Costeiro Integrado, v. 10, p.545-566.
- SOUTO, M. V. S.; GRIGIO, A. M.; CASTRO, A. F. AMARO, V. E. 2006. Multitemporal analysis of geoenvironmental elements of the coastal dynamics of the region of the Ponta do Tubarão, city of Macau/RN, on the basis of remote sensing products and integration in GIS. Journal of Coastal Research, EUA. Journal of Coastal Research, Special Issue 39 (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium, Itajaí, SC – Brazil).