



## V SEMINÁRIO E WORKSHOP EM ENGENHARIA OCEÂNICA

Rio Grande, 07 a 09 de Novembro de 2012

### ESTUDO INFERENCIAL PARA A LOCAÇÃO DE UMA FAZENDA EÓLICA NO LITORAL DO PARANÁ.

Bruno Ramos Christófar<sup>1</sup>, Carlos Aurélio Nadal<sup>2</sup>, Carlos Roberto Soares<sup>3</sup>, José Antônio Scotti Fontoura<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica  
e-mail: brchristofaro@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná  
Departamento de Geomática  
e-mail: cnadal@ufpr.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná  
Centro de Estudos do Mar  
e-mail: crsoares@ufpr.br

<sup>4</sup> Universidade Federal do Rio Grande  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica  
e-mail: josefontoura@furg.br

#### RESUMO

*O objetivo deste trabalho é o de determinar um local para a instalação de uma fazenda eólica no litoral do Paraná e inferir qual tipo de fundação poderia ser utilizada para tal finalidade. Os dados de direção dos trens de onda e correntes de deriva litorânea revelaram direções SE e N, respectivamente. Constatou-se a ocorrência de correntes de retorno, que foram importantes na delimitação da área para a implantação das fundações em ambiente offshore. O litoral central paranaense é dominado por sedimentos arenosos, podendo ser utilizados os modelos de fundações do tipo Sucção, Triestacas, Tripés, Treliças e Monoestaca. A região escolhida foi o Balneário de Pontal do Sul, que todavia se sobrepõe a uma área de fundeadouro de navios. Além disso, existem dois parques nacionais, o de Superagui e o da Ilha de Currais, limitando a implantação deste tipo empreendimento na região.*

**Palavras-chave:** *Fazendas Eólicas, Fundações Offshore, Paraná.*

#### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a humanidade é fortemente dependente da energia elétrica, havendo uma tendência de que esta demanda aumente, tornando-se um enorme desafio supri-la sem degradar o meio ambiente. A energia provinda de fontes eólicas é um recurso abundante e, além de segura e limpa, não há custos com aquisição e riscos com preços de combustíveis a longo prazo (Millais, 2005). A fonte de energia eólica também é uma grande saída para países que

tenham pequenas extensões territoriais, mas que tenham zonas costeiras, que dependendo das condições de vento, também poderiam gerar energia em ambientes *offshore*.

Porém, tecnologia *offshore* avança mais a cada ano, pois as fazendas eólicas estão sendo instaladas cada vez mais distantes da costa, e em maiores profundidades, aumentando os custos da instalação e manutenção desses equipamentos, excluindo países que têm grande potencial eólico neste ambiente. Hoje, a distância média da costa das fazendas eólicas é de 12,9 km, e as profundidades médias em torno de 20 m. Além disso, o ambiente *offshore* é muito dinâmico, elevando ainda mais os custos, tornando tímidos os investimentos hoje em dia neste ambiente (GWEC, 2009).

Além disto, são necessários diversos estudos para a viabilização deste tipo de empreendimento. Posteriormente aos estudos de potencial eólico, são necessários ainda estudos geotécnicos, de impactos ambientais, entre outros, para então poder inferir um local ideal para a instalação de fundações no ambiente marinho.

O objetivo deste trabalho é determinar um local para a instalação de uma fazenda eólica e inferir os tipos de fundações poderiam ser utilizadas no município de Pontal do Paraná – PR.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

No município de Pontal do Paraná – PR (Fig. 1) está localizado o balneário de Pontal do Sul, tendo como coordenadas geográficas a latitude  $25^{\circ} 35'S$  e longitude  $48^{\circ} 21'W$ , na desembocadura Sul da Baía de Paranaguá.

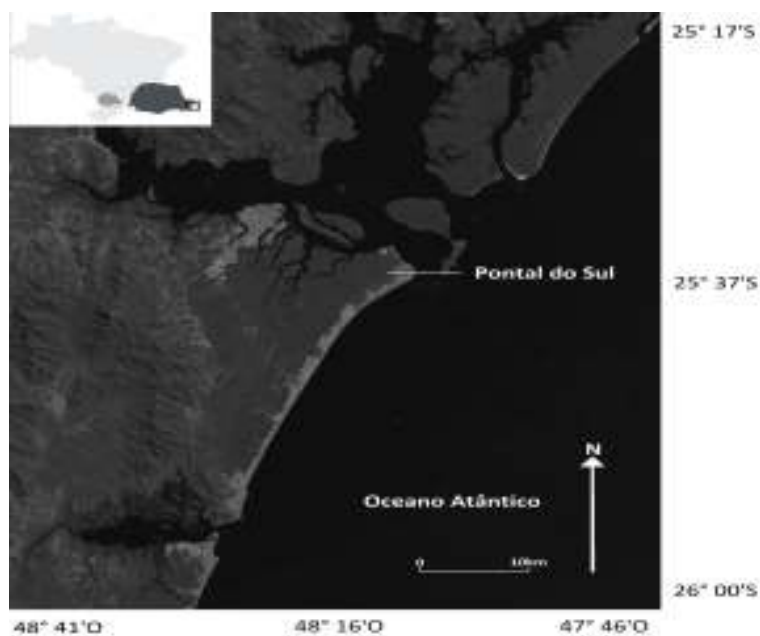


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Fundações e Tipos de Solos para Instalação

No ambiente marinho, para a concepção de uma fazenda eólica, é necessária, primariamente, a instalação de fundações devido à coluna d'água existente nesse ambiente. Todavia, para ocorrer à instalação desses equipamentos no leito oceânico, alguns parâmetros devem ser levados em consideração em um estudo preliminar da região, como a porosidade do solo, estratigrafia, taxa de sedimentação do local, idade do solo, geotecnia e sísmica. Estudos de marés, direção de ondas e correntes também devem ser estudadas antes da instalação das fundações, pois combinadas com as forças de vento que atingem a turbina constantemente, podem gerar fadiga e consequentemente danos a essas estruturas. A profundidade média de perfuração para a instalação destas estruturas é de aproximadamente 25 m no solo oceânico, podendo aumentar de acordo com a altura da torre a ser instalada (DeJong & Westgate, 2005).

Após a realização dos estudos preliminares, é necessária a escolha do tipo de fundação a ser utilizada, levando em consideração a composição sedimentar do solo oceânico do local estudado. Atualmente, o mercado disponibiliza diversos modelos de fundações levando em consideração a economia, resistência do equipamento ao longo do tempo, e tipo de solo que será instalado. O modelo mais comum de fundação para turbinas *offshore* é o de

Monoestaca (Fig. 2 (A)). Esta turbina possui um desenho simples, que consiste em um tubo cilíndrico com uma estrutura subtransicional que conecta a estaca na torre da turbina, de forma eficiente, desde a parte mais alta da torre até abaixo da superfície da água no solo oceânico. A monoestaca é cravada no leito oceânico até a profundidade desejada, sendo descartado seu uso em leitos rochosos. (DeJong & Westgate, 2005).

A fundação do tipo Treliça (Fig. 2 (B)) é de uma estrutura com estacas de aço entrelaçadas que aumenta a sua estabilidade, diminui a resistência a passagem de ondas e correntes. Possui maior superfície de contato com o solo e resistência aos impactos de ondas. Este tipo de fundação é mais utilizada em fundos oceânicos arenosos, facilitando sua instalação (Offshore Wind, 2010).

A fundação do tipo Tripé (Fig. 2 (C)) é composta de uma estrutura de aço com três pernas que apóiam a estaca principal. Para a sua instalação é necessário aprofundar a estaca principal e subsequentemente as laterais até a profundidade desejada. A desvantagem deste tipo de fundação é a de que não pode ser usada em um leito oceânico rochoso (Offshore Wind, 2010).

A fundação do tipo Triestacas (Fig. 2 (D)) consiste em três pilares de aço que são encaixados em uma estrutura de três estacas acima do nível do mar. De acordo com os fabricantes, elas podem ser utilizadas em profundidades entre 25 e 50 m. Só podem ser utilizadas em sedimentos arenosos (DeJong & Westgate, 2005).

Fundações do tipo Gravidade (Fig. 2 (E)) consistem em um grande bloco de concreto, onde a torre da turbina eólica é fixada. Fundações de gravidade são utilizadas em alguns parques eólicos europeus, em lâmina d'água até 10 m. Esse tipo de fundação é muito útil para fundos oceânicos rochosos, havendo maior facilidade de instalação nesse tipo de solo do que os outros tipos de fundações, descritas acima (Offshore Wind, 2010).

A estaca de Sucção (Fig. 2 (F)) consiste no encaixe de um tubo com a parte superior fechada no leito oceânico arenoso. No interior desse tubo é retirado todo o ar existente, ocorrendo uma diferença de pressão entre a parte interna e externa da fundação, fazendo com que esse equipamento rompa o solo até grandes profundidades, adquirindo grande resistência a impactos de ondas e correntes. É importante que a construção seja ajustada de forma uniforme, pois assim constrói-se uma base vertical e segura. Não é necessário o fundeio de estacas para instalar a base de sucção. Utilizável somente em fundos marinhos arenosos.

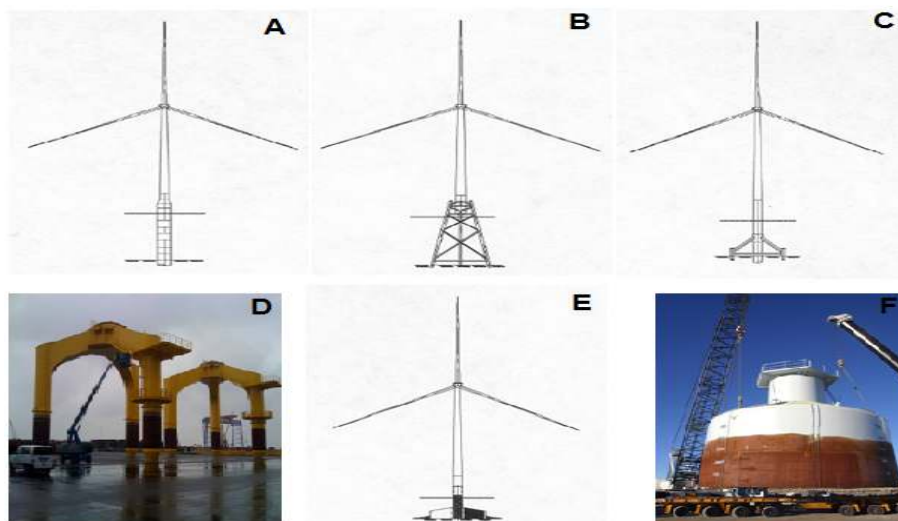


Figura 2. Tipos de fundações: (A) Monoestaca, (B) Treliça, (C) Tripé, (D) Triestacas, (E) Gravidade e (F) Sucção.

Neste estudo, para a análise da composição sedimentar do fundo marinho, foi considerada a região que compreende desde a desembocadura Sul do Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP, até o balneário de Praia de Leste, no município de Pontal do Paraná, a fim de indicar o melhor tipo de fundação para a região. Foram utilizados dados secundários disponíveis na literatura, como os de Vieira dos Santos (1850), Lamour *et al.* (2004), Veiga *et al.* (2006), e Lamour *et al.* (2007).

### 3.2 Esforços de Ondas e Correntes Sobre Fundações

Os esforços de ondas contêm grandes quantidades de energia cinética e força de pressão que produzem grandes e repetidos impactos nas estruturas dos aerogeradores. Deve-se levar em conta, também, que os impactos de ondas em estruturas localizadas longe da costa tendem a ser mais elevadas devido à maior velocidade do vento, maiores profundidades da lâmina d'água e maiores forças das ondas incidindo na fundação e na torre (DeJong & Westgate, 2005).

Os esforços provenientes de correntes consistem de dois a quatro parâmetros, dependendo da profundidade e localização geográfica: correntes geradas por ventos, correntes geradas por marés, quebra de ondas (em águas rasas) e circulação oceânica. As correntes geradas por vento e marés são identificadas através das velocidades das correntes, que variam com a profundidade, gerando esforços maiores na parte superior das fundações (DeJong & Westgate, 2005).

Para a análise dos aspectos físicos de correntes marinhas da região costeira de Pontal do Sul, foram utilizados dados secundários que caracterizam esses processos na região, como os de Portobrás (1983), Camargo *et al.* (1995), Marone *et al.* (1997), Noernberg (2001) e Lima *et al.* (2009).

### 3.3 Área para Instalação

A tecnologia existente hoje possibilita o desenvolvimento de fazendas eólicas marinhas em profundidades de até 30 m ou mais, sendo que as áreas mais profundas poderão ser exploradas em um futuro próximo, com o ganho de experiência (particularmente na Europa) e avanços tecnológicos.

Recentemente projetos como o *Barrow* no Reino Unido e o Q7 na Holanda tiveram profundidades médias de 23 e 24 m, respectivamente. Contudo, esses projetos não estão operando há muito tempo, não podendo ser avaliado ainda os custos efetivos e adequações de tais instalações. O projeto *Beatrice*, na costa da Escócia, foi construído em profundidade de aproximadamente 45m (DeJong & Westgate, 2005; Helimax, 2008).

No que diz respeito às restrições físicas, na Tabela 1 é mostrado um *ranking* de locais para a escolha próxima do ideal levando em conta diversas características (Helimax, 2008).

Tabela 1 - Locais favoráveis à instalação de fazendas eólicas em ambiente *offshore*.

Características	Desfavorável	Pouco Favorável	Favorável	Muito Favorável
Profundidade Média (m)	20-30	18-20	15-18	5-15
Distância da Costa (km)	14+	7-14	4-7	0.5-4
Impacto Visual (km costa-afora)	0-1	1-3	3-9	9+
Densidade Populacional (residentes/km <sup>2</sup> )	45+	20-45	5-20	0-5

Construções como rodovias submersas, hidrovias e naufrágios legalmente protegidos são consideradas restrições físicas. Foram então elaboradas regras, com distâncias mínimas de segurança (Tab. 2) (Helimax, 2008).

Tabela 2 - Restrições e distâncias de segurança para a instalação de fazendas eólicas.

Restrições	Distâncias Segura (m).
Rotas comerciais subaquáticas de trens e hidrovias	1.000
Naufrágios protegidos	500
Rodovias submersas	150
Linha de costa	500
Grandes lagos e pântanos costeiros	Proibido, não há distância de segurança
Reserva ambiental	Proibido, não há distância de segurança
Área de interesse ambiental	Proibido, não há distância de segurança
Parques nacionais	Proibido, não há distância de segurança
Áreas protegidas	Proibido, não há distância de segurança

Utilizando as estimativas obtidas das ondas e correntes locais e da análise sedimentar da região, entre outros parâmetros, foi possível inferir uma área em ambiente *offshore* onde futuramente poderia ser instalado um parque eólico, levando em consideração a metodologia de Helimax (2008). A literatura consultada incluem os trabalhos de Paraná Mar & Costa (2006), DHN (2008) e IBGE (2009).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Esforços de Ondas e Correntes Sobre Fundações

No litoral paranaense foram realizados três levantamentos sobre dados de ondas. O primeiro foi realizado entre os meses de agosto e dezembro de 1982, com um ondógrafo instalado entre a Praia de Leste e o arquipélago de Currais. Este estudo revelou a existência de dois trens preferenciais de ondas, provenientes das direções ENE e SSE/SE, e que as ondas mais altas vêm do quadrante SE (Portobrás, 1983)

O segundo levantamento, efetuado por Marone *et al.* (1997), em períodos de verão, indica que as ondas que adentram o Complexo Estuarino de Paranaguá, pelo setor entre a ilha da Galheta e o balneário de Pontal do Sul,

mostram que as alturas significativas são menores do que 0,5 m, com períodos da ordem de 7 s, com direção média principal de chegada de ondas de SE.

Lima *et al.* (2009), utilizando o dispositivo S4ADW (*InterOcean System Directional Wave Instrument*), coletaram dados de direção dos trens de ondas de outubro de 2006 até janeiro de 2008, entre os balneários de Shangri-lá e Ipanema, na isóbata de 10m, revelando trens de onda com direção predominante de SE.

Para dados de correntes, Camargo *et al.* (1995), baseando-se no deslocamento de garrafas de deriva ao longo da costa, concluíram que o fluxo principal das correntes de deriva litorânea na região é para a direção Norte.

Noernberg (2001), utilizando imagens de satélite Landsat 7 (Fig. 3), observou plumas de sedimentos entre a zona de *surfe* e a plataforma rasa nesta região, proveniente da resuspensão de sedimentos pela ação das ondas sobre o fundo da área, devido à presença de mega correntes de retorno com características erosivas, ultrapassando a isóbata de 10 m. Nestas condições de energia, poder haver trocas importantes de propriedades e constituintes entre a zona de *surfe* e a plataforma rasa. O mesmo autor ainda observou a inexistência de correntes de retorno em Pontal do Sul, sendo que essas correntes começam a aparecer a partir do Balneário Atami, com espaçamento entre elas de 150 m, com comprimento transversal à costa, de 170 m.

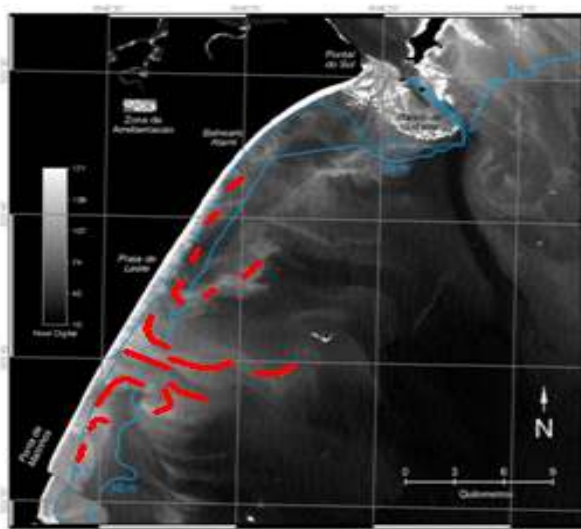


Figura 3: Correntes de retorno e megacorrentes (vermelho) de retorno no balneário de Praia de Leste. Fonte: Noernberg (2001).

Os dados sobre a direção dos trens de onda e das correntes de deriva litorânea foram importantes, pois revelam um padrão de direção para SE e N respectivamente. Segundo DeJong & Westgate, (2005), esses tipos de esforços combinam-se com os esforços de vento que atingem a turbina, podendo avariar a fundação se tiverem a mesma direção, com fortes intensidades.

Os dados de correntes de retorno ajudaram a classificar melhor os possíveis locais para a instalação das fundações na região. Pode-se afirmar que Pontal do Sul é o melhor local estudado, pois não sofre influência de correntes de retorno com características erosivas. Noernberg (2001) concluiu que pode haver trocas importantes de propriedades e constituintes entre a zona de *surfe* e a plataforma rasa, onde ocorrem esses fenômenos, sendo importante haver uma distância de segurança das fundações em relação às correntes de retorno, pois podem gerar esforços de fadiga na fundação, dependendo da sua intensidade, podendo afetar a sua estabilidade, devido a erosões (DeJong & Westgate, 2005).

#### 4.2 Composição Sedimentar e Tipo de Fundação

Lamour *et al.* (2004), estudando as áreas das desembocaduras Norte e Sul do CEP, constataram que predominam areias finas a médias na desembocadura Sul, e areias finas à grossas na desembocadura Norte, de moderadamente a bem selecionados no Sul e moderadamente à pobremente selecionados na Norte. Em ambas as desembocaduras ocorrem o predomínio de areias finas, tanto na sua porção externa quanto na porção próxima da plataforma rasa adjacente. Outro ponto marcante que pode ser observado é a concentração de areias muito finas na porção distal da plataforma rasa (Lamour *et al.*, 2007).

Veiga *et al.* (2006) analisaram a composição sedimentar na porção central da plataforma continental paranaense, que apresentou grande predominância de areias finas, ocorrendo corpos de areia média a grossa entre os 10 e 15 m de profundidade e junto à costa (5 – 10 m), havendo também uma faixa muito fina de silte e argila (Fig. 4).

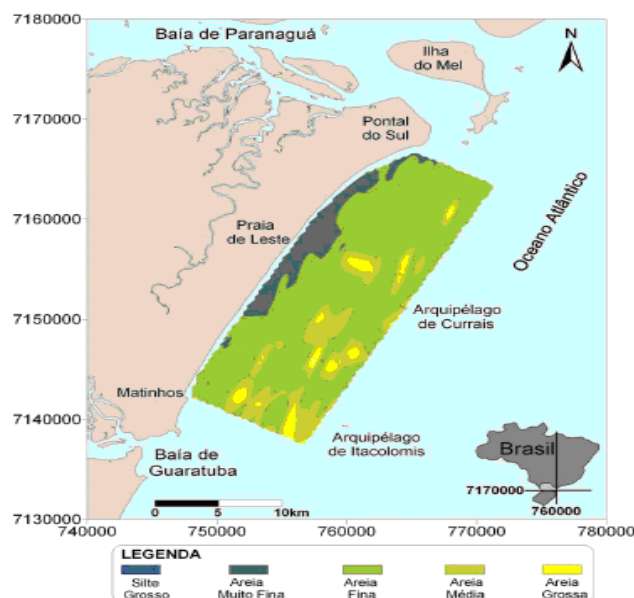


Figura 4: Distribuição da média granulométrica nos sedimentos de fundo da face da costa da porção central do litoral paranaense. Fonte: Veiga *et al.* (2006).

Com essa composição sedimentar, e utilizando parâmetros da empresa Offshore Wind (2010), e estudos de DeJong & Westgate (2005), é possível inferir que podem ser utilizados para fundação dos aerogeradores os modelos do tipo Sucção, Triestacas, Tripés, Treliças e Monoestaca, descritos anteriormente. Já a fundação de Gravidade não é aconselhável, visto que não ocorre fundos oceânicos rochosos na região, podendo esta fundação recalcar com o tempo, ou romper o solo. Para a instalação deste tipo de fundação, seriam necessários estudos geotécnicos da região, os quais não foram encontrados na bibliografia disponível, para inferir a resistência desse solo.

As informações secundárias sobre a composição sedimentar também possibilitou avaliar um possível local para a implantação das fundações. Os estudos de Veiga *et al.* (2006) e Lamour *et al.* (2004) mostraram que o litoral central paranaense é dominado por sedimentos arenosos, sendo possível a instalação das fundações em qualquer parte dessa região. Mas levando em consideração os resultados obtidos no item 4.1, fica evidente que a região de Pontal do Sul seria o melhor local para a instalação das fundações, pois é a única região que não ocorre correntes de retorno.

Também devem ser considerados eventuais movimentos tectônicos na área, que poderiam influenciar as eventuais estruturas dos aerogeradores. Todavia, não existem sismógrafos instalados na região. Vieira dos Santos (1850) relata a ocorrência de dois eventos sísmicos neste trecho da costa. O primeiro aconteceu no ano de 1789, na cidade de Cananéia, no Estado de São Paulo, ao Norte da região estudada, onde foi relatada a ocorrência de “ressacas” e condições adversas na baía de Cananéia, logo após o abalo. O segundo foi em Paranaguá, no ano de 1845. Assim, seriam necessários estudos mais detalhados sobre este aspecto, também.

### 4.3 Área para Instalação

De acordo com os dados anteriores, é possível inferir que o balneário de Pontal do Sul é o melhor local para a instalação das fundações em ambiente *offshore*. Analisando aspectos deste balneário com os conflitos demonstrados por Helimax (2008) (Tab. 1 e 2) para a escolha de um local, foram encontrados diversos conflitos, discutidos abaixo (Fig. 5 e Fig. 6).

Segundo o IBGE (2009), o Município de Pontal do Paraná tem uma densidade populacional de 94 hab/km<sup>2</sup>, com uma pequena extensão territorial (200,5 km<sup>2</sup>) e uma população de 17.820 habitantes. Comparando esse valor com a Tabela 2, pode-se determinar que não é viável a instalação de um parque eólico em ambiente *onshore*, pois poderia gerar diversos impactos, tanto visuais como sonoros. Em ambiente *offshore* não haveria esse problema, visto que os impactos citados acima seriam bem menos perceptíveis.

Ainda utilizando a Tabela 2, juntamente com os dados batimétricos e de distância da costa fornecidos pela Carta Náutica n° 1.820 (DHN, 2008), que abrange o litoral central paranaense, foi possível localizar um local propício para a instalação dos aerogeradores (Fig. 5).



Figura 5: Local sugerido para a instalação de um parque eólico no Balneário de Pontal do Sul (área retangular em preto).

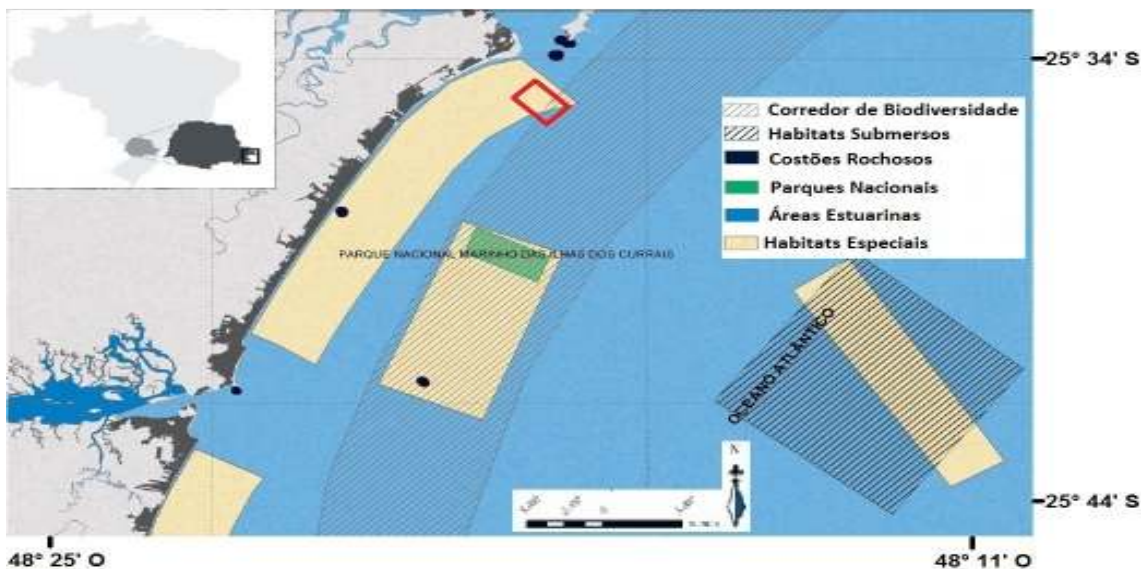


Figura 6: Parques e habitats especiais no litoral central paranaense. Em vermelho, possível local para instalação.

Este local apresenta distância de pouco mais de 5 km da costa, apresentando profundidades variando de 13 a 17 m, sendo consideradas favorável e muito favorável por aquela classificação. O problema encontrado nessa região é a de que ela é utilizada como fundeadouro para navios que estão aguardando a liberação de acesso para o porto de Paranaguá. Seria necessária uma mudança de local do fundeadouro da região atual, visto que navios podem atracar em maiores profundidades do que as encontradas na região escolhida, ou em áreas adjacentes.

Em relação à Tabela 2, a região apresenta várias áreas de conflito de usos com a atividade proposta neste trabalho (Fig. 6). Existem áreas de preservação ambiental, como parques nacionais, corredores de biodiversidade, habitats submersos e habitats especiais (Paraná Mar & Costa, 2006).

## 5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos tipos de fundação, a região mostrou-se apta a receber estruturas de aerogeradores. Os modelos de fundação que poderiam ser utilizados são os do tipo Sucção, Triestacas, Tripés, Trelças e Monoestaca, pois todos podem ser implantados em sedimentos arenosos, que dominam na costa central do litoral paranaense. Mas estudos mais detalhados, com levantamentos sísmicos e geotécnicos, que abrangem 25 a 30 m (ou mais) de profundidade

abaixo do fundo marinho seriam necessários para confirmar essa hipótese, pois estas estruturas necessitam de perfis estratigráficos homogêneos para a sua estabilidade (Christófaro *et al.*, 2010).

O regime de ondas e correntes também foram satisfatórios, revelando que as direções de propagação, podem sofrer mudanças durante as estações do ano, aumentando suas intensidades nos períodos de inverno. Os estudos realizados na região também revelaram a ocorrência de correntes de retorno, que poderiam afetar as estruturas a serem colocadas, importantes na delimitação de uma possível área para a implantação em costa-afora proposta neste estudo (Christófaro *et al.*, 2010).

A região proposta fica próxima à desembocadura Sul do CEP, sobrepondo-se a uma área de fundeadouro dos navios que aguardam a entrada para o porto de Paranaguá, gerando conflito de uso. Essa área também é utilizada por aves migratórias vindas da América do Norte no verão, em busca de abrigo e alimentos. O local também tem diversos navios afundados que servem de abrigo para organismos marinhos, e recifes de corais artificiais (DHN, 2008). Também existem nas adjacências dois parques nacionais, o de Superaguí e o da Ilha de Currais, o que limitaria, talvez, a implantação deste tipo empreendimento na região (Christófaro *et al.*, 2010).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camargo, R; Marone, E; Guimarães, M. R, F; Prata Junio, V. P.; Klinguefuss, M. S. 1995. Caracterização física das condições oceanográfica, meteorológicas e costeiras das zonas estuarinas da Baía de Paranaguá, In: Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, 6., Mar Del Plata, Argentina. Resumos. P. 129.
- Christófaro, B.R.; Nadal, C. A.; Soares, C.R. Estudo do potencial eólico em *offshore* para a geração de energia elétrica no litoral do Paraná. 99 f. Monografia (Graduação). Centro de Estudos do Mar – CEM. Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2010.
- DeJong J. T.; Westgate, Z. J. 2005. Geotechnical Considerations for offshore wind turbines. Disponível em: < <http://www.usowc.org/pdfs/GeotechOffshoreFoundations-MTC-OWC.pdf> >. Acesso em: 09/06/10.
- DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação. 2008. Carta Náutica nº1820 modelo raster. 2008. Disponível em: < [http://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/download/cartasbsb/cartas\\_eletronicas\\_Internet.htm](http://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/download/cartasbsb/cartas_eletronicas_Internet.htm) >. Acesso em 19/10/10.
- GWEC - Global Wind Energy Council. 2009. Report 2009.
- Helimax Energy inc. 2008. Analysis of future offshore wind farm development in Ontario. Disponível em: < <http://www.waterkeeper.ca/documents/2008-11-Helimax2008.pdf> > . Acesso em: 09/06/10
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br> >. Acesso em: 08/06/10.
- Lamour, M. R.; Carrilho J. C.; Soares, C. R. 2004. Mapa dos parâmetros texturais dos sedimentos de fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR. Bolet. Paraná. de Geociências. n. 55, p. 77 – 82.
- Lamour, M. R.; Aangulo, R. J. ; Marone, E. 2007. Dinâmica sedimentar do Canal da Galheta, via de acesso ao Porto de Paranaguá – PR. Dissertação (Mestrado). Departamento de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
- Lima, M. G. P.; Marone, E.; Noernberg, M. A.; Júnior, J. B. P. N.; Ângulo, R. J. 2009. Clima de ondas no Estado do Paraná. VIII Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite – OMAR-SAT.
- Marone, E; Mantovanelli, A.; Noernberg, M. A.; Klingenfuss, M. S.; Lautert, L. F. C.; Prata Juniot, V. P. 1997. Caracterização física do complexo estuarino da Baía de Paranaguá. Pontal do Sul: UFPR. v. 2. Relatório Consolidado do convênio APPA/CEM.
- Millais, C. 2005. Relatório Wind Force 12: segurança global a partir do vento. Revista ECO 21, Rio de Janeiro, n. 104.
- Noernberg, M. A. 2001. Processos Morfodinâmicos no Complexo Estuarino de Paranaguá – PR – Brasil: Um Estudo a Partir de Dados in Situe LANDSAT – TM. Curitiba. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal do Paraná.
- Offshore Wind. Foudations for wind turbines. 2010. Dena – Deutsche Energie-Agentur, Dinamarca.
- Paraná Mar & Costa. 2006. Subsídios ao Ordenamento das Áreas Estuarina e Costeira do Paraná. Programa Nacional de Meio Ambiente – PNMA II. Curitiba – Paraná.
- Portobrás. 1983. Relatório de apresentação das medições meteorológicas observadas em Pontal do Sul, Paranaguá – PR, período ago. a dez. 1982. Rio de Janeiro: INPH. 189 p.
- Veiga, F. A.; Angulo, J. A.; Marone, E. Processos morfodinâmicos e sedimentológicos na plataforma continental rasa paranaense. 2006. Dissertação (Doutorado). Setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
- Vieira dos Santos, A. 1850. Memória histórica da cidade de Paranaguá e seu Município. Curitiba: Publicação da Seção de História do Museu Paranaense (1951). 2 v.