

ESTUDO PRELIMINAR DE UM PROJETO DE PARQUE EÓLICO NA REGIÃO DA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Luiza Ferreira da Costa Ramanauskas - ramanauskas.luiza@gmail.com
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Escola de Ciências,
Núcleo de Tecnologia em Energia Solar (NT Solar)

Eberson José Thimmig Silveira - eberson.silveira@pucrs.br
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Escola Politécnica

Resumo. *A atual tendência de aumento da consciência ambiental e consequentes políticas de diminuição da queima de combustíveis fósseis tem contribuído para o aumento do incentivo às fontes de energia renovável. A energia eólica é uma forma limpa de produção de eletricidade, ao utilizar um recurso natural renovável e não emitir gases de efeito estufa, além de ajudar a preservar recursos hídricos, diversificar a matriz energética e permitir seu compartilhamento com outros tipos de atividades econômicas como aquelas ligadas à agropecuária. Assim, este trabalho busca mapear as principais etapas que compõem um projeto de parque eólico para, então, traçar um projeto preliminar, em uma área situada na região da fronteira oeste do estado do Rio Grande do Sul, no município de Quaraí. A partir da simulação e análise dos resultados realizados, aponta-se a possível disposição para a instalação de 30 aerogeradores, totalizando 70 MW de potência instalada.*

Palavras-chave: *Energia Eólica, Projeto Eólico, Potencial Eólico do Rio Grande do Sul*

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

Caracterizada como uma alternativa limpa e renovável para produção de energia elétrica e com baixos impactos ambientais, a energia eólica tem tido seu aproveitamento crescente no mundo, estimulada pela grande aceitação social e por alguns estímulos institucionais motivados, principalmente, pelos aspectos ambientais. A energia eólica se mostra atrativa tanto pelo motivo de não poluir quanto por ser uma fonte inesgotável de energia. O seu funcionamento não implica em emissões de gases ou particulados, não há resíduos, não existe deslocamento de populações, animais ou plantas e não há alagamentos de área utilizada (Custódio, 2013).

Não é de hoje que os recursos energéticos são o foco dos interesses estatais, os quais geram disputas políticas por todo o mundo. Atualmente a questão energética traz novas discussões. Agências internacionais, estados e sociedade, geram debates sobre alguns assuntos específicos neste contexto, como: (i) consumo energético; (ii) recursos naturais; (iii) mudanças climáticas; e principalmente, (iv) a segurança energética (Custódio, 2013).

A energia eólica é caracterizada por ser a energia cinética do ar em movimento, o vento. O vento varia constantemente tanto na velocidade de escoamento quanto na direção do deslocamento. Para o aproveitamento energético, há necessidade de estudar o seu comportamento espacial e temporal. A velocidade do vento varia ao longo do dia, do mês, do ano e até ao longo dos anos (longo prazo). Sua variação no tempo é a principal característica a ser determinada. Como o vento varia também em direção, deve-se estudar também esse comportamento. No projeto de uma usina eólica, deve-se identificar o comportamento do vento em cada setor para a realização dos estudos do desempenho das turbinas eólicas a serem instaladas e da produção de energia esperada (Custódio, 2013).

As perspectivas de mercado, segundo a Secretaria de Minas, Energia e Comunicações do Estado do Rio Grande do Sul mostram a contínua inserção da energia eólica na matriz energética nacional, impulsionada pela necessidade de diversificação em decorrência da extrema dependência dos recursos hídricos. Foram inscritos para o primeiro Leilão A-5 de 2016, 118 projetos de parques eólicos totalizando uma potência instalada de 2,6 GW e, para o segundo Leilão de Reserva de 2016, 127 projetos num total de 3,1 GW (EPE, 2016). É importante ressaltar que a produção local favorece a redução dos preços praticados no mercado e aumenta a competitividade de novos projetos nos leilões nacionais.

O crescimento mundial de energia eólica e o potencial eólico brasileiro têm mostrado um cenário de grandes perspectivas para o setor. No período 2009-2016, dezessete Leilões de Energia Elétrica contemplaram a Energia Eólica. Como resultado, 15.162,3 MW de energia eólica foram contratados no Brasil, sendo 1.798,9 MW (11,9 %) referentes a usinas localizadas em solo gaúcho - 2009 (10,3 % do Brasil), 2010 (12 %), 2011 (25,3 %), 2012 (9,9 %), 2013 (11,9 %), 2014 (8,7 %). No Brasil, os investimentos contratados nessas novas usinas eólicas, no período mencionado, a serem executados até 1º de janeiro de 2019, são da ordem de R\$ 64 bilhões. Com isso, até maio de 2018, o Rio Grande do Sul terá 1.882,6 MW instalados em 83 parques eólicos com investimentos de R\$ 10 bilhões (até o presente já foram investidos cerca de R\$ 6,5 bilhões na construção de 66 parques eólicos). As regiões diretamente atingidas são: Chuí e Santa Vitória do Palmar (R\$ 3,3 bilhões); Rio Grande (R\$ 960 milhões); Santana do Livramento (R\$ 950 milhões); Litoral Norte e Viamão (R\$ 3,4 bilhões) (AGDI, 2014).

Segundo o atlas eólico gaúcho, publicado em dezembro de 2014, o potencial eólico do RS, para ventos acima de 7 m/s e altura de 100 m, em terra firme (onshore), é de 102,8 GW, e mais 114,2 GW sobre lagoas e oceano (*offshore*). Para ventos acima de 7 m/s e altura de 150 m, o potencial eólico gaúcho, *onshore*, é de 245,3 GW. Ainda, o atlas eólico aponta Santa Vitória do Palmar (10 GW) como o município com maior potencial eólico, seguido por Uruguaiana (7,2 GW), Alegrete (7,05 GW), Santana do Livramento (7,03 GW), Rio Grande (5,7 GW), Quaraí (4,7 GW), Dom Pedrito (4,6 GW), Arroio Grande (4,6 GW), Mostardas (3,8 GW), Jaguarão (3,6 GW) e Lavras do Sul (2,8 GW) (SME, 2016).

O Rio Grande do Sul conta com 1.554 MW instalados em 66 parques eólicos (23/09/2016), reúne condições atrativas para a instalação de novos e, em consequência, passa a ser também atrativo para o estabelecimento de empresas fabricantes de máquinas e equipamentos da cadeia produtiva, bem como para prestadores de serviços especializados (engenharia, logística, montagem e manutenção). Consequentemente, há oportunidade para geração de empregos qualificados, adensamento de conteúdo tecnológico no tecido econômico gaúcho e impacto positivo na agregação tecnológica, na geração de renda e poder de consumo da economia gaúcha (SME, 2016).

O Rio Grande do Sul possuía em 23/06/2016 a terceira maior potência eólica instalada do País (16,5 % do total). O primeiro é o Rio Grande do Norte (32,1 %) seguido da Bahia (18,2 %). O Brasil tinha, nessa data, 9,4 GW instalados em 386 usinas eólicas (SME, 2016). Constavam ainda, no RS, registrados na Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 52,6 kW distribuídos em 11 unidades de microgeração de energia eólica mais 8,9 kW distribuídos em cinco unidades de geração híbrida com fotovoltaica.

O objetivo geral deste trabalho é mapear as principais etapas que compõem um projeto de parque eólico, para então traçar um projeto preliminar em área situada na região da fronteira oeste do estado do Rio Grande do Sul, no município de Quaraí.

2. METODOLOGIA

Os estudos preliminares a seguir irão apresentar uma breve avaliação das etapas do projeto eólico, tais como aproveitamento eólico da área estudada, levando em conta a sua localização, o potencial eólico, a viabilidade ambiental, a conexão elétrica, e considerações sobre a viabilidade técnica para construção de um empreendimento eólico, uma vez que este tipo de empreendimento necessita operar com equipamentos de grande porte tais como: guindastes, pás, torres e nacelles (caixa envoltória do gerador completo), além do *micrositing* preliminar, que é uma etapa fundamental dentro do processo uma vez que permite vislumbrar o tamanho do projeto, área ocupada, posicionamento das torres e energia gerada, o que será feito através da análise de dados medidos em uma torre anemométrica instalada em propriedade vizinha, cujas características são semelhantes as do projeto proposto. Todos os dados de localização foram fornecidos pelo proprietário.

O Atlas Eólico do Rio Grande do Sul é um importante instrumento para políticas públicas e para o incentivo ao investimento da energia eólica, uma vez que indica as regiões com maiores potenciais de vento e de produção de energia a partir dessa fonte. Este Atlas contém informações detalhadas sobre os regimes de ventos no Rio Grande do Sul, obtidas a partir da mais rigorosa e atualizada metodologia, as quais tornam possível identificar os locais mais propícios para implantação de parques eólicos. Medições de ventos de alta qualidade, realizadas em diversos pontos do estado, feitas em alturas que variaram de 80 m a 120 m, por longos períodos, foram utilizadas para garantir uma maior certeza nas estimativas de potencial eólico e das características dos ventos. Essas medições foram disponibilizadas por diversos desenvolvedores e investidores, numa parceria com o Governo do Estado.

Após as campanhas de medição de vento e uma análise preliminar (favorável) da viabilidade ambiental, no local escolhido para o parque eólico, se for registrado um bom potencial eólico e o projeto tiver condições de acesso ao Sistema Interligado Nacional - SIN, o estudo de *micrositing* sinalizará o posicionamento das torres e da subestação transformadora e avaliará a produção de energia elétrica.

Salienta-se que a análise de estudo de *micrositing* será preliminar, visto que, para o local, não existe estudo de dados anemométricos suficiente para que se possa fazer um estudo mais aprofundado do potencial eólico e dados relacionados. Os dados utilizados para no trabalho foram medidos em uma área próxima ao local escolhido.

Os dados utilizados para a análise deste estudo são estimativas com base em documentos publicamente disponíveis, que não possuem a precisão adequada para uma análise mais aprofundada. Para o desenvolvimento do projeto estudos técnicos detalhados deverão ser realizados. Salienta-se que um dos grandes eixos propostos neste trabalho trata das etapas de realização de um projeto eólico.

A solicitação de acesso ao SIN, junto ao Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, que é o requerimento que, acompanhado de dados, estudos preliminares de acesso e informações sobre o empreendimento objeto do acesso, deve ser apresentado pelo acessante ao ONS ou à concessionária de transmissão ou à concessionária ou permissionária de distribuição, para que sejam definidas as condições de acesso visando à sua contratação. Conforme o ONS, o acesso deve ser solicitado a Ele ou à concessionária de transmissão fisicamente acessada, caso a conexão pretendida seja à Rede Básica, ou à distribuidora se a conexão for na rede de distribuição ou nas DITs – Demais Instalações de Transmissão.

O documento que consolida e estabelece as condições de acesso é o Parecer de Acesso, cuja responsabilidade de emissão é do ONS, para os acessos solicitados à Rede Básica, ou das concessionárias ou permissionárias de distribuição quando o acesso for solicitado ao sistema de distribuição ou às DITs.

Considerou-se também, que para essa análise preliminar, as restrições para a construção de um parque eólico são, nessa etapa de avaliação, a existência de zonas de interesse social e/ou ambiental no entorno da localidade em estudo. Restrições adicionais requeridas pelo proprietário podem ser negociadas no futuro para uma melhor adequação aos múltiplos usos da terra, respeitando-se ainda alguns critérios técnicos de projeto.

3. RESULTADOS E ANÁLISE

3.1 Estudo da área e verificação de potencial eólico preliminar

A sede da área em análise está localizada no município de Quaraí, no estado do Rio Grande do Sul, como pode ser visto nas Fig. 1 e 2. A área totaliza aproximadamente 1.500 hectares de área plana disponíveis para o projeto, informada pelo proprietário. O município de Quaraí fica ao oeste do Estado, conta com a distribuidora de energia AES Sul e a distribuidora de água CORSAN. É um município predominantemente de agronegócios, possui mão de obra que pode se engajar na construção do projeto e opções de hospedagem, características essas importantes para a implantação do projeto.

O acesso ao município de Quaraí, a partir de São Paulo onde se encontra algumas fábricas de aerogeradores, dá-se através da rodovia BR-101 seguido da BR-290. Também existe a possibilidade de acesso via Portos, através do Porto de Rio Grande, no município de Rio Grande, localizado à 515 km da área. Privilegiado por seus aspectos geográficos, o Porto de Rio Grande consolidou-se como o porto do Conesul, tendo forte atuação no extremo sul do Brasil, estando entre os mais importantes portos do continente americano em produtividade, oferecendo serviços ágeis e de qualidade.



Figura 1 - Localização da área e principais distâncias.

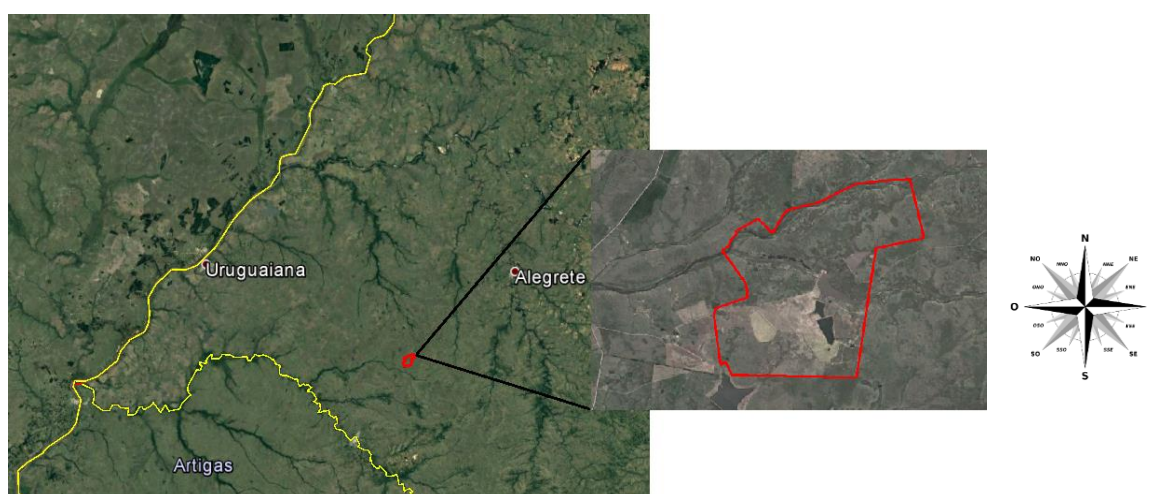


Figura 2 - Vista aérea da área do estudo.

Através do Atlas Eólico do Rio Grande do Sul foi possível verificar que o local apresenta um bom potencial eólico, com estimativa de velocidade de vento de 8 m/s, a 100 metros de altura, conforme área sinalizada em verde no atlas (Fig. 3). Com essa expectativa de perfil de vento, e dadas às oportunidades de venda de energia nos mercados regulado

e livre de energia elétrica e também o recente interesse de empresas em investir na autoprodução de eletricidade, recomenda-se a continuidade do projeto.

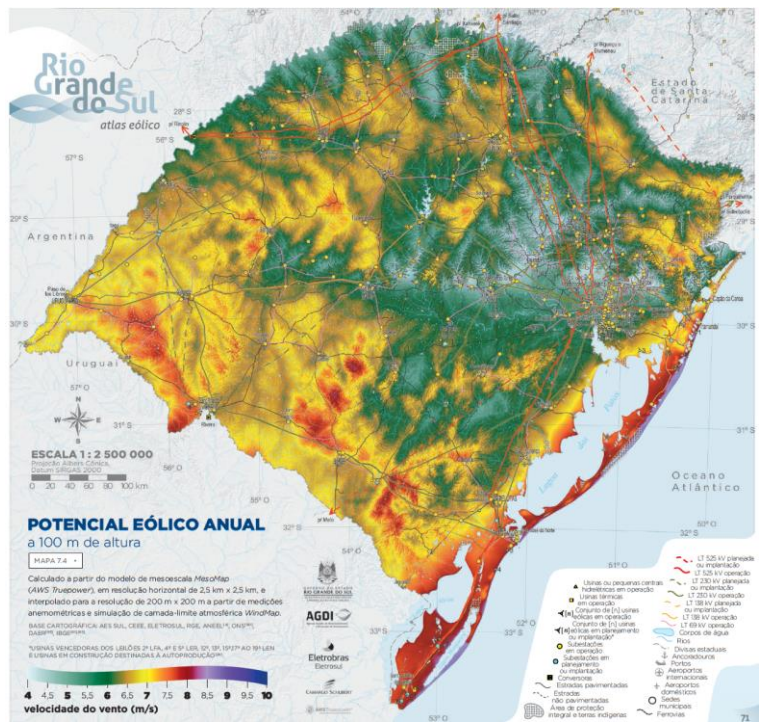


Figura 3 - Potencial Eólico do Rio Grande do Sul, adaptado de Atlas Eólico do Rio Grande do Sul (2014).

3.2 Verificação de viabilidade ambiental

É necessário avaliar se existem possíveis restrições ambientais para a construção de um parque eólico na região. Entre outras análises, as principais são a verificação da existência de Unidades de Conservação (UCs) na região, bem como a adequação ao zoneamento eólico ambiental. A partir de consulta a bancos de dados de UC e de zonas de interesse social, constatou-se que nas proximidades da área em estudo (Fig. 4) não há unidades de conservação, terras indígenas ou quilombos.

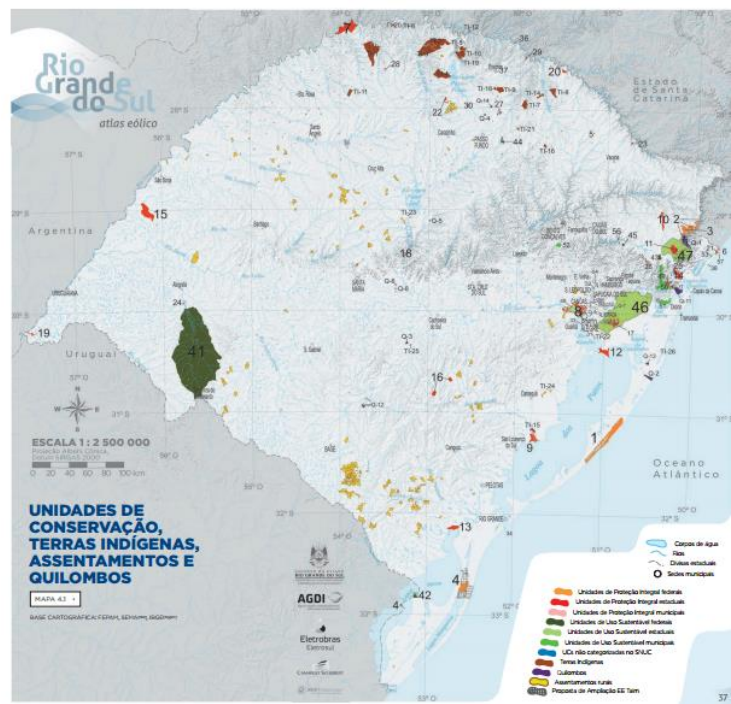


Figura 4 - Unidades de Conservação Ambiental, adaptado de Atlas Eólico do Rio Grande do Sul (2014).

Verificou-se também (Fig. 5), através do zoneamento eólico ambiental da FEPAM, que a área não é imprópria para construção de parques eólicos, sendo exigidos os estudos ambientais rotineiros para a construção do mesmo.

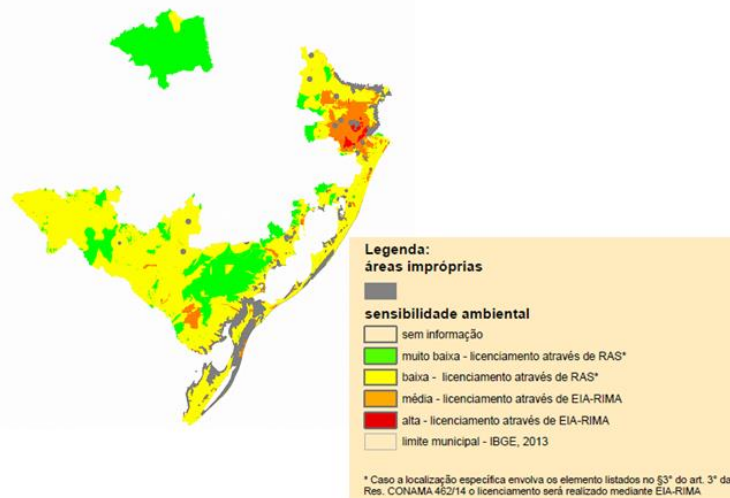


Figura 5 - Zoneamento eólico ambiental de acordo com a FEPAM.

3.3 Verificação de viabilidade de conexão elétrica

Deve ser analisada também a infraestrutura de abastecimento de energia elétrica. É importante identificar as subestações e linhas de transmissão mais próximas, definindo as distâncias do local de estudos até a conexão da usina. A linha de transmissão é um item caro e a proximidade entre as subestações de conexão do parque eólico e do SIN deixa esse quesito mais barato, melhorando a competitividade do projeto.

Importante assinalar que a conexão ao SIN é um quesito fundamental para aceitação de quaisquer projetos de produção de energia elétrica que queiram ter habilitação para participar em leilões de energia elétrica promovidos pela ANEEL, dentro do mercado regulado. Mesmo para operar como autoprodutor ou no mercado livre, por óbvio, a conexão é imprescindível.

Devido à proximidade, 30 km, da linha de transmissão entre as subestações Alegrete 2 e Uruguaiana 5, conforme mostra a Fig. 6 (a), preliminarmente existe viabilidade de conexão com o SIN, através de um seccionamento desta linha representada na Fig. 6 (b).

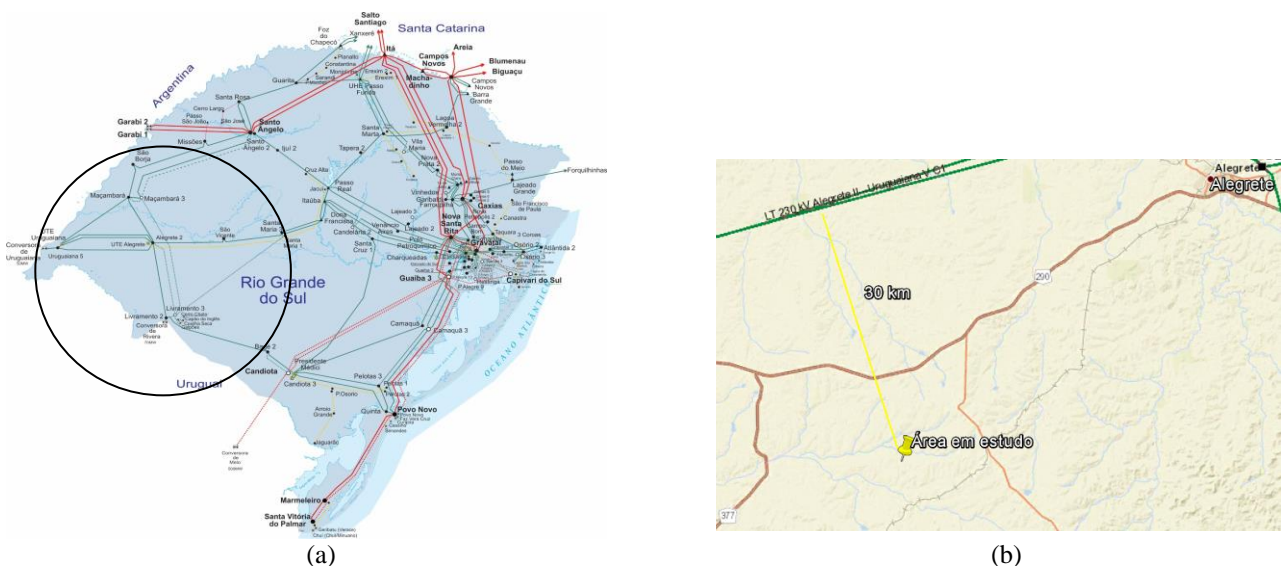


Figura 6 - Verificação de viabilidade de conexão elétrica (a) sistemas de transmissão de 230 e 525 kV atual e com previsões até março de 2019 (linhas tracejadas), de acordo com o Plano Energético do Estado do Rio Grande do Sul e (b) distância da área até a linha de transmissão, estudo possível através do Webmap EPE.

3.4 *Micrositing* preliminar

Com o potencial eólico e área definidos, deve ser elaborado o projeto de *micrositing*, no qual é definida a organização da usina, tipo de máquina, fabricante, altura da torre, potência instalada, previsão de produção anual e o respectivo fator de capacidade (Custódio, 2013).

Foi identificada através do software WindPro, uma torre chamada MERRA-2, a qual está situada a 16 km da área, sendo assim uma boa referência para o *micrositing* preliminar. É uma torre com 50 m de altura com dados de vento disponíveis a partir do ano de 2006 até 2016 (Tab. 1).

Tabela 1 - Velocidade do vento (m/s) à 50 m de altura de acordo com o Software WindPro.

Média de velocidade do vento à 50 m	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Média
Janeiro		5,54	5,42	6,13	5,98	5,52	5,24	5,88	5,87	5,62	5,10	5,73	5,64
Fevereiro		5,26	5,75	4,92	5,52	6,23	5,94	5,50	5,64	6,04	4,84	5,22	5,54
Março		5,40	5,59	5,60	5,26	5,72	6,00	5,44	6,01	5,66	5,35	6,33	5,67
Abril		5,33	5,75	4,77	5,29	5,97	5,62	5,34	5,81	6,18	5,00	6,17	5,57
Maiο		5,73	5,77	5,82	5,88	6,01	6,31	5,86	5,51	5,32	5,85	5,89	5,81
Junho		6,51	5,05	5,29	6,11	6,19	6,14	6,01	5,14	6,42	6,16	4,98	5,82
Julho		6,46	6,05	6,18	5,76	6,60	6,10	6,33	6,28	6,17	6,01	6,03	6,18
Agosto		5,87	6,91	6,63	7,09	6,80	7,28	6,87	6,53	6,43	7,03	5,97	6,67
Setembro		6,78	7,06	6,63	6,88	6,48	6,72	6,78	6,50	7,21	6,55	6,50	6,74
Outubro		6,79	6,71	6,56	6,90	6,59	6,28	6,73	6,54	6,94	7,07		6,71
Novembro		7,06	6,21	6,39	6,54	6,15	6,66	6,03	6,96	6,04	6,76		6,48
Dezembro	3,02	5,42	5,18	5,93	5,91	6,18	6,11	6,21	5,22	5,80	5,73		5,52
Média	3,02	6,01	5,95	5,90	6,09	6,20	6,20	6,09	6,00	6,15	5,95	5,87	6,03

A partir dos dados apresentados pela torre é possível identificar a direção predominante dos ventos dentro do intervalo de seis anos. Através dos dados em questão, é possível obter a rosa dos ventos apresentada na Fig. 7.

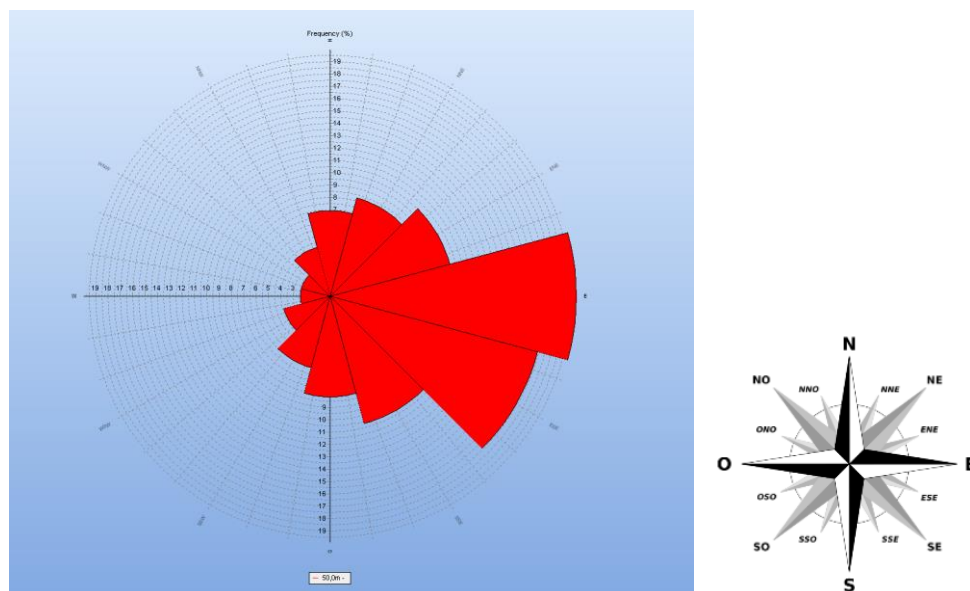


Figura 7 - Rosa dos ventos elaborada com base nos dados da direção dos ventos através do Software WindPro.

Para o projeto preliminar e simulações, foi escolhido o aerogerador Enercon E-92, pois é uma máquina conhecida no mercado e já instalada no estado do Rio Grande do Sul, onde pode ser encontrada no parque eólico de Osório - RS. A máquina consta com 2.350 kW de potência nominal e é produzida no Brasil. Possui custo de aquisição dentro dos parâmetros comercializados hoje no mercado, através do sistema de venda “turn key”. A empresa entrega a máquina funcionando, realizando as obras civis necessárias. As suas principais características técnicas se encontram na Quadro 1.

Quadro 1 – Especificações técnicas do Aerogerador Enercon E-92 de acordo com a Wobben Wind Power, fabricante do mesmo.

Aerogerador E-92	
Diâmetro do rotor:	92 m
Altura do hub em metros:	78 / 84 / 85 / 98 / 104 / 108 / 138
Características do aerogerador:	Sem engrenagem, rotação variável, controle individual das pás
Rotor	
Tipo:	Rotor a barlavento com controle do ângulo de passo das pás ativo
Direção da rotação:	Horária
Número de pás:	3
Material da pá:	PRFV (resina epóxi); para-raios integrado
Velocidade:	Variável, 5 - 16 rpm
Transmissão com gerador	
Gerador:	Gerador circular Wobben/ENERCON com acionamento direto
Abastecimento de rede:	Inversor Wobben/ENERCON
Velocidade de paragem:	28 - 34 m/s (com controle de tempestade Wobben/ENERCON)
Sistema de monitorização remota:	ENERCON SCADA

Para evitar o efeito esteira, cujo consiste na região atrás da turbina afetada pela extração da energia feita pelo rotor (Fig. 8, detalhe em azul), uma distância considerada segura para a instalação de novas turbinas deve ser avaliada.

A distribuição de aerogeradores se estabelece, genericamente, conforme a Fig. 9, e é considerada para essa simulação, a medida de 5 diâmetros para a distância lateral entre aerogeradores e 10 diâmetros para distância entre fileiras. Através do Google Earth, as casas da propriedade e regiões com lagos foram retiradas da simulação e estão em cor preta na Fig. 9 denominadas como área com restrição ambiental pois são regiões que a princípio não é sugerida a instalação de turbinas. A presente simulação consiste em uma pré-análise.

A partir da simulação e análise dos resultados realizados, aponta-se a possível disposição para a instalação de 30 aerogeradores, totalizando 70 MW de potência instalada.

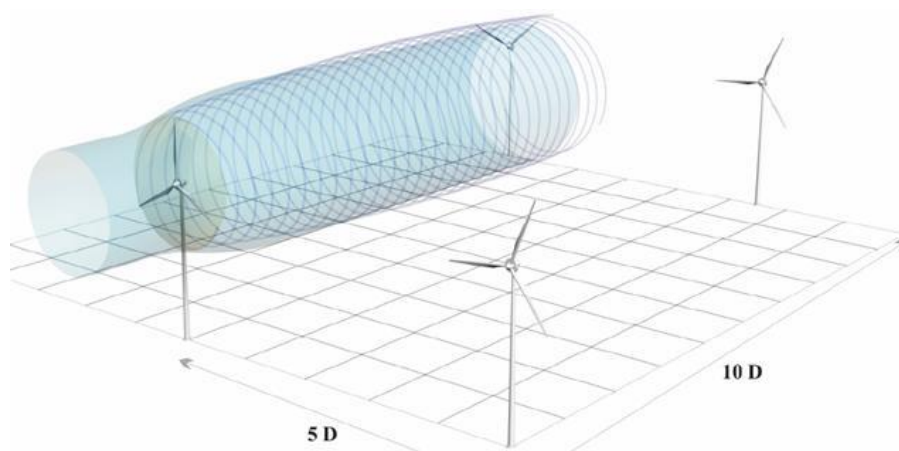


Figura 8 - Distâncias utilizadas para o *micrositing*, Atlas Eólico do Potencial Eólico Brasileiro (2011).

4. CONCLUSÃO

A demanda crescente de energia elétrica e a diversificação da matriz energética impõem um cenário de grandes perspectivas para o setor eólico. Por outro lado, o descompasso entre o planejamento da expansão da produção e do sistema de transmissão de energia elétrica pode ter consequências catastróficas para o crescimento do Brasil, o que causa impedimento no crescimento da energia eólica no Estado.

O crescimento do setor eólico traz a possibilidade de implantação de fábricas no estado do Rio Grande do Sul para alimentar a cadeia produtiva de energia eólica, tais como geradores, controladores, inversores, transformadores e nacelles, bem como para prestadores de serviços especializados (engenharia, logística, montagem e manutenção). Com isso, há oportunidade para geração de empregos qualificados, crescimento no setor econômico gaúcho e impacto positivo na agregação tecnológica, na geração de renda e poder de consumo da economia gaúcha.

Por meio dos estudos realizados ao longo deste trabalho, a continuidade dos estudos para a realização de um projeto eólico no local é indicada.

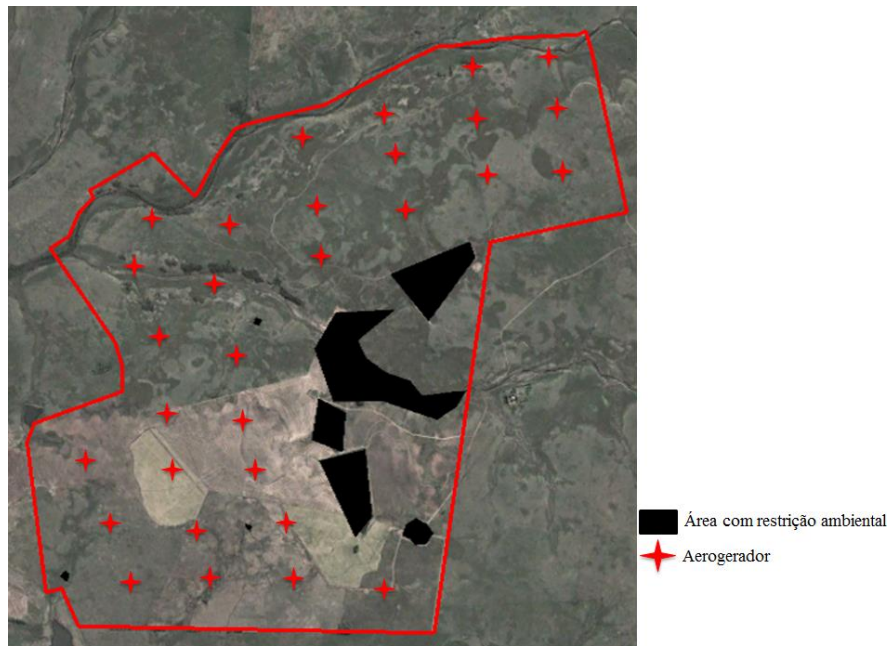


Figura 9 - Disposição preliminar do parque eólico.

REFERÊNCIAS

- AGDI, 2014 - Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Desenvolvimento. Atlas Eólico do Rio Grande do Sul.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 13 outubro 2017.
- Custódio, R. S., 2013. Energia Eólica para Produção de Energia Elétrica.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 15 Nov. 2016.
- SME - Secretaria de Minas e Energia do Rio Grande do Sul. Plano Energético do Rio Grande do Sul 2016-2025. Disponível em: <<http://minasenergia.rs.gov.br/inicial>>. Acesso em: 15 novembro 2017.

PRELIMINARY STUDY OF A WIND FARM PROJECT IN THE WEST FRONTIER REGION OF RIO GRANDE DO SUL

Abstract. *The current trend towards increased environmental awareness and consequent policies to reduce the burning of fossil fuels has contributed to increasing the incentive for renewable energy sources. Wind energy is a clean form of electricity production, using a renewable natural resource and not emitting greenhouse gases, as well as helping to preserve water resources, diversifying the energy matrix and allowing its sharing with other types of economic activities such as those linked to agriculture. Thus, this work seeks to map the main steps that make up a wind farm project to draw a preliminary project in an area located in the western border region of the state of Rio Grande do Sul, in the municipality of Quaraí. From the simulation and analysis of the results, it is possible to install 30 wind turbines, totaling 70 MW of installed capacity.*

Key words: *Wind Energy, Wind Project, Wind Potential of Rio Grande do Sul*