

## ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO NA REGIÃO DE BAGÉ/RS

SILVA, V. A. F.<sup>1</sup>, NASCIMENTO, C. S. C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Bagé – RS – Brasil –  
vinciussilva.aluno@unipampa.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Bagé – RS – Brasil –  
carlosnascimento@unipampa.edu.br

### RESUMO

A conscientização global sobre o uso de recursos energéticos e a disponibilidade limitada estão impulsionando a evolução tecnológica rumo a uma geração de energia totalmente proveniente de fontes renováveis. Essa busca por tecnologias de energia limpa e de baixa emissão de poluentes tem resultado em avanços rápidos. Para que seja possível a implementação de novas tecnologias como uma planta eólica, é necessário que seja feito o estudo da disponibilidade e potencial local para que sua instalação seja eficiente. Sendo assim, este artigo tem como objetivo investigar a potência que pode ser gerada em uma planta eólica a partir da velocidade do vento medida na cidade de Bagé/RS.

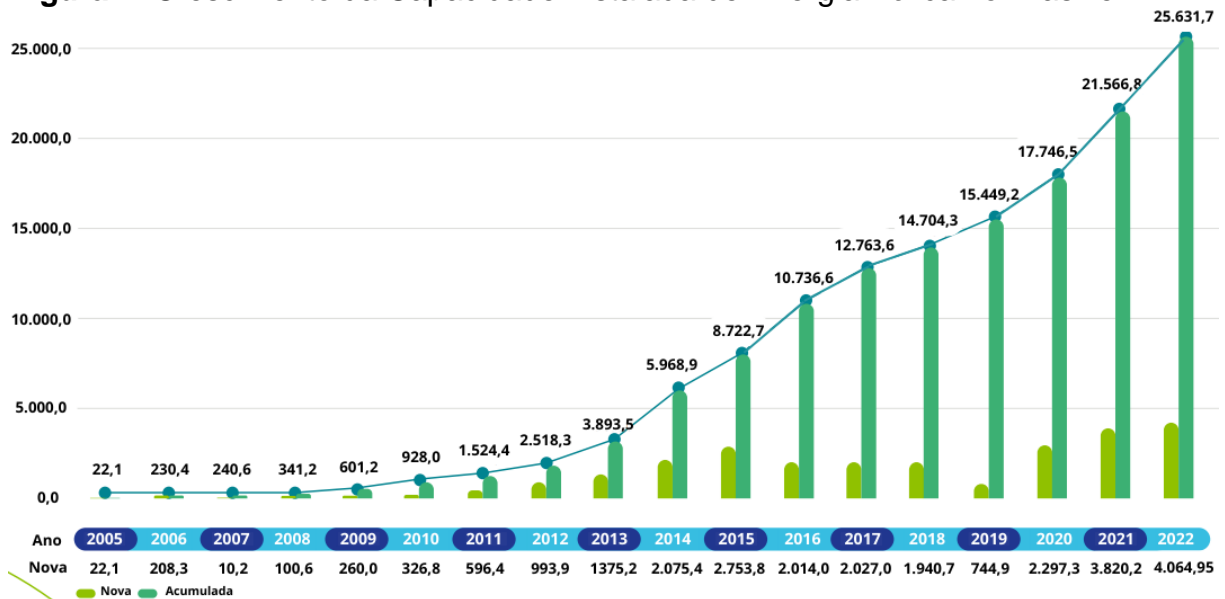
Palavras-chave: Velocidade do vento, Parque Eólico, Potência Ativa.

### 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a produção de energia a partir de fontes renováveis teve um crescimento exponencial, desempenhando um papel crucial na redução das emissões de carbono. Esse método utiliza formas de energia primária não alteradas pela natureza para gerar eletricidade de forma ambientalmente sustentável (HENG et al., 2022). A energia eólica, notável por sua capacidade de geração contínua tanto durante o dia quanto à noite, tem visto um aumento significativo em sua capacidade instalada nos últimos anos, conforme mostrado na Figura 1. (ABEEólica, 2022)

Uma das exigências para estudo de implementação de um parque eólico é o potencial do vento e suas características, para que o posicionamento das torres, a localização do parque na área de interesse e vários outros fatores sejam cumpridos. Padrões de velocidade, densidade, turbulência e horas efetivas de vento são sempre importantes de serem constatados durante a análise para inserção da fonte renovável eólica (REDISKE et al., 2021).

**Figura 1.** Crescimento da Capacidade Instalada de Energia Eólica no Brasil em MW.



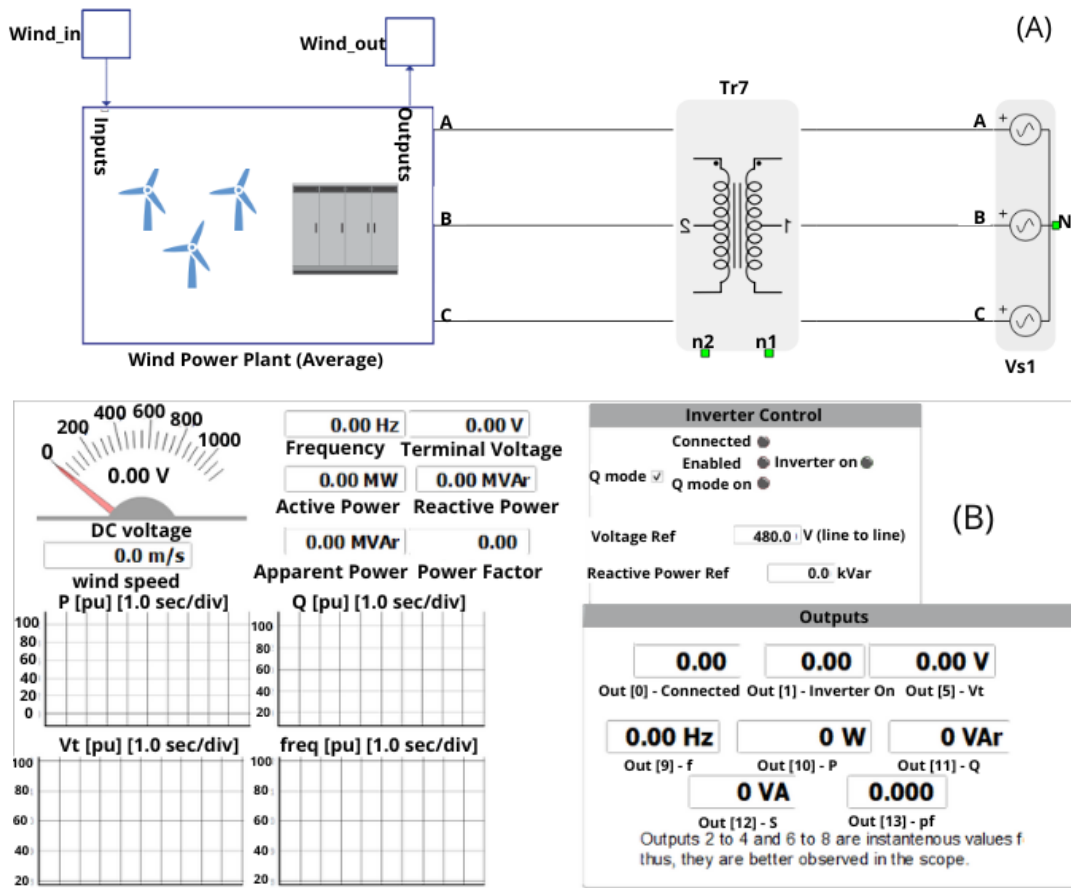
Fonte: ABEEólica, 2022

Em um espaço de tempo, o vento de uma região pode variar até 10% entre valores médios medidos anualmente e valores médios medidos em outros prazos, como semanas, dias ou meses, o que pode ocorrer devido à diferentes motivos, como por exemplo localização, ponto de medição, e características da região (CUSTÓDIO, 2009). Os intervalos de medição demonstram como a velocidade pode variar rapidamente, então, para fins de estudos, é usual serem feitas medidas de 10 em 10 minutos, que são usados para que seja feito valores de velocidade horária.

O software Typhoon HIL é uma avançada ferramenta de simulação de parques eólicos, destacando-se como um dos principais "hardwares-in-the-loops" (HIL) disponíveis. Além de parques eólicos, ele é aplicável em simulações de microrredes, eletrônica de potência, armazenamento de energia e modelos de sistema de potência marítimos (HUAMAN, 2022). Ao utilizar modelos pré-existent, como os de usinas de energia eólica, é possível simular a influência da velocidade do vento na geração de energia.

Inserindo as entradas pré-definidas com valores de referência, e combinando-as com os valores para a variação do modelo podemos obter saídas do modelo, e usar medidores para ler as variáveis da planta. Os modelos e medidores são mostrados na Figura 2.

Figura 2. (A) Modelo de Usina Eólica no Schematic Editor. (B) Medidores no modelo da Usina Eólica no HIL SCADA.



Fonte: Autor, 2023.

## 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Para este estudo, os dados de velocidade do vento foram obtidos no site do INMET, que disponibiliza valores anuais de torres anemométricas, sendo utilizadas as medições horárias. Devido à diversidade de valores, houve uma reorganização dos dados. Assim, no intervalo de julho de 2022 a junho de 2023, realizou-se uma aproximação semanal para análise neste trabalho.

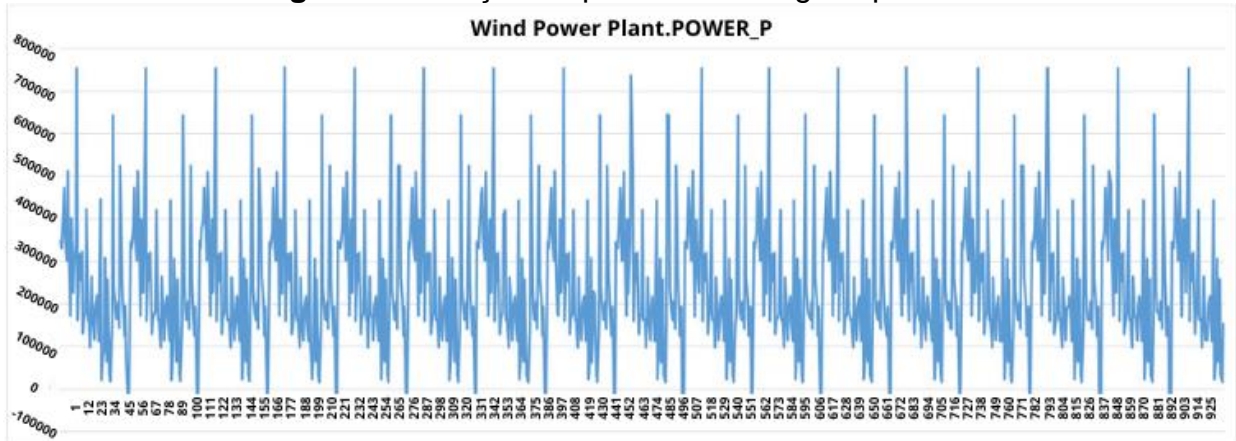
Esses valores de velocidade são então sobrescritos no Typhoon pelos dados de velocidade do vento já inseridos por padrão no software, onde passa-se a fazer simulações de potência gerada a partir da variação da velocidade do vento inserida.

Com esses resultados, pode ser feita a análise do montante de potência que pode ser extraída durante esse tempo em virtude da velocidade do vento, além também da variação semanal desses valores. A simulação foi feita com a leitura de 1000 amostras, sendo simulada uma amostra por segundo, onde cada amostra resultou em um valor de potência ativa média gerada por velocidade do vento.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a resposta de saída do Typhoon de potência ativa gerada, é feita a exclusão de valores transitórios de início de simulação da planta eólica para obter valores em regime permanente, como mostrado na Figura 4.

**Figura 3.** Variação de potência em regime permanente.



Fonte: Autor,2023.

Como tem-se 51 valores de velocidade de vento para o intervalo tratado, e esses valores se repetem em torno de 18 vezes para que sejam feitas as 1000 amostras da simulação, apresenta-se na Tabela 1 as velocidades e as potências médias que podem ser geradas por cada uma delas.

**Tabela 1.** Velocidades Médias e Potências Ativas Médias

Velocidade Média (m/s)	Potência Ativa Média (kW)	Velocidade Média (m/s)	Potência Ativa Média (kW)	Velocidade Média (m/s)	Potência Ativa Média (kW)
2,08	17,31	3,13	165,50	3,72	306,51
2,13	26,10	3,16	170,82	3,75	315,49
2,25	33,46	3,16	171,67	3,77	320,44
2,51	63,19	3,20	179,48	3,80	329,85
2,67	85,61	3,20	180,01	3,80	331,27
2,75	97,34	3,26	191,38	3,85	345,56
2,84	111,90	3,27	193,96	3,86	347,58
2,85	117,51	3,32	204,71	3,88	355,31
2,91	125,84	3,32	204,88	3,95	375,54
2,94	128,68	3,38	218,49	4,02	399,38
3,01	141,85	3,41	225,39	4,08	420,12
3,07	153,97	3,46	239,21	4,15	442,72
3,11	160,34	3,52	254,45	4,23	471,62
3,11	160,74	3,54	257,44	4,33	510,80
3,11	161,87	3,56	262,82	4,37	523,45
3,12	162,41	3,56	264,58	4,65	643,38
3,12	163,50	3,70	301,04	4,89	752,74

Fonte: Autor, 2023.

Os valores de potência aumentam devido à velocidade do vento, o que é esperado, e dentro das semanas entre julho de 2022 a junho de 2023, as velocidades do vento entre 3 a 4 m/s representam aproximadamente 62%, e as que menos ocorrem são as de 1 a 2 m/s.

#### 4 CONCLUSÃO

Com as potências, é possível construir um gráfico, que deixa evidente como o aumento da velocidade de vento pode influenciar diretamente na potência ativa gerada. As velocidades do vento estão dentro da margem de boa geração eólica, entre 3 e 4 m/s, gerando valores satisfatórios de potência ativa.

Para futuros trabalhos, pretende-se usar valores de consumo de energia da região que foi retirado os dados de vento para comparação da importância da integração desta fonte para o local, além de realizar a análise da qualidade de energia que seria imposta pela instalação da planta eólica.

#### REFERÊNCIAS

HENG, Teh Yee et al. Permanent Magnet Synchronous Generator design optimization for wind energy conversion system: A review. *Energy Reports*, Barcelona, Spain, v. 8, p. 277-282, 9 out. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.10.239>. Acesso em: 12 nov. 2023.

ABEEÓLICA (Brasil). Boletim anual 2022. *ABEEólica*, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/energia-eolica/dados-abeeolica/>. Acesso em: 12 nov. 2023.

REDISKE, G. et al. Wind power plant site selection: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [s. l.], v. 148, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032121005803?via%3Di> hub. Acesso em: 12 nov. 2023.

CUSTÓDIO, Ronaldo dos Santos. Energia eólica para produção de energia elétrica. Rio de Janeiro: [s. n.], 2009. ISBN 97885870098.

HUAMAN, Jesus Flores. Modeling and Dynamic Analysis of Microgrid using Typhoon HIL, Case Study : CAMPUSGRID. 2022. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Campinas, SP, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1254818>. Acesso em: 12 nov. 2023.

TYPHOON HIL INC. Typhoon HIL Software Manual. [S. l.], 2008. Disponível em: [https://www.typhoon-hil.com/documentation/typhoon-hil-software-manual/topics/software\\_manual\\_introduction.html](https://www.typhoon-hil.com/documentation/typhoon-hil-software-manual/topics/software_manual_introduction.html). Acesso em: 12 nov. 2023.