



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIA - FAEN**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA  
IMPLANTAÇÃO DE UM AEROGERADOR NA CIDADE  
DE DOURADOS/MS**

**ANDRÉ LUIZ SOUTO BORBA**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2022**

# **ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM AEROGERADOR NA CIDADE DE DOURADOS/MS**

**ANDRÉ LUIZ SOUTO BORBA**

Orientador: Prof. Dr. Etienne Biasotto

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Federal da Grande Dourados, como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Área de concentração: 3.04.04.01-0 Geração da Energia Elétrica

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2022**

# **ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM AEROGERADOR NA CIDADE DE DOURADOS/MS.**

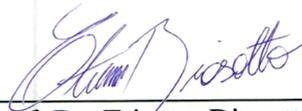
Por

**ANDRÉ LUIZ SOUTO BORBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Aprovado em: 24 de outubro de 2022.

Dourados,



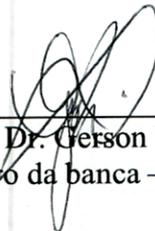
---

**Prof. Dr. Etienne Biasotto**  
Orientador – UFGD/FAEN



---

**Prof. Dr. Eduardo Manfredini Ferreira**  
Membro da banca – UFGD/FAEN



---

**Prof. Dr. Gerson Bessa Gibelli**  
Membro da banca – UFGD/FAEN

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo teórico relativo à produção de energia elétrica por aerogeradores, bem como as variáveis necessárias de se analisar, tais como o potencial eólico local disponível, eficiência energética dos aerogeradores, condições mínimas de operação e os critérios de conexão à rede. Visando um estudo, aplicando-se os parâmetros analisados na instalação de um aerogerador. Após esta análise, obter conclui-se sobre a viabilidade de implementação de turbinas eólicas e quais considerações devem ser realizadas para essa justificativa.

**Palavras-chave:** Potencial eólico. Energia eólica, Aerogerador, Turbina

## ABSTRACT

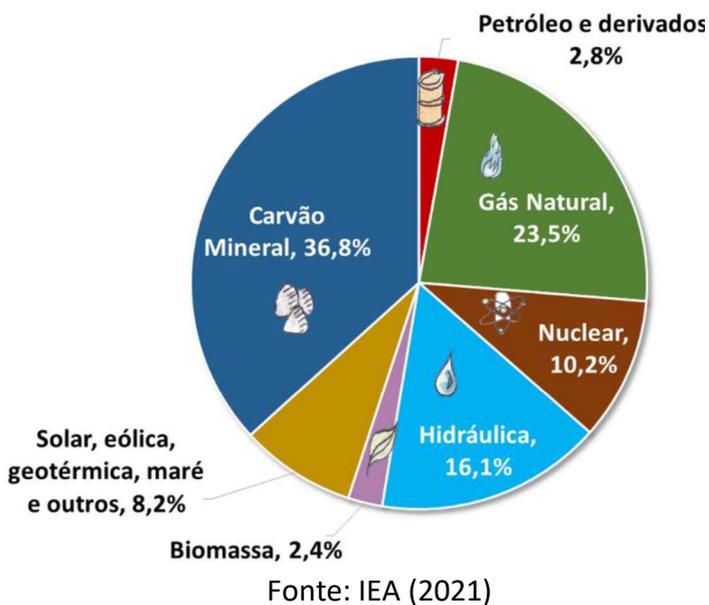
This work aims to carry out a theoretical study on the production of electricity by wind turbines, as well as the variables necessary to analyze, such as the available local wind potential, energy efficiency of wind turbines, minimum operating conditions and the criteria for connection to the wind turbine. network. Aiming at a study, applying the parameters analyzed in the installation of a wind turbine. After this analysis, it is concluded about the feasibility of implementing wind turbines and what considerations should be made for this justification.

**Keywords:** Wind potential. Wind energy, Wind turbine, Turbine

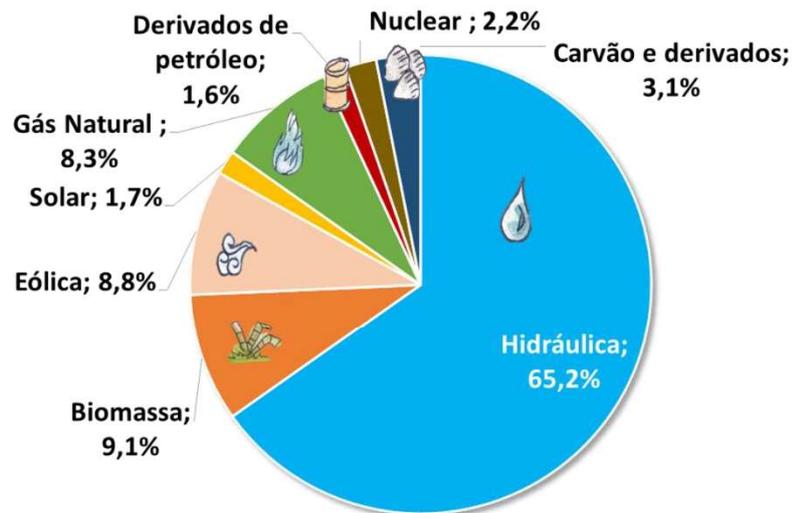
## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o portal da International Energy Agency (IEA) (2022), o mundo tem uma geração de energia elétrica próxima de 25.721 TWh (terawatt por hora). Desse montante, o consumo é de 21.371 TWh, desconsiderando as perdas que naturalmente ocorrem na transmissão e conforme a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2022), em 2021, a oferta interna de energia (total de energia disponibilizada no país) atingiu 301,5Mtep. Pode-se observar a representação percentual do balanço das diversas fontes energéticas nas Figuras abaixo:

**Figura 1.** Matriz Elétrica Mundial 2019

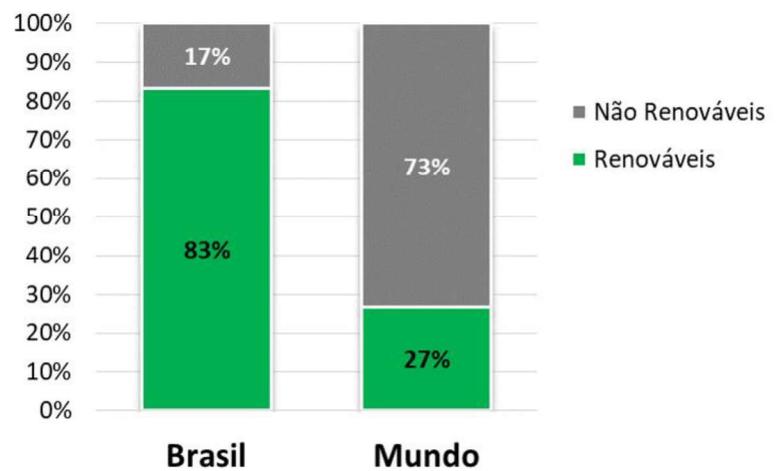


**Figura 2.** Matriz Elétrica Brasileira 2020



Fonte: EPE (2022)

**Figura 3.** Comparação utilização de fontes renováveis e não renováveis para a geração de energia elétrica no Brasil e no mundo



Fonte: EPE (2022)

A essa atual demanda energética e as implicações socioambientais e financeiras que implicam dessa utilização, trazem consigo a necessidade da exploração das diversas fontes de energias renováveis, como a hídrica (energia da água dos rios), solar (energia do sol), eólica (energia do vento), biomassa (energia de matéria orgânica), geotérmica

(energia do interior da Terra) e oceânica (energia das marés e das ondas).

Conforme o Portal da Mundo Educação, as fontes renováveis de energia são consideradas fontes de energia limpa, pois emitem menos gases de efeito estufa que as demais fontes de energia não renováveis, como as fósseis e, por isso, estão conseguindo uma boa inserção no mercado brasileiro e mundial, devido a redução da “pegada ambiental” muito desejada atualmente. Segundo o Portal Mundo Educação, essa “pegada ambiental” é uma medida da exploração e utilização dos recursos naturais do planeta e se relaciona diretamente com os hábitos de vida e consumo de uma população.

Como uma dessas fontes de energia renovável, este trabalho aborda a utilização da energia eólica, pois é a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento) e seu aproveitamento acontece através da conversão da energia cinética de translação, promovida pelo vento, em energia cinética de rotação, através das turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a produção de energia elétrica (DE FARIA, 2010). Pode-se verificar os 10 (dez) primeiros países com maior geração de energia eólica, e suas respectivas capacidades instaladas, conforme Tabela 1 a seguir:

**Tabela 1.** Capacidade instalada de geração eólica por País (em MW).

	Total instalado em 2015 (MW)	Total instalado em 2015 (MW)	Total instalado em 2015 (MW)
China	145.362	23.328	168.690
Estados Unidos	73.991	8.203	82.184
Alemanha	44.941	5.443	50.018
Índia	25.088	3.612	28.700
Espanha	23.025	49	23.074
Reino Unido	13.809	736	14.543
França	10.505	1.561	12.066
Canadá	11.219	702	11.900
Brasil	8.726	2.014	10.740
Itália	8.975	282	9.257

Fonte: adaptado de GWEC (2016)

Pensando nisso, descreveu-se o estudo de viabilidade de instalação de um aerogerador, no que tange a escolha do local, a prospecção dos equipamentos necessários, dimensionamento da necessidade energética que atenda à demanda e a eficiência de um aerogerador conforme as condições climáticas do local escolhido, averiguando se essa escolha seria acertada. Para dar base a respeito dessa análise, foi feita a verificação da eficiência de um aerogerador para a cidade de Dourados/MS.

## **2 CONDIÇÕES GEOGRÁFICAS E O POTENCIAL EÓLICO**

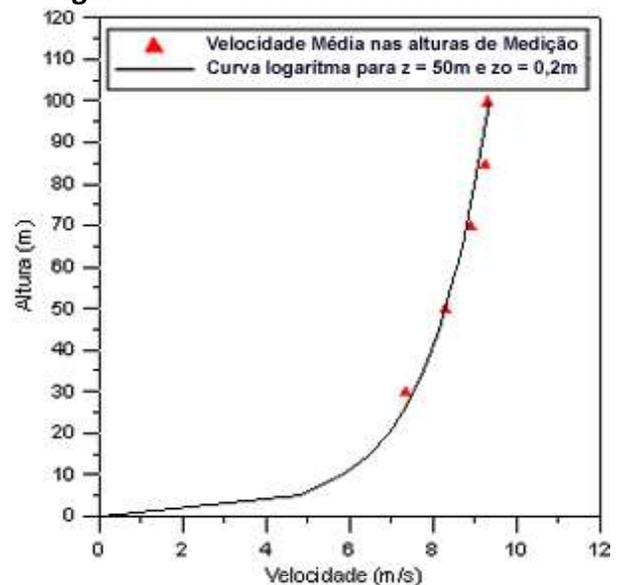
Segundo Moreira (2010a), os dados climáticos e dados do terreno e sua respectiva

utilização são dados importantes para a análise de potencial eólico de uma localidade, para que se possa constatar a diversidade de fatores que influenciam o regime de ventos. O recurso eólico é então influenciado por características topográficas, rugosidade do solo e altura, devendo-se conhecer o comportamento e sazonalidade dos ventos locais.

Através dos dados do vento e do mapa de relevo da região, é possível selecionar um local que apresente um comportamento que, em média, ofereça melhores características dentre as regiões (MOREIRA, 2010b).

Conforme CRESEB (2007a), para todo fluido em movimento, a velocidade do fluxo se eleva à medida em que este se afasta das superfícies que o delimitam. Logo, a velocidade do vento aumenta com a altura em relação à superfície da Terra de forma que fique sujeita à rugosidade do terreno. Como pode-se observar na figura abaixo:

**Figura 4.** Perfil de Velocidade do vento.



Fonte: CRESEB, 2001b

Segundo o portal do CRESEB (2001b), o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, cobre todo o território nacional. Seu objetivo é fornecer informações para capacitar tomadores de decisão na identificação de áreas adequadas para aproveitamentos eólico-elétricos. No estudo deste Atlas foram levadas em consideração condicionantes geográficas como o relevo, a rugosidade induzida por classes de vegetação e uso do solo, as interações térmicas entre a superfície terrestre e a atmosfera, inclusive efeitos do vapor d'água presente. Como pode-se observar na figura abaixo:

**Figura 5.** Adaptado de Atlas Eólico do Brasil.



Fonte: CEPEL (2001)

### 3 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO PARA AEROGERADORES

Mesmo que nesse estudo não será abordada a análise da viabilidade financeira, a escolha do aerogerador deve levar em consideração a avaliação dos custos de aquisição, de instalação e de manutenção, bem como a eficiência do equipamento a ser selecionado.

Ao escolher o aerogerador, deve-se levar em consideração:

- as características topográficas;
- rugosidade do solo;
- altura;
- potencial eólico;
- condições geográficas.

Deve-se levar em consideração as especificações do equipamento a ser implementado, para verificar se atende as demandas necessárias. O local deve possuir velocidade mínima maior do que o equipamento necessita para iniciar sua

operação, ou seja, acima da velocidade mínima de vento para funcionamento do aerogerador eólico, velocidade de vento em que o aerogerador eólico alcança a potência nominal e também a velocidade máxima de vento em que o aerogerador eólico para o funcionamento.

Conforme o portal IDEAL (2015), os principais tipos de aerogeradores de pequeno porte são os com eixo horizontal ou com eixo vertical. Os de eixo horizontal geralmente possuem eficiência maior (quando operam em condições de vento sem muitas mudanças de direção) e são mais comuns no mercado. Porém, sistemas eólicos com eixo vertical são mais vantajosos por serem menos barulhentos e de harmonizarem-se melhor com as edificações.

Ainda conforme o portal IDEAL (2015), deve-se verificar a quantidade de demanda de eletricidade num determinado período, para que se possa calcular qual deve ser a capacidade do sistema eólico a ser selecionado. Além disso, deve ser levado em consideração os valores que os consumidores atendidos em baixa tensão representados pelo Grupo B, das unidades consumidoras da baixa tensão, das classes residencial (Subgrupo B1), rural (B2), demais classes (B3) e iluminação pública (B4), que têm que pagar pelo custo de disponibilidade nos meses em que a geração for igual ou maior que o consumo da rede, e os consumidores

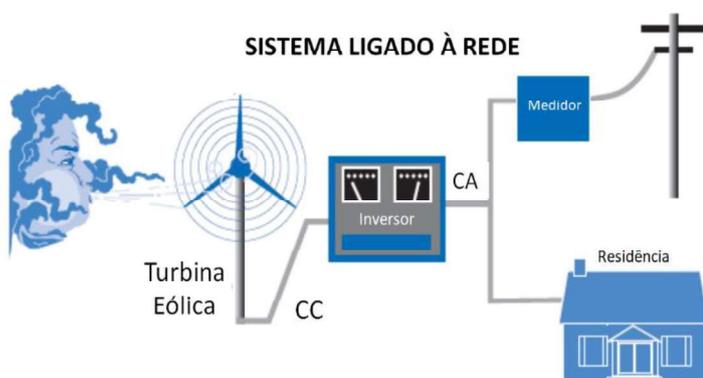
comerciais e industriais com maior carga composto pelo Grupo A, das unidades consumidoras da alta tensão (Subgrupos A1, A2 e A3), média tensão (Subgrupos A3a e A4), e de sistemas subterrâneos (Subgrupo AS), que pagam o custo pela demanda que foi contratada.

A potência é fornecida pelo gerador eólico escolhido segundo às condições de emprego nas condições climáticas no local definido.

#### 4 CONEXÃO DE AEROGERADORES À REDE ELÉTRICA

Segundo o CRESESB (2007a), os sistemas interligados à rede, como um grande número de aerogeradores são utilizados, e que não necessitam de sistemas de armazenamento de energia, pois toda a geração é entregue diretamente à rede elétrica. Essa interligação do sistema à rede pode ser compreendida observando-se a figura abaixo:

**Figura 6.** Adaptado de Sistema ligado à rede.



Fonte: U.S. Department of Energy. Small Wind Electric Systems. 2005.

Conforme a ANEEL (2008) para que o sistema seja ligado à rede deve-se atentar às normas estabelecidas pela Distribuidora de Energia que possui a concessão de fornecimento na região instalada.

A energia produzida pela fonte renovável (Figura 6), é em corrente contínua. No entanto, uma vez que a carga (representada pela residência na Figura 6) e a rede elétrica são preparadas para operar com corrente alternada, é necessário um inversor (também representado na Figura 6) para fazer a referida conversão. A residência é então energizada pela fonte renovável e a energia excedente é injetada na rede elétrica ou, então, poderá ser vendida se fizer parte do grupo de vendedores de energia elétrica, realizando a adesão como membro participante do Mercado Livre de Energia para consumidores especiais dessas fontes de Energia Incentivada/Especial (apenas se pertencer ao Grupo A), conforme normas estabelecidas pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

Segundo Chiras (2008), há uma relação de simbiose com a rede, pois mesmo que não haja vento suficiente para suprir as necessidades da carga, é sempre a rede quem efetua o fornecimento. Considerando que a rede funciona como uma bateria de armazenamento, no caso de haver uma interrupção na rede, também haverá uma interrupção na residência, mesmo que exista

vento. Este fenômeno deve-se às características dos inversores, ou seja, proteção anti-ilhamento. Conforme MAMEDE FILHO (2020), ilhamento consiste na desconexão de parte da rede elétrica do restante do sistema elétrico.

## 5 IMPLEMENTAÇÃO NA CIDADE DOURADOS

### 5.1. COORDENADA GEOGRÁFICA

Para que o sistema fotovoltaico tenha um bom aproveitamento é necessário que as condições de insolação e radiação no local de instalação sejam favoráveis. Verificou-se essas informações junto à estação meteorológica automática, instalada na Embrapa Agropecuária Oeste em Dourados, MS, com localização geográfica 22.23°S, 54.84° W, 433m de altitude.

Utilizando-se das informações fornecidas pelos portais da EMBRAPA (2008) e da CRESESB (2001b), obteve-se os seguintes dados, nas Tabelas 2 e 3, e um comparativo de velocidades do vento nas 3 (três) alturas analisadas nesse trabalho, conforme o Gráfico 1, respectivamente abaixo:

**Tabela 2.** Dados de localidade da cidade de Dourados/MS.

Localização latitudinal	22.23° (sul)
Localização longitudinal	54.84° (oeste)
Direção Predominante do Vento	NE

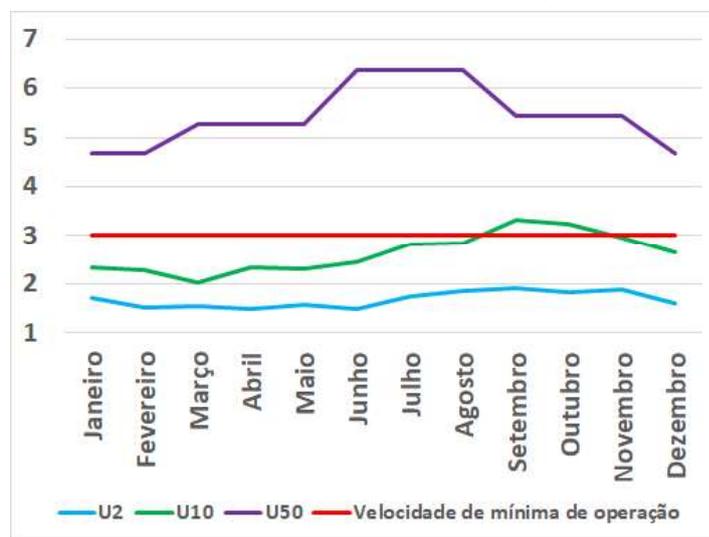
Fonte: adaptado de CRESESB (2001b).

**Tabela 3.** Velocidade média do vento (m/s) na região de Dourados a 2, 10 e 50 m.

Mês	U <sub>2</sub>	U <sub>10</sub>	U <sub>50</sub>
Janeiro	1,71	2,33	4,67
Fevereiro	1,52	2,28	4,67
Março	1,54	2,01	5,28
Abril	1,5	2,34	5,28
Mai	1,57	2,3	5,28
Junho	1,48	2,45	6,36
Julho	1,75	2,82	6,36
Agosto	1,84	2,84	6,36
Setembro	1,9	3,32	5,43
Outubro	1,83	3,24	5,43
Novembro	1,88	2,95	5,43
Dezembro	1,6	2,65	4,67
Ano	1,68	2,63	5,44

Fonte: adaptado de Embrapa (2008) e CRESESB (2001b).

**Gráfico 1.** - Velocidade média do vento (m/s) na região de Dourados a 2, 10 e 50 m de altura e velocidade mínima de operação.



Fonte: Adaptado de Embrapa, 2008 e CRESESB (2007a).

Nota-se no Gráfico 1 que a cidade de Dourados, no estado de Mato Grosso do Sul, na região analisada para a instalação do

sistema eólico, apresenta uma velocidade média anual de vento de 1,68 m/s (a 2 metros de altura), de 2,63 m/s (a 10 metros de altura) e de 5,44 m/s (a 50 metros de altura), conforme o esperado, pois os dados do Atlas referem-se a uma altura de 50 metros enquanto os dados obtidos na Embrapa referem-se a uma altura de 2 e 10 metros e sabe-se que a velocidade dos ventos está em função da altura.

Como pode-se observar no Gráfico 1, a velocidade média mensal do vento na região de Dourados, na altura de 2 metros, está abaixo da velocidade mínima de operação do aerogerador (conforme será apresentado no item 5.2). A velocidade média mensal do vento na região de Dourados, na altura de 10 metros, apenas nos meses de setembro e outubro, está acima da velocidade mínima de operação do aerogerador, enquanto na altura de 50 metros, está totalmente acima da velocidade mínima de operação do aerogerador, apresentando, nesse caso, a eficiência total de produção elétrica anualmente no aerogerador.

Para as demais alturas, pode-se estimar a velocidade do vento através do cálculo utilizando-se a Lei de Hellman, que depende de alguns fatores, como a estabilidade do ar, a natureza da superfície, temperatura, estação, hora do dia e rugosidade da superfície (KALOGIROU, 2016).

## 5.2. SELEÇÃO DE AEROGERADORES

Para fins de comparação e análise da viabilidade, foram realizadas algumas pesquisas no site de busca (Google) e após isso, nos sites dos próprios fabricantes (Xzeres Wind Corp, Xiamen Mars Rock Science Technology Co. e TESUP), sobre preços de aerogeradores mais eficientes e economicamente viáveis.

Foram analisados diversos modelos, dentre eles:

- modelo Skystream 3.7 da Xzeres Wind;
- modelo 35S4-600H-12D da MARS ROCK;
- modelo Magnum 5 da TESUP.

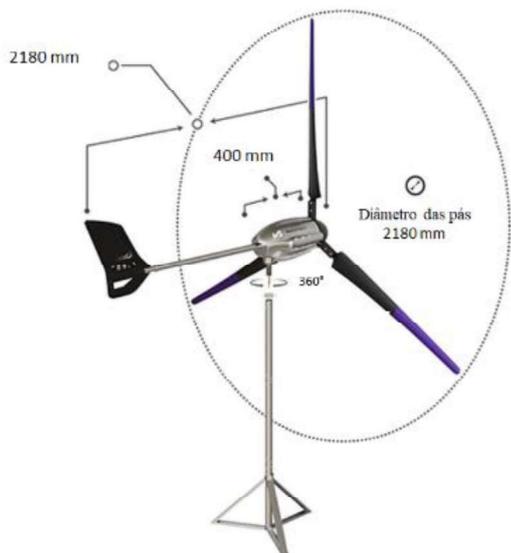
Após analisar as características de cada um deles, o modelo que traria maior eficiência para a condição da região é a Turbina Eólica Magnum 5, apresentado nas Figuras 7 e 8.

**Figura 7.** Turbina Eólica MAGNUM 5



Fonte: TESUP (2022)

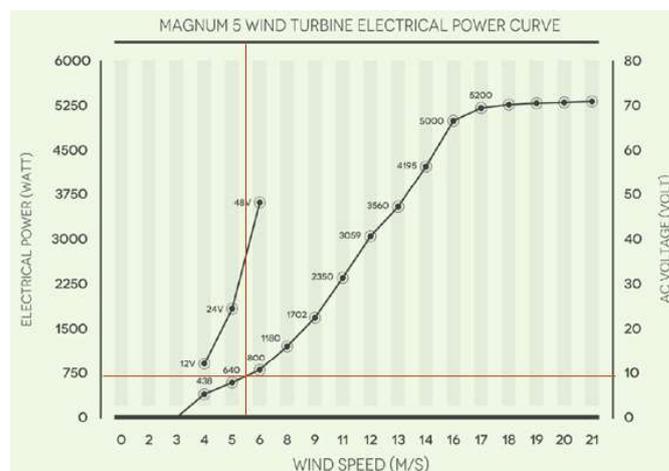
**Figura 8.** Turbina Eólica MAGNUM 5



Fonte: TESUP (2022)

Este equipamento apresenta uma eficiência de 5200 Wh, possui 3 (três) pás com um diâmetro de 2180 mm, inicia seu movimento a partir da velocidade de vento de 3 m/s (velocidade mínima de operação do aerogerador), com um nível de ruído de 35 dB, com rotações por minuto de 760 RPM e suporta ventos de até 58 m/s e apresenta rotações 760 RPM. E pode-se analisar a potência do micro aerogerador, conforme Gráfico 2 a seguir:

**Gráfico 2.** - Potência do Micro aerogerador MAGNUM 5.



Fonte: adaptado de TESUP (2022)

Considerando-se a velocidade média anual de 5,44 m/s, na altura de 50m e apenas nessa condição, conforme os dados de catálogo apresentados da curva de geração elétrica do aerogerador Magnum 5 da TESUP. Pode-se estimar uma potência de aproximadamente 750 Watts de produção de energia elétrica deste modelo de aerogerador, resultando em 540 kWh por mês.

### 5.3. CRITÉRIOS DE CONEXÃO À REDE ELÉTRICA

Conforme a Empresa Energisa (2022), para que o sistema seja ligado à rede, na cidade de Dourados, deve-se atentar à Norma de Distribuição Unificada NDU – 013, Critérios para a Conexão em Baixa Tensão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição da Energisa ou à Norma de

Distribuição Unificada NDU – 015, Critérios para a Conexão de Acessantes de Centrais Geradoras e Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição da Energisa, e efetuar o preenchimento do formulário de solicitação de acesso para a norma equivalente, bem como as demais orientações dessa NORMA.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pôde-se, com este trabalho, descrever os passos de análise para a instalação de um aerogerador e verificar que, na cidade de Dourados/MS, apresenta uma viabilidade técnica de instalação, conforme dados obtidos no CRESESB (2007a), na altura de 50 metros, com valor significativo para a produção de energia eólica, pois os aerogeradores necessitam de um fluxo de velocidade do vento o mais constante possível e maior que 3 m/s para dar início ao movimento. Na ausência de dados confiáveis, não se pode confirmar como sendo vantajosa a sua instalação em alturas abaixo de 50 metros e acima de 10 metros.

A instalação desse tipo de geração de energia elétrica é aconselhável para complementar outras fontes de eletricidade, como a solar, que funciona apenas durante o dia com presença da radiação solar (num sistema híbrido), pois os aerogeradores podem funcionar a todo momento, desde que haja vento com a velocidade mínima de funcionamento, ou ligado direto à rede, para

se aproveitar de poucos momentos de produção da energia dos aerogeradores, onde o que se almeja a diversificação de produção de energia e um maior aproveitamento dos recursos naturais.

Para futuros trabalhos, podem ser feitas as análises quanto à viabilidade financeira deste tipo de empreendimento. Ainda, espera-se que os aerogeradores possam obter melhorias em suas tecnologias, que proporcionem uma maior eficiência mesmo com ventos de velocidades inferiores, para utilização em quaisquer cidades, tornando-se mais viáveis e com um maior aproveitamento de todo o potencial eólico disponível no Brasil.

## 7 BIOGRAFIAS



**André Luiz Souto Borba** nasceu na cidade de Campo Grande, no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, em 26 de dezembro de 1983. Atualmente é acadêmico do curso de Engenharia de Energia na

Faculdade de Engenharia da Universidade Federal da Grande Dourados (FAEN/UFGD). Seus campos de interesse são energias renováveis, recursos naturais e energéticos, qualidade da energia elétrica e mercado livre de energia.



### **Etienne Biasotto**

nasceu em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, em 23 de janeiro de 1980. Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade de Araraquara (UNIARA), obteve os títulos de Mestre e

Doutor em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade de São Paulo (USP) em 2009 e 2012, respectivamente. Obteve o título de Especialista em Gestão de Hospitais Universitários pelo Instituto Sirio Libanês de Ensino e Pesquisa (IEP) em 2014. Atualmente é professor adjunto e diretor da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal da Grande Dourados (FAEN/UFGD). Dentre as áreas de interesse destacam-se a proteção de sistemas elétricos de potência, qualidade da energia elétrica e técnicas de inteligência artificial.

## **8 AGRADECIMENTOS**

Primeiramente aos familiares, que sempre deram uma base sólida de confiança e tranquilidade para que fosse possível atingir os objetivos durante todo o curso. Ao orientador e amigo, professor doutor Etienne Biasotto, pelo total comprometimento e empenho, e pela confiança depositada. A todos os amigos e colegas de curso que deram apoio em todos os momentos.

## **REFERÊNCIAS**

CHIRAS, Dan. **The Homeowner's Guide Renewable Energy**. s.l. : New Society Publishers, 2008.

DE FARIA, Bruno Lopes. **Modelagem do potencial eólico do nordeste do Brasil sob condições atuais e de aquecimento global: uma interface entre modelos numéricos computacionais de microescala e mesoescala** Viçosa/MG : Universidade Federal de Viçosa, 2010.

EMBRAPA - **O clima da região de Dourados, MS** / Carlos Ricardo Fietz, Gilberto Fernando Fisch. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008.

Empresa de Pesquisa Energética EPE. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2022 – ano base 2021**. 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br>>. acessado em outubro de 2022.

**GLOBAL WIND STATISTICS 2016**. GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). 2016. Disponível em: <<https://gwec.net/>>. acessado em outubro de 2022.

KALOGIROU, Soteris A.. Engenharia de Energia Solar: Processos e Sistemas. 2ª ed. Rio de Janeiro. Elsevier, 2016.

MAMEDE FILHO, João. **Proteção de sistemas elétricos de potência** / João Mamede Filho, Daniel Ribeiro Mamede. - 2. ed. - Rio de Janeiro : LTC | Livros Técnicos e Científicos Ltda., 2020.

MOREIRA, Rita Isabel Pimentel. **Avaliação do potencial eólico em regime de microgeração**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010a.

MOREIRA, Rita Isabel Pimentel. **Avaliação do potencial eólico em regime de microgeração. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**. Junho 2010b.

Portal da Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil) (ANEEL). **Banco de Informações de**

**Geração (BIG).** 2008. Disponível em: [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br). acessado em julho de 2022.

Portal da Energisa **Tipos de tarifas** 2022. Disponível em: <https://www.energisa.com.br>. acessado em julho de 2022.

Portal da International Energy Agency: (IEA). 2021. Disponível em: <https://www.iea.org>. acessado em outubro de 2022.

Portal do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CRESESB), **Tutorial Eólico. 2007a** Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br>. acessado em julho de 2022.

Portal do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CRESESB) – **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. 2001b** Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br>. acessado em julho de 2022.

Portal do Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (IDEAL). 2015. Disponível em: <http://institutoideal.org>. acessado em julho de 2022.

Portal do Mundo Educação - **Pegada ecológica** Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br>. acessado em julho de 2022.

Portal TESUP – **Turbinas Eólicas.** Disponível em: <https://www.tesup.com.br> acessado em julho de 2022.

**Small Wind Electric Systems.** U.S. Department of Energy (DOE). Wind Energy Program, 2005. Disponível em: [www.eere.energy.gov/windandhydro](http://www.eere.energy.gov/windandhydro) acessado em julho de 2022.