
Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani

Trabalho de Graduação

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”

FACULDADE NILO DE STÉFANI DE JABOTICABAL - SP (Fatec-JB)

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

ENERGIA EÓLICA: DEFINIÇÕES E IMPORTANCIA AMBIENTAL

VITOR DA SILVA MIGUEL

PROFA. ORIENTADORA: DRA. ROSE MARIA DUDA

JABOTICABAL, S.P.

2023

VITOR DA SILVA MIGUEL

ENERGIA EÓLICA: DEFINIÇÕES E IMPORTANCIA AMBIENTAL

Trabalho de graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Rose Maria Duda

JABOTICABAL, S.P.

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

ENERGIA EÓLICA: DEFINIÇÕES E IMPORTANCIA AMBIENTAL

MIGUEL, V. S.

Energia eólica: definições e importância ambiental / Vitor da Silva Miguel
— Jaboticabal: Fatec Nilo de Stéfani, 2023.

16p.

Orientador: Rose Maria Duda

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani - Jaboticabal, 2023.

1. Energias renováveis. 2. Turbinas eólicas. 3. Ventos I. Duda, R. M.
II. Título. Energia eólica: definições e importância ambiental

VITOR DA SILVA MIGUEL

ENERGIA EÓLICA: DEFINIÇÕES E IMPORTANCIA AMBIENTAL

Trabalho de Graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Rose Maria Duda

Data da apresentação e aprovação: 13/06/2023.

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador: Rose Maria Duda

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Baltasar Fernandes Garcia Filho

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Gabriel Richard da Silva Del Vecchio

Unesp de Jaboticabal

Local: Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Jaboticabal – SP – Brasil

AGRADECIMENTOS

Agradeço Aos meus familiares que sempre estiveram ao meu lado me apoiando nas minhas decisões, aos meus amigos que participaram nessa etapa junto a mim. Agradeço A professora Dra. Rose Maria Duda pelas orientações.

Agradeço à Fatec-JB, gestores, professores e funcionários que contribuíram de alguma maneira para a realização desse trabalho.

MIGUEL, VITOR DA SILVA. **Energia eólica: definições e importância ambiental.** Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 16 p. 2023.

RESUMO

A energia eólica é uma importante energia renovável, que vem se destacando na atualidade. Podemos analisar como um recurso infinito, pois a sua fonte cinética, vem do vento. A energia eólica pode trazer muitos benefícios para o planeta, pois é considerada uma energia inesgotável, não emite gases poluentes e nem gera resíduos. O seu funcionamento depende dos ventos e observa-se uma ampliação da produção da energia eólica a partir dos ventos nos mares. Atualmente o Brasil é o terceiro país com mais capacidade de produção de energia eólica no mundo, além de ser o meio mais vantajoso de diminuir o uso de combustíveis fósseis.

Palavras-chave: Energia eólica. Energia renovável. Turbinas eólicas. Ventos.

ABSTRACT

Wind energy is an important renewable energy, which has been highlighted nowadays. We can analyze it as an infinite resource because its kinetic source comes from the wind. Wind energy can bring many benefits to the planet, as it is considered an inexhaustible energy, does not emit polluting gases and does not generate waste. Its operation depends on the winds and there is an increase in the production of wind energy from the winds on the seas. Brazil is currently the third country with the most wind energy production capacity in the world, in addition to being the most advantageous means of reducing the use of fossil fuels.

Keywords: Wind energy. Renewable energy. Wind turbines. Winds.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 O que é a energia eólica.....	16
2.2 O Aproveitamento da Energia Eólica Mundo	20
2.3 Vantagens e Desvantagens	21
2.4 Benefícios Ambiental	21
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS	22
APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE	23

1 INTRODUÇÃO

A energia eólica vem sendo usada desta antiguidade, mas atualmente estão sendo muito procuradas (DIANA, 2019). A energia eólica é um recurso vantajoso e renovável, pois seu risco de poluição é menor que as outras energias. Entre seus benefícios pode-se citar a sustentabilidade, pois não libera poluentes na atmosfera e evita o uso combustíveis fósseis (SANCHEZ-SOTO et al, 2019).

No entanto, os parques eólicos tem um investimento inicial e podem causar algum tipo de impacto, mas vêm se tornando cada vez mais viáveis (COSTA et al 2019). A produção de parques eólicos demanda uma boa gestão e investimentos corretos, para que não ultrapasse os limites de custo. A variação de métodos de implantação de parques eólicos, pode depender de acordo com a mão de obra, materiais de construção e local a ser implantado (ENRIQUEZ et al, 2019). A implantação desse projeto pode trazer benefícios para as regiões mais próximas aos parques eólicos (ASSUIREU et al, 2019). Com a grande demanda de parques eólicos, os mercados de turbinas eólicas geram muitos lucros com as vendas (SAMCHEZ-SOTO et al, 2019).

No entanto, a energia eólica tem seus pontos positivos e negativos. Ela é considerada uma energia inesgotável, mas a falta de vento para girar as pás pode ser um problema grave. Entre as desvantagens pode-se citar os impactos visuais, em virtude da modificação das paisagens, e o impacto sonoro que é produzido pelas turbinas (Portal Solar 2014-2023).

Atualmente, no Brasil existem algumas legislações que regulamentam a produção de energia eólica. Entre elas está a Resolução 462/2014 (BRASIL, 2014), que estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre e a PL 576/2021 (AGÊNCIA SENADO, 2021), que regulamenta a autorização para aproveitamento do potencial energético offshore, ou seja, instalado no mar.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi revisar as definições e importância ambiental da energia eólica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O que é a energia eólica

A transformação da energia mecânica produzida pelos ventos em eletricidade é realizada pelas turbinas eólicas (Figura 1), também conhecidas como aerogeradores. Basicamente, esses

equipamentos funcionam como cataventos gigantes, acionados pelas forças dos ventos, a partir de sua circulação na atmosfera. Por isso, a constância, velocidade e a direção dos ventos são fatores fundamentais para a instalação dos parques eólicos (CG, 2022).

Atualmente, no Brasil existem algumas legislações que regulamentam a produção de energia eólica. Entre elas está a Resolução 462/2014 (BRASIL, 2014), que estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre e a PL 576/2021 (AGÊNCIA SENADO, 2021), que regulamenta a autorização para aproveitamento do potencial energético offshore, ou seja, instalado no mar.

Assim como a energia hidráulica, a energia eólica é utilizada há milhares de anos com as mesmas finalidades, como: bombeamento de água, moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica. Para a geração de eletricidade, as primeiras tentativas surgiram no final do século XIX, mas somente um século depois, com a crise internacional do petróleo, na década de 1970, é que houve interesse e investimentos suficientes para viabilizar o desenvolvimento e aplicação de equipamentos em escala comercial. A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976, na Dinamarca (IBICT, 2003).

Figura 1 – Foto ilustrativa de um parque eólico continental (A) e no mar (B).



Fonte: Divulgação/ABEEólica (A)

e <https://oespecialista.com.br/eolicas-no-mar-vao-produzir-energia-de-quatro-usinas-de-belo-monte/>(B)

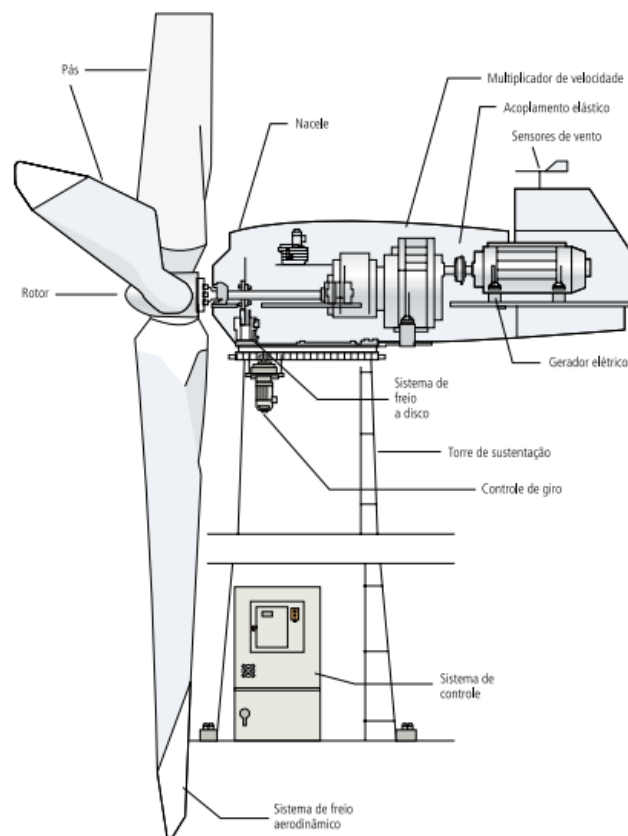
A energia cinética gerada pelo vento faz com que seja gerada a energia elétrica, os aerogeradores podem ter entre 80 e 120 metros de altura, a orientação sempre é ser instalada na direção dos ventos para ter sempre uma boa capacitação.

As funcionalidades de uma turbina horizontal (Figura 2), descrito por ROCHA FILHO (2018).

- Pás do rotor: capturam energia produzida pelos ventos e converter em energia de rotação no eixo;
- Eixo: transfere a energia de rotação para o gerador;
- Nacele: carcaça onde são abrigados os componentes;

- Gerador: converte energia de eixo em energia elétrica;
- Controlador: alinha o rotor na direção do vento.
- Freios: em caso de falha do sistema ou sobrecarga de energia, interrompe a rotação do eixo;
- Torre: sustenta o rotor e a nacelle, além de erguer todo o conjunto a uma altura onde as pás possam girar com segurança e distantes do solo;
- Equipamentos elétricos: transmitem a eletricidade do gerador pela torre e controlam os elementos de segurança da turbina.
- Unidade de controle eletrônico: para monitoramento do sistema, realiza o desligamento da turbina em caso de falha e ajuda no mecanismo de realinhamento da turbina com o vento;
- Caixa de engrenagem: aumenta a velocidade de rotação do eixo para o gerador;

Figura 2- Desenho esquemático de uma turbina eólica horizontal.



Fonte: LIVROABERTO (2023)

Também existem outros tipos de turbinas, como as verticais e as do tipo turbina Savonius. O funcionamento da turbina eólica vertical (Figura 3) se baseia na força de

sustentação e suas principais vantagens são que o gerador e a caixa de engrenagem são colocados no solo. Seu rotor baseia-se em duas ou três pás curvadas e sua força motriz é a de sustentação aerodinâmica exercida nas pás. Uma das desvantagens deste modelo é que o vento aumenta sua velocidade consideravelmente de acordo com a altura da torre, sendo assim a turbina deve suportar diferentes esforços ao longo do seu eixo, criando uma dificuldade em manter a torre perfeitamente vertical em grandes alturas (ROCHA FILHO ,2018). Já na turbina de Savonius (Figura 4), o funcionamento do rotor baseia-se na força de arrasto, o seu rotor baseia-se de duas ou mais conchas no lugar de pás.

Figura 3 - Turbina eólica vertical



Fonte: <http://windbox.com.br/blog/componentes-dos-aerogeradores/>

Figura 4 - Turbina eólica Savonius



Fonte: <https://ecoinventos.com/ls-savonius-3-0/>

2.2 Aproveitamento da Energia Eólica Mundo

A energia eólica depois da energia solar é a segunda mais utilizada no mundo. A China é o país com a maior capacidade instalada de energia eólica, seguido dos Estados Unidos e o Brasil encontra-se em sétimo lugar nesse ranking (PORTAL SOLAR 2014-2023, 2023). No Brasil a energia eólica corresponde a 12,5% da capacidade instalada (Figura 4), distribuídos em 869 parque eólicos, em 12 Estados Brasileiros, destacando-se o Rio Grande do Norte, Bahia, Paraíba, Piauí, Ceará, Pernambuco e Santa Catarina (ABEEÓLICA, 2022), em virtude do potencial de ventos (Figura 5).

Figura 4 - Energia eólica por capacidade instalada (GW) no Brasil.

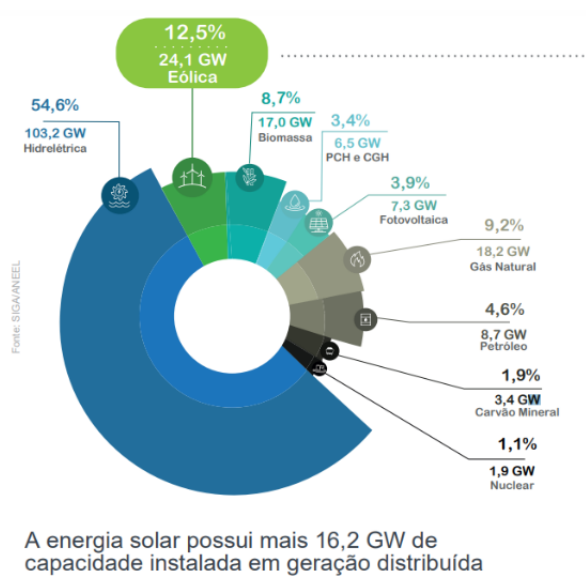
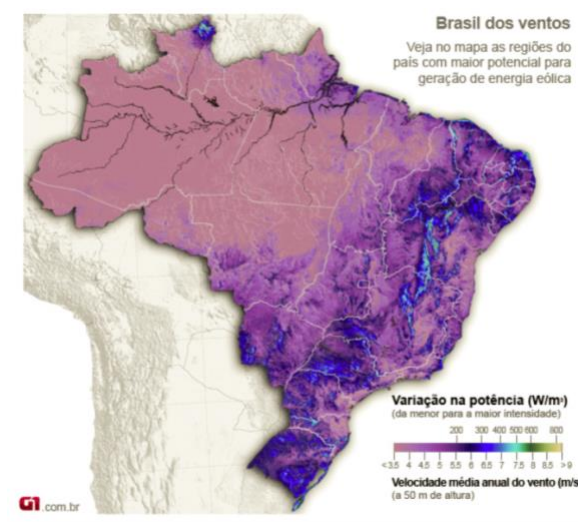


Figura 5 – Potencial de produção de energia eólica no Brasil.



Fonte: BrasilBrasileiro (2012).

2.3 Vantagens e Desvantagens

A vantagem da energia eólica consiste em ser uma das fontes renováveis pois, não emite poluentes, não precisa ser dependente de combustíveis fósseis e diminui completamente a emissão de gases responsável pelo aquecimento global. A desvantagem é que para que se tenha energia eólica, essa produção exige muitos cuidados, pois o seu maquinário é de alto custo, a localização deve ser onde tenha ventos regulares. Também pode afetar a migrações de aves, que se chocam nas pás das turbinas. Já para as pessoas existe a poluição sonora e visual por conta dos ruídos e gerados pelas turbinas (ORIGOENERGIA, 2023). No Estado de São Paulo em 2017 os aeromotores eólicos começaram suas operações na usina do Engenheiro Sérgio Motta na região de Presidente Prudente, as torres instaladas geram cerca de três megawatts, e esse investimento foi de R\$8,3 milhões. Essas unidades tem a capacidade a gerar até 620 megawatts por hora e essa energia é o suficiente para abastecer de 500 residências com o consumo de 100 quilowatts por hora por 12 meses.

2.4 Benefícios Ambiental

Em uma visão ambiental, a geração de energia eólica tem emissão zero de dióxido de carbono, que é um dos gases responsáveis pelo agravamento da do efeito estufa podendo gerar a mudança climática global. A visão eólica traz muitos benefícios para o meio ambiental e para as pessoas, pois as centrais eólica são construídas em pequenos espaços físicos dando facilidade para as atividades de agricultores, e a matriz eólica vem dominado a economia, sendo um dos pontos vantajosos para o meio ambiental, dando muitas oportunidades de empregos para as construções de parque de energia eólica (UNISMG, 2023).

A geração de energia elétrica por meio de turbinas eólicas constitui uma alternativa para diversos níveis de demanda. As pequenas centrais podem suprir pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento. Quanto às centrais de grande porte, estas têm potencial para atender uma significativa parcela do Sistema Interligado Nacional (SIN) com importantes ganhos: contribuindo para a redução da emissão, pelas usinas térmicas, de poluentes atmosféricos; diminuindo a necessidade da construção de grandes reservatórios; e reduzindo o risco gerado pela sazonalidade hidrológica, à luz da complementaridade citada anteriormente (LIVROABERTO, 2023).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia eólica é uma fonte alternativa de geração de energia elétrica, que utiliza o vento para a movimentação das pás das turbinas. Esse meio alternativo tem muitas vantagens como por exemplo, não usar os combustíveis fósseis que podem liberar gases para a atmosfera. Embora seja necessário o vento para a movimentação das pás das turbinas, observa-se um grande potencial no continente brasileiro, além dos mares.

REFERÊNCIAS

ASSIREU, A. T. et al . Uso de VANT para Prospecção Eólica em Sistemas Aquáticos: Desenho Amostral e Avanços Instrumentais. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 237-245, June 2019. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862019000200237&lng=en&nrm=iso>.

BRASILBRASILEIRO. **Energia eólica na região Centro-Oeste**. 2012. Disponível em: <Energia eólica na região Centro-Oeste | Brasil Brasileiro (wordpress.com)> Acesso em 06/06/2023.

CARVAJAL, EE; MUNOZ, GJ; RIVERA, S .. Otimização da operação de uma micro-rede considerando o custo de operação, a vida útil das baterias e o custo incerto da energia eólica. **Entre Ciência e Engenharia** , Pereira, v. 13, n. 25, p. 23-34, junho de 2019. Disponível em <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672019000100023&lng=en&nrm=iso>

COSTA, M. A. de S. et al . Impactos Socioeconômicos, Ambientais e Tecnológicos Causados pela Instalação dos Parques Eólicos no Ceará. **Rev. bras. Meteorol** ., São Paulo , v. 34, n. 3, p. 399-411, Sept. 2019 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862019000300399&lng=en&nrm=iso. Acesso em 06/06/2023.

ENRIQUEZ, L. A. et al. Influência da estrutura dos parques eólicos no custo e na lucratividade. **Informações técnicas**. La Serena, v. 30, n. 5 p. 37-46, outubro 2019. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500037>>

LIVRO ABERTO. **Energia eólica**. Disponível em: <<https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/582/7/06%20-%20Energia%20E%C2%BElica%283%29.pdf>>. Acesso em 06/06/2023.

ORIGOENERGIA. Energia eólica: Como funciona uma das maiores fontes de energia renovável. Disponível em: <https://origoenergia.com.br/blog/energia/energia-eolica/> Acesso em 06/06/2023.

Primeiros aerogeradores começam a funcionar em SP. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/primeiros-aerogeradores-comecam-funcionar-em-sp/#:~:text=Ap%C3%B3s%20dois%20meses%20em%20testes>. Acesso em: 14 jun. 2023.

PORTAL SOLAR. Energia Eólica: O Que é e Como Funciona. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-eolica>. Acesso em 06/06/2023.

Resolução Conama 462-2014 (energia eólica).pdf — Superintendência de Administração do Meio Ambiente (Sudema). Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/servicos/servicos-ao-publico/legislacao-ambiental/caeia/resolucao-conama-462-2014-energia-eolica.pdf/view>.

ROCHA FILHO et al., **Estudo da turbina eólica convencional e com levitação magnética**. Universidade Federal Rural Do Semiárido – UFERSA, Curso De Bacharelado Em Ciência E Tecnologia, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4259/2/RobertoCRF_ART.pdf. Acesso em 04/06/2023.

ECYCLE. Energia eólica: o que é e como funciona? Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/energia-eolica/>. Acesso em 05/06/2023.

SANCHEZ-SOTO, José Rafael et al. Sistema de análise de vibrações aplicado à detecção de falhas em turbinas eólicas. Ing. Invest. e tecnol., México, v. 20, n. 3, e028, setembro 2019. Disponível em http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432019000300004&lng=es&nrm=is. Acesso em 05/06/2023.

TENÓRIO, A. Meio Ambiente: entenda sua importância. Disponível em: <https://www.smg.edu.br/meio-ambiente-entenda-sua-importancia/> Acesso em 05/06/2023.

VALENCIA, T. R. Simulação estocástica para determinar o valor presente líquido e o custo da incerteza em uma usina eólica. Ciência no Desenvolvimento, Tunja v. 10, n. 2 P. 151-164, dezembro de 2019. Disponível em http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-74882019000200151&lng=en&nrm=iso

APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE

TERMO DE ORIGINALIDADE

Eu, Vitor da Silva Miguel, RG [], CPF [], aluno(a) regularmente matriculado(a) no **Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental**, da Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), declaro que meu trabalho de graduação intitulado **ENERGIA EÓLICA: DEFINIÇÕES E IMPORTANCIA AMBIENTAL** é **ORIGINAL**.

Declaro que recebi orientação sobre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tenho conhecimento sobre as Normas do Trabalho de Graduação da Fatec-JB e que fui orientado sobre a questão do plágio.

Portanto, estou ciente das consequências legais cabíveis em caso de detectado PLÁGIO (Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, publicada no D.O.U. de 20 de fevereiro de 1998, Seção I, pág. 3) e assumo integralmente quaisquer tipos de consequências, em quaisquer âmbitos, oriundas de meu Trabalho de Graduação, objeto desse termo de originalidade.

Jaboticabal/SP, 20 de junho de 2023.

[Assinatura do(a) aluno(a)]

Vitor da Silva Miguel