



XVII SICTI

Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação

X SIMIT

Simpósio de Inovação Tecnológica

CIÊNCIA e COOPERAÇÃO na AMAZÔNIA

16 a 19 de
Setembro

IFPA Campus Bragança

GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E SEUS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS INTERPRETADOS POR ALGORITMO DE APRENDIZADO SUPERVISIONADO

ANA ELISA SAAVEDRA¹, JULIE DE OLIVEIRA DA COSTA², LARA SALETE DE ALBUQUERQUE³,
RUTE HELENA BARROS SALDANHA⁴, DENIS CARLOS LIMA COSTA⁵

¹Acadêmica do Curso Técnico em Meio Ambiente - IFPA Câmpus Ananindeua - Membro do grupo de pesquisa GM²SC.

²Acadêmica do Bacharelado em Ciência e Tecnologia - IFPA Câmpus Ananindeua - Membro do grupo de pesquisa GM²SC.

³Acadêmica do Curso Técnico em Meio Ambiente - IFPA Câmpus Ananindeua - Membro do grupo de pesquisa GM²SC.

⁴Acadêmica do Bacharelado em Ciência e Tecnologia - IFPA Câmpus Ananindeua - Membro do grupo de pesquisa GM²SC.

⁵Docente do Bacharelado em Ciência e Tecnologia - IFPA Ananindeua - Membro do grupo de pesquisa GM²SC. denis.costa@ifpa.edu.br

Área de conhecimento/Subárea: Área 03 – Engenharias/Engenharia Elétrica

ODS vinculados: ODS03; ODS07; ODS13.

RESUMO: Energia limpa pode ser definida por fontes que não desprendem substâncias nocivas ao meio ambiente, mas, impactam a natureza, no local instalado. Exemplos de energia que atendem a esses requisitos: eólica, solar, maremotriz, geotérmica, hidráulica e biomassa. Essas fontes produzem impactos ambientais, mesmo sendo mínimos, contudo, não interferem na poluição global. Usinas de energia renováveis são formas de menor emissão de CO₂ no fornecimento de eletricidade atualmente. A expansão desse tipo de energia é impulsionada por multiobjetivos estabelecidos por diferentes organismos, com compromissos a serem cumpridos até 2030. Esse trabalho apresenta um estudo sobre energia eólica e seus efeitos. Como o Brasil é o sétimo maior produtor dessa energia, com 29.135 megawatts de capacidade instalada, surgiu a preocupação de avaliar os possíveis problemas das eólicas. Esse propósito exigiu o uso de estratégias de Machine Learning, a fim de reconhecer os padrões dos danos à fauna que são causados pelos aerogeradores.

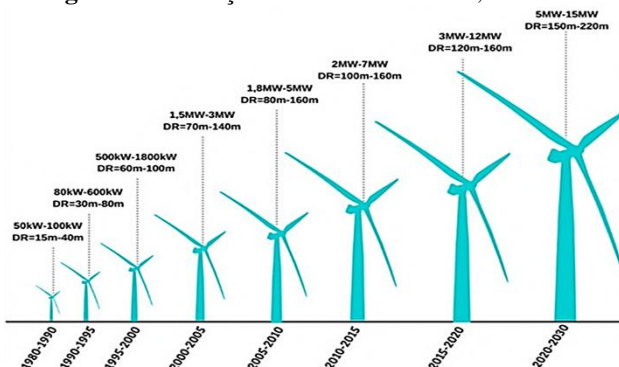
PALAVRAS-CHAVE: energia renovável; síndrome da turbina; machine leaning; árvore de decisão; rapid miner.

INTRODUÇÃO

É amplamente conhecido que a energia oriunda de hidrocarbonetos esgota os recursos naturais, causando devastadores efeitos ambientais. Todavia, nem todas as formas de energia produzem efeitos negativos (Lucena, 2023). O vento gera uma energia limpa e produz impactos ambientais inferiores aos gerados por fontes fósseis. Contudo, é relevante investigar possíveis danos, ao meio ambiente, produzidos por parques *onshore*.

O relatório da SRWE (2024), aponta que a geração de energia eólica e solar subiram 17% e 71%, respectivamente, de 2022 para 2023. No ano de 2024 o Brasil registrou o segundo maior aumento anual de geração eólica e solar do mundo, acréscimo de 36 TWh, ficando atrás apenas da China. A Figura 1 exibe a evolução das turbinas eólicas ao longo dos anos, em termos de diâmetro das pás do rotor e potência nominal.

Figura 1 - Evolução das turbinas eólicas, em anos.



Fonte: Lucena, 2023.



XVII SICTI

Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação

X SIMIT

Simpósio de Inovação Tecnológica

CIÊNCIA e COOPERAÇÃO na AMAZÔNIA

16 a 19 de
Setembro

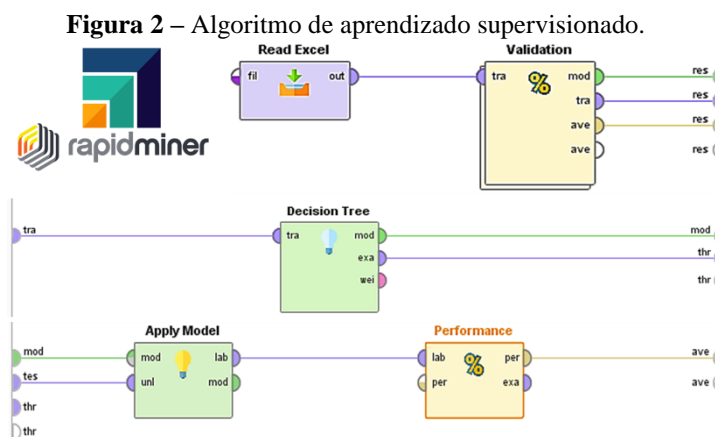
IFPA Campus Bragança

Nos dias atuais, é possível encontrar aerogeradores de todos os tamanhos espalhados pelo mundo, desde os menores, que são usados para carregar baterias em residências isoladas, até os grandes parques eólicos com mais de 100 turbinas de grande porte, instaladas para fornecer eletricidade a sistemas nacionais de transmissão elétrica.

Nos últimos anos, a Energia Eólica (EE) tem crescido no Nordeste do Brasil devido à baixa pluviosidade e aumento da capacidade instalada. Entretanto, essa forma de energia, também traz alguns infortúnios, como ruído e impacto visual. Esse trabalho tem como objetivo destacar vantagens e desvantagens da EE; para isso, desenvolveu-se estudo sobre os aerogeradores. Os aerogeradores de energia elétrica possuem uma missão essencial para mitigar efeitos das mudanças climáticas: reduzir emissões de CO₂. Como resultado, foi possível detectar que aerogeradores não emitem gases de efeito estufa (GEE). Entretanto, como desvantagens, há a possibilidade da manifestação de distúrbios como a Síndrome da Turbina Eólica (STE) e a Doença Vibro Acústica (DVA).

METODOLOGIA

Essa pesquisa utilizou a estratégia de *Machine Learning* para minerar os dados, aplicar as técnicas de Regressão Não-Linear, reduzir a Entropia e classificar padrões, a fim de esclarecer que, mesmo não emitindo GEE durante a geração de eletricidade, aerogeradores produzem impactos ao meio ambiente. Para isso, foi utilizado o *software* RAPID MINER, cujo algoritmo para executar a *Decision Tree* está destacado na Figura 2.



Fonte: Autoras.

Uma Árvore de Decisão (AD) é um algoritmo de aprendizado supervisionado usado tanto para classificação quanto para regressão. Na AD cada Nó na árvore representa um atributo (uma característica dos seus dados, como ruído das turbinas ou velocidade do vento). Os Ramos representam uma possível resposta ou valor para aquele atributo. As Folhas, da AD, representam a decisão ou a previsão final.

O algoritmo “aprende” a construir a Árvore de Decisão dividindo os dados em subconjuntos cada vez menores, com base nos valores dos atributos. O objetivo é encontrar as divisões que melhor separam as diferentes classes e que minimizam a variância dentro de cada subconjunto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Turbinas com múltiplas pás são menos eficientes e mais ruidosas do que as atuais turbinas eólicas de três pás e alta velocidade. Para evitar transtornos à população vizinha, o nível de ruído das turbinas deve estar ajustado com as normas e padrões estabelecidos pela legislação vigente. Turbinas eólicas, com ruído máximo a uma distância superior a 300m de uma residência, não apresentam um problema de ruído de



baixa frequência. Esse estudo esclarece preocupações relevantes quanto às queixas de saúde e os efeitos adversos gerados por fontes eólicas. A Árvore de Decisão, fundamentada por Costa et al (2021) e apresentada na Figura 3, indica as principais variáveis de controle, de acordo com o *DataSet* analisado.

As variáveis envolvidas no aprendizado de máquina são: Ruído da turbina; Distância ao aerogerador; Velocidade do vento; Potência gerada pelo aerogerador. Os efeitos que podem ser causados são: Síndrome da Turbina Eólica (STE), Doença Vibro Acústica (DVA), Nenhum Efeito (NE). A Figura 4 indica a probabilidade dessas ocorrências.

Figura 3 – Árvore de Decisão gerada via Rapid Miner.

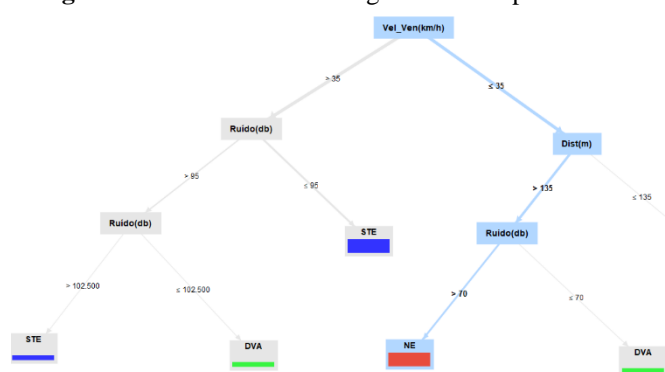
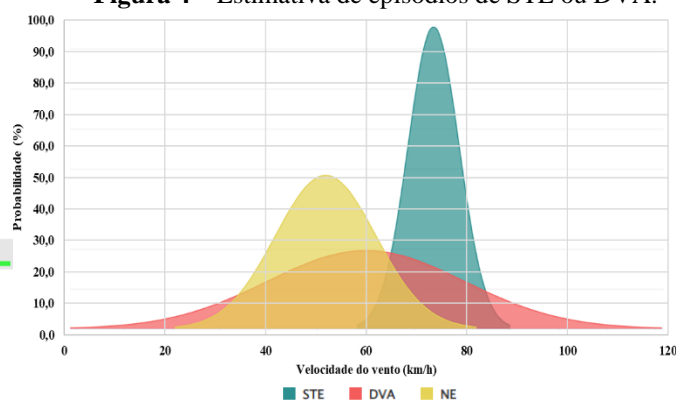


Figura 4 – Estimativa de episódios de STE ou DVA.



Fonte: Autoras.

CONCLUSÕES

Utilizar a geração eólica de energia elétrica é uma alternativa ao uso de modelos que utilizam combustíveis fósseis. Todavia, mesmo existindo inúmeros aspectos positivos, ao meio ambiente, há características negativas aos aerogeradores, principalmente, a longo prazo, para a saúde humana. Excessivas exposições, em um tempo longo, poderão provocar o aparecimento de certas doenças, como a Síndrome da Turbina Eólica e a Doença Vibro Acústica, que interferem principalmente no funcionamento do nosso organismo. Caso não seja exatamente diagnosticado e tratado em tempo, essas doenças podem prejudicar a qualidade de vida das pessoas expostas aos ruídos dessas turbinas. Dessa forma, essa pesquisa ratificou que a Velocidade do vento e o Ruído das turbinas eólicas constituem as principais variáveis de controle desse sistema. Para prosseguimento da pesquisa, pretende-se incorporar novas variáveis ao banco de informações e testar outras estratégias bioinspiradas, como por exemplo, as Redes Neurais Artificiais.

AGRADECIMENTOS

Ao Bacharelado em Ciência e Tecnologia e ao grupo de pesquisa Gradiente de Modelagem Matemática e Simulação Computacional – GM²SC, ambos do IFPA Câmpus Ananindeua.

Referências

COSTA, Heictor A. de O.; GOMES, Larissa L.; COSTA, Denis C. L.; ROCHA, E. M.; FRANCÊS, C. R.; ANDRADE, S. H. Fractional Order Differential Calculus Applied on Decision Making System to Smart Grid Management via Decision Trees. *Research, Society and Development*. DOI: 10.33448/rsd-v10i16.23387. 2021.

LUCENA, Juliana de Almeida Yanaguizawa. *Energia Eólica: volume 4* - Florianópolis: ENBPar /IFSC, 2023. Projeto EnergIF. ISBN 978-65-981191-9-5. 2023.

SRWE. *Statistical Review of World Energy*. Energy Institute - 73rd edition. Disponível em: <https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads>. 2024.