



CONFLUÊNCIA ENTRE PESQUISA E A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: PROPOSTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA DESENVOLVIMENTO DE ALGORITMO DE PREVISÃO DE FALHAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5261

Autores: ITALO PINTO RODRIGUES, LIZANDRA DOS SANTOS ALVES, JULIA GABRIEL VICENTE, CAROLINE DOS REIS ROSSI FERNANDES, ALOANO RÉGIO DE ALMEIDA PEREIRA

Resumo: Este artigo apresenta uma proposta de Iniciação Científica focada no desenvolvimento de um algoritmo de previsão de falhas para a indústria automobilística, abordando a lacuna entre o avanço tecnológico e a formação acadêmica tradicional. A metodologia inclui uma revisão bibliográfica abrangente, a seleção criteriosa de algoritmos de IA, a criação de uma planta didática para coleta de dados simulados e a instrumentalização para a coleta de dados em tempo real. Experimentos foram realizados para testar e validar os algoritmos, seguidos de uma análise comparativa de desempenho. Os resultados preliminares indicam a eficácia da metodologia para simulação e detecção de falhas, proporcionando uma formação robusta aos estudantes e preparando-os para os desafios do mercado de trabalho. Conclui-se que a proposta tem potencial significativo para melhorar a eficiência e a confiabilidade dos processos industriais, capacitando futuros profissionais para uma atuação inovadora no setor automobilístico.

Palavras-chave: Previsão De Falhas, Indústria Automobilística, Inteligência Artificial, Iniciação Científica, Aprendizado De Máquina

CONFLUÊNCIA ENTRE PESQUISA E A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: PROPOSTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA DESENVOLVIMENTO DE ALGORITMO DE PREVISÃO DE FALHAS

1 INTRODUÇÃO

A busca por métodos eficientes de predição de falhas na indústria automobilística é uma necessidade, dada a complexidade e o custo associado a falhas não previstas em equipamentos e processos de produção (COLO et al., 2023). Com a emergência da Indústria 4.0 e o avanço das tecnologias de Inteligência Artificial (IA), novas metodologias estão sendo desenvolvidas para abordar essa questão de forma mais eficiente e precisa (FERREIRA et al., 2022; PAPULOVÁ; GAŽOVÁ; ŠUFLIARSKÝ, 2022; STAVRINIDES; KARATZA, 2023; TREVIÑO-ELIZONDO; GARCÍA-REYES, 2023).

NAVAJAS-GUERRERO et al. (2022) propõem uma abordagem inovadora para a previsão automática de falhas, utilizando o método HIMAFFP que combina a meta-heurística Harmony Search com métodos estatísticos para detectar anomalias em séries temporais. Essa metodologia é particularmente adaptável e eficaz, demonstrando a relevância de abordagens híbridas na previsão de falhas.

SILVA et al. (2020) abordam o desenvolvimento de um modelo de previsão de falhas para terminais elétricos na indústria automotiva, utilizando o método DMAIC e testes mecânicos. Este estudo destaca a importância de compreender as causas raiz de falhas e desenvolver modelos específicos para diferentes componentes automotivos.

CIANCIO et al. (2020) discutem a implementação de uma metodologia para previsão de falhas de máquinas, enfatizando a transição de uma manutenção corretiva para uma estratégia preditiva. Utilizando Manutenção Baseada na Condição (CBM) e Manutenção Preditiva (PdM), este estudo ilustra a importância de modelos baseados em dados e IA para prever falhas.

RAMERE e LASEINDE, (2021) investigam a otimização da estratégia de manutenção para equipamentos industriais envelhecidos, utilizando a Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA). Esta pesquisa ressalta a necessidade de considerar a idade dos equipamentos na estratégia de prevenção de falhas.

THESSLER et al. (2021) exploram o uso de ML para manutenção preditiva, destacando desafios como a falta de dados públicos e a complexidade dos sistemas automotivos. Este estudo aponta para a importância de abordagens de ML na superação desses desafios e na melhoria da previsão de falhas.

Por último, EINABADI, BABOLI ROTHER, (2022) propõem uma metodologia para estimar a Vida Útil Remanescente (RUL) de equipamentos, usando o método de previsão Prophet. Este estudo demonstra a eficácia de métodos avançados na previsão e gestão de manutenção de equipamentos críticos.

Conforme discutido, a atuação de um profissional especializado em predição de falhas exige uma formação específica que muitas vezes não é contemplada nos currículos tradicionais de engenharia. Apesar das revisões periódicas das matrizes curriculares dos cursos de engenharia para atender às demandas do mercado, há uma defasagem notável entre as inovações tecnológicas emergentes e sua incorporação nos currículos acadêmicos. Essa lacuna é evidente tanto no que se refere ao estado da prática atual quanto ao estado da arte em tecnologias e métodos de engenharia. O ritmo acelerado da

inovação técnica e metodológica frequentemente supera a capacidade das instituições de ensino de atualizarem seus programas de estudo na mesma velocidade.

Portanto, a oferta de oportunidades para estudantes que, no futuro, poderão atuar nessa área deve ser proporcionada através de atividades extracurriculares, como a Iniciação Científica. Assim, o objetivo principal deste artigo é apresentar uma proposta de Iniciação Científica focada na área de predição de falhas, criando uma oportunidade para que os estudantes se preparem para os desafios dessa área.

2 METODOLOGIA

O objetivo principal da iniciação científica proposta é desenvolver um algoritmo que permita a previsão de falhas no ambiente de montagem do setor automobilístico. Como objetivos secundários da pesquisa, destacam-se os itens apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Objetivos secundários da Pesquisa.

Item	Descrição
1	Realizar levantamento bibliográfico para compreensão do estado da arte no que diz respeito a previsão a falhas em ambiente industrial;
2	Realizar o levantamento dos algoritmos de inteligência artificial que podem ser utilizados para detectar e prever falhas;
3	Criar uma planta didática que permita levantar dados e falhas simuladas;
4	Instrumentalizar o processo da planta didática para obter dados que possam ser utilizados no treinamento dos algoritmos.
5	Realizar experimentos com os algoritmos definidos em (3) para verificar o desempenho dos algoritmos frente ao conjunto de dados obtidos;
6	Gerar uma comparação estatística em relação ao tempo de antecipação da falha prevista.
7	Gerar uma documentação par mostrar como o algoritmo pode ser implementado em computadores industriais;

Fonte: Os autores (2024).

O desenvolvimento de um algoritmo de IA para a previsão de falhas na indústria automobilística requer uma metodologia detalhada, abrangendo desde a pesquisa teórica até a aplicação prática. Inicialmente, será conduzida uma revisão bibliográfica abrangente, envolvendo a análise da literatura existente sobre previsão de falhas em ambientes industriais, com foco na aplicação de IA e ML. O objetivo é compreender o estado atual do conhecimento na área, identificar lacunas na pesquisa e reunir insights para a formulação do algoritmo.

Após a revisão bibliográfica, será realizada a seleção dos algoritmos de IA mais adequados para a detecção e previsão de falhas. Esta etapa é crucial e requer uma análise criteriosa das diversas abordagens de IA disponíveis, considerando suas vantagens, desvantagens e aplicabilidade no contexto específico da indústria automobilística. Algoritmos como redes neurais, máquinas de vetor de suporte e árvores de decisão serão avaliados.

O próximo passo é a criação de uma planta didática, um ambiente controlado que simule as condições reais de uma linha de produção automotiva. Este ambiente será utilizado para coletar dados, incluindo falhas simuladas, essenciais para o treinamento e teste dos algoritmos de IA. A planta didática será equipada com os sensores e dispositivos necessários para a coleta eficiente de dados relevantes.

Com a planta didática em operação, a próxima fase envolve a instrumentalização e coleta de dados. Esta etapa compreende a instalação de sensores e sistemas de coleta

de dados para capturar informações em tempo real sobre o funcionamento e desempenho dos equipamentos. Os dados coletados serão fundamentais para o treinamento dos algoritmos de IA fornecendo informações vitais sobre padrões de funcionamento normal e condições que precedem as falhas.

Os algoritmos selecionados serão então testados e validados utilizando os dados coletados na planta didática. Os experimentos conduzidos visam avaliar a precisão e eficácia dos algoritmos na identificação e previsão de falhas. Métricas como taxa de acerto, precisão, recall e tempo de antecipação da falha serão analisadas para determinar o desempenho dos algoritmos.

Será realizada uma análise comparativa e estatística para comparar os resultados obtidos pelos diferentes algoritmos, focando no tempo de antecipação da falha prevista e na precisão das previsões. O objetivo é identificar o algoritmo ou a combinação de algoritmos que oferece o melhor desempenho, considerando os critérios estabelecidos.

Finalmente, será elaborada uma documentação detalhada sobre a implementação dos algoritmos. Esta documentação, destinada a profissionais da indústria automobilística, fornecerá instruções claras e práticas sobre como os algoritmos podem ser integrados a computadores industriais e sistemas de controle existentes. Incluirá também recomendações para manutenção e atualização dos algoritmos, garantindo sua eficácia contínua.

A metodologia proposta visa assegurar que o desenvolvimento do algoritmo de IA seja rigoroso, baseado em evidências e diretamente aplicável ao contexto industrial, com um potencial significativo para melhorar a eficiência e a confiabilidade na indústria automobilística.

3 RESULTADOS PRELIMINARES

A planta didática, observada na Figura 1 foi concebida para a realização do experimento, considera os seguintes sensores: corrente, tensão, corrente e temperatura. Estas variáveis são medidas de maneira que seja possível acompanhar o comportamento nominal e o comportamento na presença e alguma falha. Com a elaboração da planta didática para realização dos testes, é possível dizer que o item 3 da Tabela 1 está concluído.

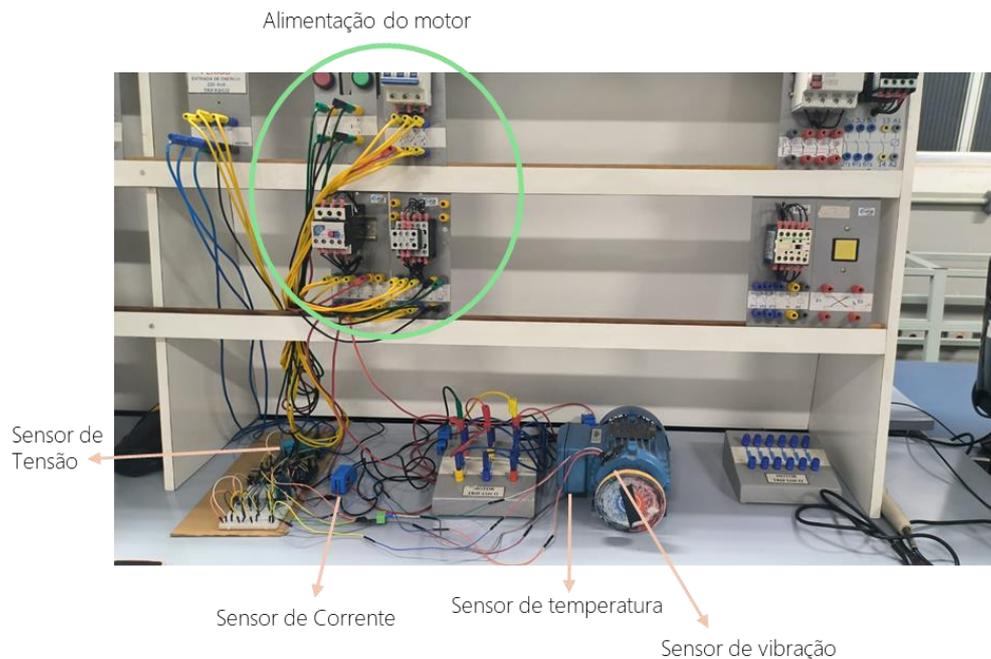
Com a planta didática já em funcionamento, foi possível realizar a medição das variáveis: tensão, corrente e temperatura. A Figura 2 apresenta o valor de tensão em cada uma das fases de alimentação do motor. Da mesma maneira, a Figura 3 apresenta as correntes de alimentação do motor. A temperatura é medida nos terminais do motor, conforme Figura 4. Com isso, pode-se dizer também que o item 4 da Tabela 1 está concluído.

No experimento, que ainda será conduzido na planta didática, poderão ser simuladas algumas falhas de modo que os algoritmos de inteligência artificial possam ser testados. As falhas poderão ser evidenciadas a partir de injeção de falhas, por exemplo, aumento abrupto da temperatura e queda na alimentação.

Acredita-se que a pesquisa e o desenvolvimento do algoritmo proporcionarão aos estudantes uma formação prática e teórica mais robusta, preparando-os de maneira mais eficaz para o mercado de trabalho. Além de adquirir habilidades técnicas específicas em inteligência artificial e aprendizado de máquina, os estudantes terão a oportunidade de aplicar conhecimentos em um ambiente realista e controlado, simulado pela planta didática. Este processo não apenas os familiariza com as tecnologias e metodologias

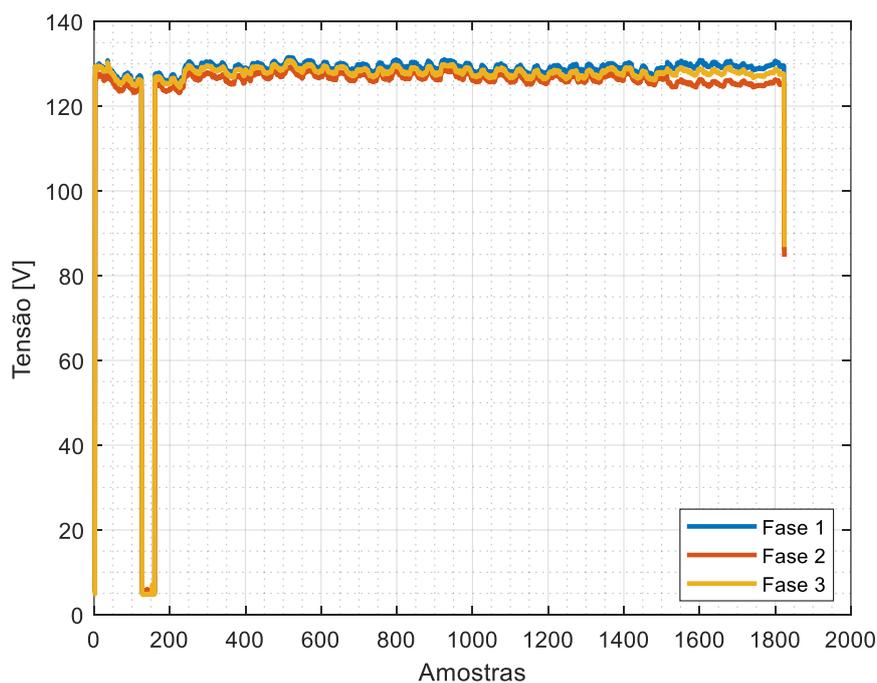
mais recentes, mas também os capacita a enfrentar desafios complexos da indústria automobilística. Conseqüentemente, ao concluir o projeto de Iniciação Científica, os estudantes poderão contribuir de forma significativa para a inovação e melhoria contínua na área de predição de falhas, tornando-os candidatos competitivos para posições avançadas no mercado de trabalho.

Figura 1 – Planta didática utilizada no experimento.



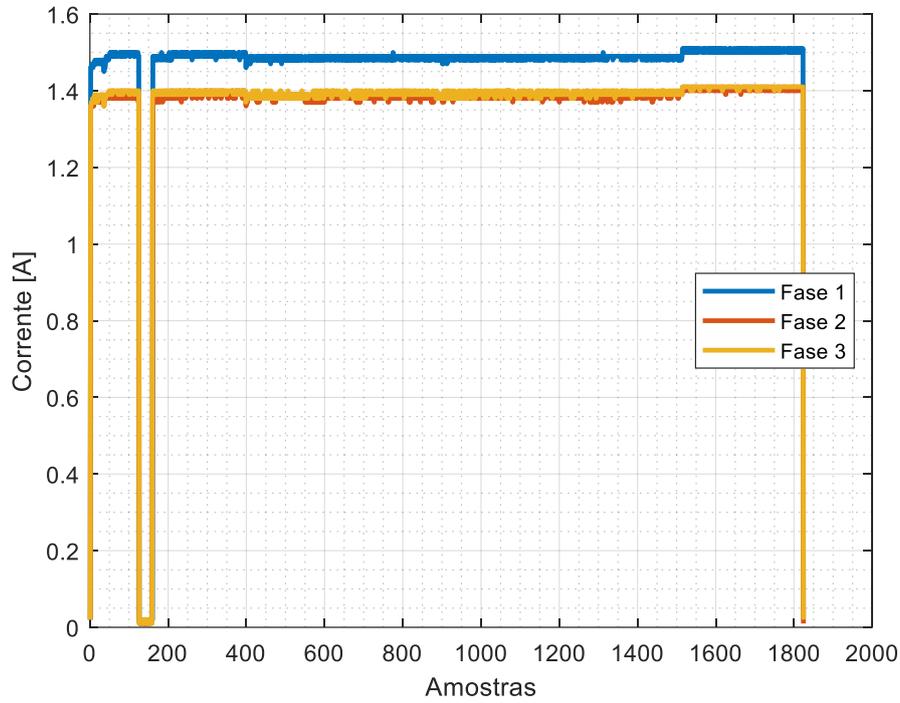
Fonte: Os autores (2024).

Figura 2 – Tensão de alimentação.



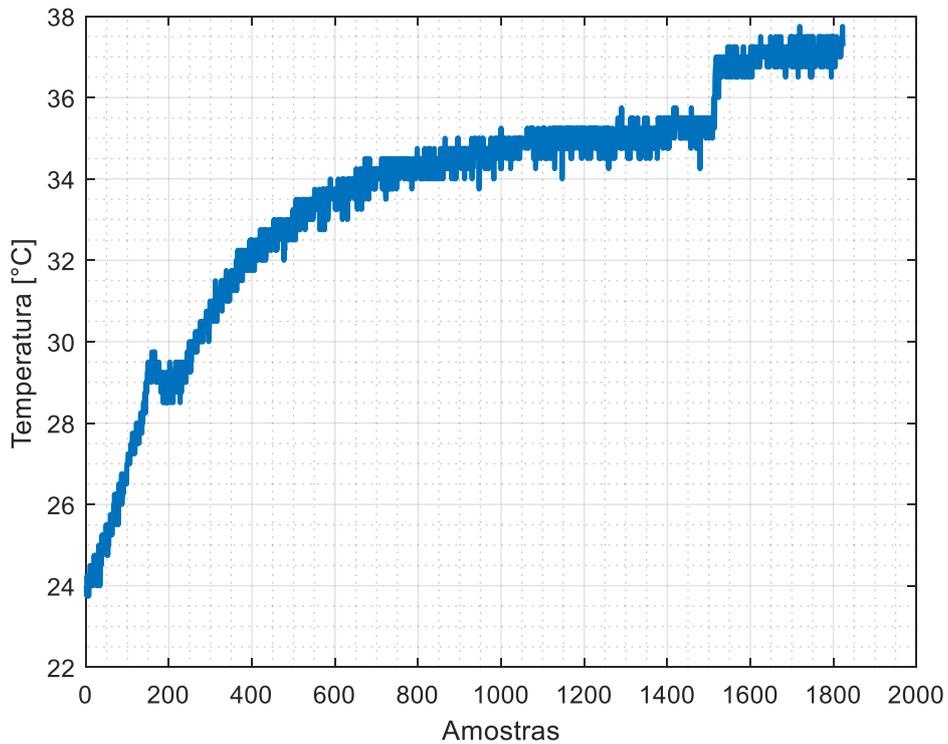
Fonte: Os autores (2024).

Figura 3 – Corrente da carga.



Fonte: Os autores (2024).

Figura 4 – Temperatura nos terminais do motor.



Fonte: Os autores (2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma proposta de Iniciação Científica focada no desenvolvimento de um algoritmo de previsão de falhas para a indústria automobilística, buscando preencher a lacuna entre o avanço tecnológico e a formação acadêmica tradicional. A metodologia proposta inclui a realização de uma revisão bibliográfica, a seleção dos algoritmos de IA, a criação de uma planta didática para coleta de dados simulados e a instrumentalização para a coleta de dados em tempo real.

Até o presente momento, o Iniciação Científica está 28% das atividades concluídas, considerando que, os itens 3 e 4, da Tabela 1, já foram realizados.

Os resultados preliminares indicam que a planta didática é eficiente na geração das medições que serão utilizadas futuramente para proposição do algoritmo, de modo a permitir que um ambiente controlado para o treinamento e validação dos algoritmos de IA.

A aplicação prática desta pesquisa poderá proporcionar aos estudantes uma formação robusta, integrando conhecimentos teóricos e práticos, e preparando-os de maneira mais eficaz para os desafios do mercado de trabalho.

A proposta de Iniciação Científica aqui apresentada tem um potencial significativo para melhorar a eficiência e a confiabilidade dos processos industriais, ao mesmo tempo em que prepara os futuros profissionais para uma atuação competente e inovadora no setor automobilístico. Esta abordagem interdisciplinar e prática demonstra a importância de atividades extracurriculares na formação de engenheiros capacitados para enfrentar os desafios tecnológicos contemporâneos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem: o Centro Universitário de Volta Redonda pelo apoio institucional e financeiro para realizar esta pesquisa, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, nº do registro 92783. I.P. Rodrigues também agradece à CAPES pelo apoio financeiro (Processo No. 88882.444522/2019-01) durante o doutorado.

REFERÊNCIAS

CIANCIO, V.; HOMRI, L.; DANTAN, J.-Y.; SIADAT, A. Towards prediction of machine failures: overview and first attempt on specific automotive industry application. **IFAC-PapersOnLine**, v. 53, n. 3, p. 289–294, 2020.

COLO, I. P.; SUELDO, C. S.; PAULA, M. DE; ACOSTA, G. G. Intelligent approach for the industrialization of deep learning solutions applied to fault detection. **Expert Systems with Applications**, v. 233, p. 120959, dez. 2023.

EINABADI, B.; BABOLI, A.; ROTHER, E. A new methodology for estimation of dynamic Remaining Useful Life: A case study of conveyor chains in the automotive industry. **Procedia Computer Science**, v. 201, p. 461–469, 2022.

FERREIRA, W. DE P.; ARMELLINI, F.; DE SANTA-EULALIA, L. A.; THOMASSET-LAPERRIÈRE, V. A framework for identifying and analysing industry 4.0 scenarios. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 65, p. 192–207, out. 2022.

NAVAJAS-GUERRERO, A.; MANJARRES, D.; PORTILLO, E.; LANDA-TORRES, I. A hyper-heuristic inspired approach for automatic failure prediction in the context of industry 4.0. **Computers & Industrial Engineering**, v. 171, p. 108381, set. 2022.

PAPULOVÁ, Z.; GAŽOVÁ, A.; ŠUFLIARSKÝ, Ľ. Implementation of Automation Technologies of Industry 4.0 in Automotive Manufacturing Companies. **Procedia Computer Science**, v. 200, p. 1488–1497, 2022.

RAMERE, M. D.; LASEINDE, O. T. Optimization of condition-based maintenance strategy prediction for aging automotive industrial equipment using FMEA. **Procedia Computer Science**, v. 180, p. 229–238, 2021.

SILVA, F. J. G.; MORGADO, L.; TEIXEIRA, A.; SÁ, J. C.; FERREIRA, L. P.; ALMEIDA, F. DE. Analysis and Development of a Failure Prediction Model for Electrical Terminals Used in the Automotive Industry. **Procedia Manufacturing**, v. 51, p. 207–214, 2020.

STAVRINIDES, G. L.; KARATZA, H. D. Cyber-physical systems, digital twins and Industry 4.0: The role of modeling and simulation. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 124, p. 102727, abr. 2023.

THEISSLER, A.; PÉREZ-VELÁZQUEZ, J.; KETTELGERDES, M.; ELGER, G. Predictive maintenance enabled by machine learning: Use cases and challenges in the automotive industry. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 215, p. 107864, nov. 2021.

TREVIÑO-ELIZONDO, B. L.; GARCÍA-REYES, H. What does Industry 4.0 mean to Industrial Engineering Education? **Procedia Computer Science**, v. 217, p. 876–885, 2023.

CONFLUENCE BETWEEN RESEARCH AND THE AUTOMOTIVE INDUSTRY: A SCIENTIFIC INITIATION PROPOSAL FOR THE DEVELOPMENT OF A FAULT PREDICTION ALGORITHM

Abstract: *This article presents a Scientific Initiation proposal focused on developing a fault prediction algorithm for the automotive industry, addressing the gap between technological advancement and traditional academic training. The methodology includes a comprehensive literature review, a careful selection of AI algorithms, the creation of a didactic plant for collecting simulated data, and the instrumentation for real-time data collection. Experiments were conducted to test and validate the algorithms, followed by a comparative performance analysis. Preliminary results indicate the effectiveness of the methodology for fault simulation and detection, providing robust training for students and preparing them for the challenges of the job market. It is concluded that the proposal has significant potential to improve the efficiency and reliability of industrial processes, equipping future professionals for innovative performance in the automotive sector.*

Keywords: *Fault Prediction, Automotive Industry, Artificial Intelligence, Scientific Initiation, Machine Learning.*

