



PROD. TEC. ITV MI – N0036/2023

DOI: 10.29223/PROD.TEC.ITV.MI.2023.36.UgucioniFilho

## **RELATÓRIO TÉCNICO ITV MI**

# **ALGORITMOS DE PROGNÓSTICO DE FALHAS EM CORREIAS TRANSPORTADORAS**

### **Relatório Parcial do Projeto SARA**

**Fernando Ugucioni Filho<sup>2</sup>**

**Otávio Ferracioli Coletti<sup>2</sup>**

**Saulo Matos<sup>1</sup>**

**Thomás Pinto<sup>1</sup>**

**Luiz de Barros<sup>1</sup>**

**Jacó Domingues<sup>1</sup>**

**Gustavo Pessin<sup>1</sup>**

**Ouro Preto/ MG**

**Dezembro/2023**

<b>Título:</b> Avaliação de hardware e comunicação sem fio para dispositivo de borda para prognóstico de falhas em correias transportadoras	
<b>PROD. TEC. ITV MI – N0035/2023</b>	<b>Revisão</b>
<b>Classificação:</b> ( ) Confidencial ( ) Restrita ( ) Uso Interno ( x ) Pública	<b>01</b>

**Informações Confidenciais** - Informações estratégicas para o Instituto e sua Mantenedora. Seu manuseio é restrito a usuários previamente autorizados pelo Gestor da Informação.

**Informações Restritas** - Informação cujo conhecimento, manuseio e controle de acesso devem estar limitados a um grupo restrito de empregados que necessitam utilizá-la para exercer suas atividades profissionais.

**Informações de Uso Interno** - São informações destinadas à utilização interna por empregados e prestadores de serviço.

**Informações Públicas** - Informações que podem ser distribuídas ao público externo, o que, usualmente, é feito através dos canais corporativos apropriados.

**Nota de capa**

1 VALE S. A.

**Citar como:** UGUCIONI FILHO, Fernando *et al.* **Algoritmos De Prognóstico De Falhas Em Correias Transportadoras.** Ouro Preto: ITV, 2023. (Relatório Técnico – N0036/2023).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

U1a	<p>Ugucioni Filho, Fernando <i>et al</i>  Algoritmos De Prognóstico De Falhas Em Correias Transportadoras.  Fernando Ugucioni Filho... [et al.] - Ouro Preto, MG: ITV, 2023.</p> <p>35 p.: il.  Relatório Técnico (Instituto Tecnológico Vale) – 2023  PROD.TEC.ITV.MI – N0036/2023  DOI 10.29223/PROD.TEC.ITV.MI.2023.36.UgucioniFilho</p> <p>1. DTW. 2. FFT. 3. Machine Learning. 4. Time Series. 5. NGMI. 6. Correias Transportadoras I. Matos, Saulo. II. Coletti, Otávio. III. Pinto, Thomas. IV. Barros, Luiz de. V. Domingues, Jacó. VI. Pessin, Gustavo. VII. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD.23. ed. 629.8933</p>
-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## **RESUMO EXECUTIVO**

São apresentados neste documento a descrição e o uso de algoritmos, além de métricas sobre séries temporais, tais como Dynamic Time Warping (DTW), Matrix Profile, Fast Fourier Transform (FFT), Quaternions e Ângulos de Euler. Por meio destes, é possível calcular métricas que indicam padrões ou anomalias em séries temporais. Isto, por sua vez, é aplicado em dados inerciais para identificar comportamentos anômalos de um sensor IMU (Inertial Measurement Unit) responsável pelo monitoramento de correia transportadora de minério. Além disso, por fim, é feita a análise da acurácia desses métodos a partir dos dados inerciais coletados em ambiente controlado.

## RESUMO

São apresentados neste documento a descrição de tecnologias e de métodos para prognóstico de falhas em correia transportadora de minérios. Isto é, é possível monitorar o funcionamento de correias a partir de ferramentas computacionais como Dynamic Time Warping (DTW), Fast Fourier Transform (FFT), Machine Learning, Quaternions e Ângulos de Euler aplicados à análise de séries temporais captadas por sensor NGIMU. Além disso, é descrito aqui como foram realizados os experimentos para coleta de dados com o sensor NGIMU acoplado às correias. Foram realizados três experimentos: um em mini correia, outro com robô dos laboratórios ITV e outro em uma correia real em Vargem Grande. Os dados foram analisados por meio das técnicas citadas e os resultados contam neste relatório.

**Palavras-chave:** DTW, FFT, Machine Learning, Séries temporais, NGIMU, Correias transportadoras.

## ABSTRACT

The document presents the description of technologies and methods for predicting faults in ore conveyor belts. In other words, it is possible to monitor the operation of belts using computational tools such as Dynamic Time Warping (DTW), Fast Fourier Transform (FFT), Machine Learning, Quaternions, and Euler Angles applied to the analysis of time series captured by the NGIMU sensor. Additionally, it describes how experiments were conducted to collect data with the NGIMU sensor attached to the belts. Three experiments were conducted: one on a mini belt, another with a robot from the ITV laboratories, and another on a real belt in Vargem Grande. The data were analyzed using the mentioned techniques, and the results are included in this report.

**Keywords:** DTW, FFT, Machine Learning, Time series, NGIMU, Conveyor belts.