



## ANÁLISE DE VIBRAÇÕES DE MÃO-BRAÇO POR MEIO DE UNIDADE DE MEDIÇÃO INERCIAL E COMPUTADOR DE PLACA ÚNICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

GABRIEL FONSECA PINHEIRO<sup>1</sup>, GEICE PAULA VILLIBOR<sup>2</sup>, LUIZ FELIPE SOARES RITTI<sup>3</sup>, JOSEPH KALIL KHOURY JUNIOR<sup>4</sup>, LUCIANO JOSÉ MINETTE<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Viçosa, gabriel.f.pinheiro@ufv.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, Profa. Adjunta do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica, Universidade Federal de Viçosa, geice.villibor@ufv.br

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Viçosa, luiz.f.ritti@ufv.br

<sup>4</sup> Engenheiro Agrícola, Prof. Associado do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica, Universidade Federal de Viçosa, kalil@ufv.br

<sup>5</sup> Engenheiro Florestal, Prof. Titular do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica, Universidade Federal de Viçosa, minette@ufv.br

**Palavras-chave:** Vibrações mecânicas; Segurança do trabalho; Metodologia de projeto.

### Trabalho de Pesquisa

#### Introdução

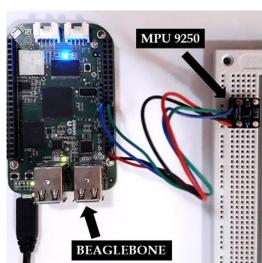
Vibrações de mão-braço (VMB) são o tipo de vibração humana transmitida por máquinas às mãos e braços de seu operador. A exposição excessiva de trabalhadores à vibrações mecânicas pode acarretar diversos danos a saúde, além de reduzir a produtividade no trabalho e deve ser monitorada a fim de se determinar o período de operação seguro da máquina. Dispositivos de medição de VMB disponíveis no mercado apresentam custo elevado, dificultando seu acesso por pequenas empresas. Para isso, foi projetado um dispositivo de medição de VMB utilizando um computador de placa única e unidade de medição inercial (IMU), aplicando a metodologia de projeto.

#### Objetivos

- Desenvolver um dispositivo de medição de vibrações mão-braço utilizando técnicas de metodologia de projeto.
- Projetar o leiaute de um dispositivo de medição de VMB de baixo custo.

#### Material e Métodos

Foi utilizado um sensor IMU MPU 9250, conectado via I2C a um computador de placa única Beaglebone Green Wireless. Seguiu-se as etapas da metodologia de projeto para determinar os requisitos necessários e o suporte do sensor foi dimensionado conforme a norma ISO 5349 e perfis antropométricos de mãos de trabalhadores.



**Princípios de funcionamento:** Portátil; Resistente a vibrações; Confiável; Uso em condições de campo.

**Geometria e Forças:** Extensão do fio >1,7m; Compacto.

**Energia:** >2V e 20000mAh; Móvel; Recarregável.

**Material:** Computador de placa única; acelerômetros microeletromecânicos; giroscópio.

**Manutenção:** Transdutores, case e suporte do sensor substituíveis; fácil montagem.

**Sinais:** Vibrações mão-braço (ISO 2661); Comandos do operador; Taxa de amostragem de 1000 Hz.

**Operação:** Simplificada; Interface simples.

**Ergonomia:** Suporte do acelerômetro confortável e firme; Leve.

**Produção:** Componentes disponíveis no mercado.

**Custos:** Baixo custo < R\$ 4.000,00.

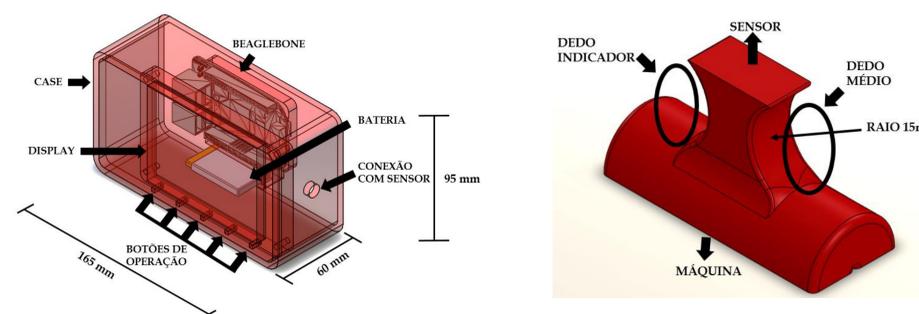
**Figura 1.** À esquerda, imagem do Beaglebone Green e do sensor MPU 9250; À direita, lista de requisitos do projeto.

#### Apoio Financeiro

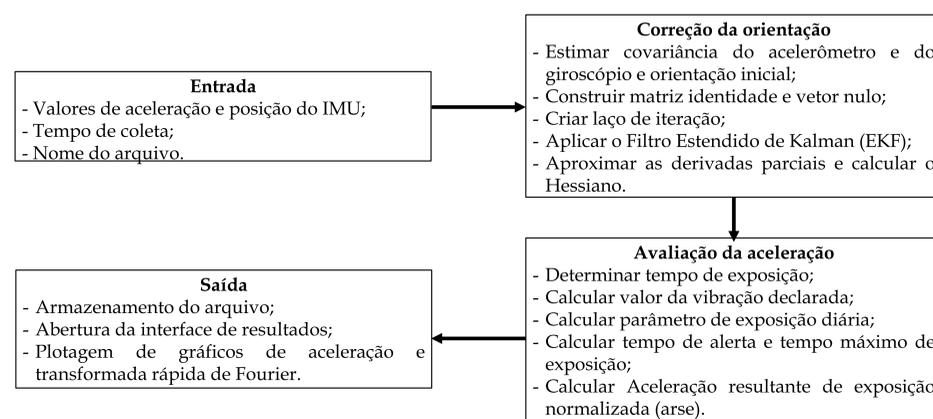


#### Resultados e Discussão

Foram criados o diagrama de funções e encontrada a solução adequada para o protótipo. Construiu-se o algoritmo com a correção da orientação do sensor e retornando os parâmetros de análise de vibrações de mão-braço. A case e o suporte do sensor foram projetados para confecção por prototipagem rápida.



**Figura 2.** À esquerda, protótipo da case do dispositivo; À direita, suporte do sensor.



**Figura 3.** Fluxograma do algoritmo construído.

#### Conclusões

Foi desenvolvido o dispositivo de medição de vibrações de mão-braço, com o algoritmo estruturado, seus componentes definidos e seu leiaute projetado. O resultado final é simples, acessível e de fácil uso.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).