

Como Funciona a Função de Diagnóstico do Aplicativo “Diagnóstico Profissional de Vibração em Rolamentos”

Jobsson L - Explicação Didática Passo a Passo

07 de janeiro de 2026

1 Introdução – O que esta função faz?

Olá! Nesta explicação didática vamos entender **exatamente** como funciona a função principal de diagnóstico do aplicativo: o método `realizar_diagnostico`.

Essa função é chamada quando você clica no botão “Realizar Diagnóstico”. Ela faz tudo:

- Pede o RPM e o modelo do rolamento.
- Calcula as frequências típicas de defeitos.
- Analisa o espectro digitalizado (os pontos que foram extraídos da imagem).
- Detecta picos e verifica se há harmônicos de defeitos.
- Dá uma pontuação para cada tipo de defeito.
- Decide o estado do rolamento (normal, início de defeito, moderado ou grave).
- Gera um dashboard bonito com gráficos e tabelas.

Vamos explicar **passo a passo**, como se fosse uma receita de bolo, com exemplos simples.

2 Passo 1: Atualizar os dados reais do espectro

Primeiro, a função chama `self.update_real_data()`.

O que isso faz?

- Pega todos os pontos digitalizados (coordenadas em pixels).
- Usa a calibração (já feita antes) para converter pixels → valores reais:

$$x_{\text{real}} = \text{escala}_X \cdot x_{\text{pixel}} + \text{deslocamento}_X$$
$$y_{\text{real}} = \max(0, \text{escala}_Y \cdot y_{\text{pixel}} + \text{deslocamento}_Y)$$

- Armazena na lista `self.real_data` como pares (*frequencia, amplitude*).

Exemplo: Se houver 500 pontos em pixels, após essa etapa teremos 500 pares de valores reais (Hz, amplitude).

3 Passo 2: Pedir informações ao usuário

A função abre duas caixas de diálogo:

1. **RPM do eixo:** Você digita o valor (ex.: 1800).
2. **Modelo do rolamento:** Só aceita “6203zz” ou “6204zz” (em minúsculas ou maiúsculas).

Se você digitar algo errado, aparece um aviso.

4 Passo 3: Calcular as frequências características de defeito

Usando fórmulas padrão da engenharia de vibração:

Primeiro calcula $f_r = \frac{\text{RPM}}{60}$ (frequência de rotação em Hz).

Depois, para cada modelo, usa parâmetros geométricos fixos:

Modelo pd (mm)	N (esferas)	d (mm)
6203zz 28.5	7	6.747
6204zz 33.5	8	7.938

As fórmulas são:

$$\text{BPFO (pista externa)} = \frac{N}{2} f_r \left(1 - \frac{d}{pd} \right) \quad (1)$$

$$\text{BPFI (pista interna)} = \frac{N}{2} f_r \left(1 + \frac{d}{pd} \right) \quad (2)$$

$$\text{BSF (esferas)} = \frac{pd}{2d} f_r \left(1 - \left(\frac{d}{pd} \right)^2 \right) \quad (3)$$

$$\text{FTF (gaiola)} = \frac{1}{2} f_r \left(1 - \frac{d}{pd} \right) \quad (4)$$

Exemplo com 6203zz a 1800 RPM:

$$f_r = 30 \text{ Hz}$$

$$\text{BPFO} \approx 80.1 \text{ Hz}$$

$$\text{BPFI} \approx 129.9 \text{ Hz}$$

$$\text{BSF} \approx 124.8 \text{ Hz}$$

$$\text{FTF} \approx 11.5 \text{ Hz}$$

5 Passo 4: Detectar os picos principais no espectro

- Normaliza as amplitudes: divide todas pelo valor máximo → valores entre 0 e 1.

- Usa a função `find_peaks` da biblioteca SciPy com parâmetros:
 - Primeiro tenta `height=0.05` e `prominence=0.02`.
 - Se não encontrar nada, tenta só `prominence=0.01`.
- Guarda as frequências e amplitudes normalizadas dos picos encontrados.

Por quê? Porque defeitos em rolamentos geram picos fortes em frequências específicas e seus harmônicos.

6 Passo 5: Analisar harmônicos e calcular pontuação (score)

Para cada tipo de defeito (BPFO, BPFI, BSF, FTF):

1. Começa com `score = 0` e número de harmônicos = 0.
2. Para $k = 1$ até 10:
 - Calcula frequência alvo = $k \times f_{\text{defeito}}$.
 - Procura o pico mais próximo (tolerância de 3% da frequência alvo).
 - Se encontrar, adiciona a amplitude normalizada à lista.
3. Se encontrou harmônicos:
 - Score base = $100 \times$ maior amplitude relativa.
 - Bônus: +15 para cada harmônico extra (além do primeiro).
 - Limite máximo: 100.

Exemplo simples: Suponha BPFO = 80 Hz e picos normalizados em:

- 80 Hz → 0.90
- 160 Hz → 0.70
- 240 Hz → 0.50

Então:

- 3 harmônicos encontrados.
- Maior amplitude = 0.90 → score base = 90.
- Bônus = $15 \times 2 = 30$.
- Score final = 120 → limitado a 100.

7 Passo 6: Decidir o estado e o veredito final

- Calcula o maior score entre todos os defeitos.
- Regras:
 - ≥ 80 : “DEFEITO GRAVE DETECTADO”

- ≥ 60 : “DEFEITO MODERADO DETECTADO”
 - ≥ 30 : “INÍCIO DE DEFEITO POSSÍVEL”
 - < 30 : “ROLAMENTO NORMAL”
- Identifica quais defeitos têm score ≥ 60 (defeitos graves).
 - Monta uma frase (veredito) como:
 - “Defeito principal em: Pista Externa, Esferas. Parada imediata e substituição recomendada.”
 - Ou “Sem defeitos graves. Operação normal.”

8 Passo 7: Gerar o dashboard visual

Cria uma figura grande com:

- Gráfico do espectro (stem plot com preenchimento).
- Tabela de parâmetros (RPM, f_r , BPFO, etc.).
- Tabela de defeitos (com cores: vermelho para grave, laranja para moderado, verde para normal).
- Texto grande com o estado e o veredito.

Abre em uma janela nova e ativa o botão para salvar como PNG.

9 Conclusão – Resumo simples

A função de diagnóstico é inteligente porque:

- Usa fórmulas exatas da engenharia.
- Procura não só a frequência fundamental, mas também harmônicos (sinal clássico de defeito).
- Dá pontuação maior quando há mais evidências (múltiplos harmônicos).
- É tolerante a pequenos erros (3% de margem).

Com uma imagem clara e calibração boa, o diagnóstico é muito confiável. Agora você entende **tudo** o que acontece por trás do botão “Realizar Diagnóstico”!