



ENCONTRO **ANTF** DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS **P/**
NOVOS DESAFIOS

ANÁLISE DE VIBRAÇÃO EM MATERIAIS RODANTES FERROVIÁRIOS



Sumário

- **INTRODUÇÃO**
- **VIBRAÇÕES MECÂNICA**
- **ESPECTRO DE VIBRAÇÃO**
- **MEDIDAS DE VIBRAÇÃO**
- **MATERIAL RODANTE**
- **DETERMINANDO NÍVEIS DE ALARME**



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

fonte: www.sdtnorthamerica.com



Introdução

Vibração

Ultrassom

Análise da causa
Raiz de falhas

Análise de Óleo
Lubrificante

Termografia



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

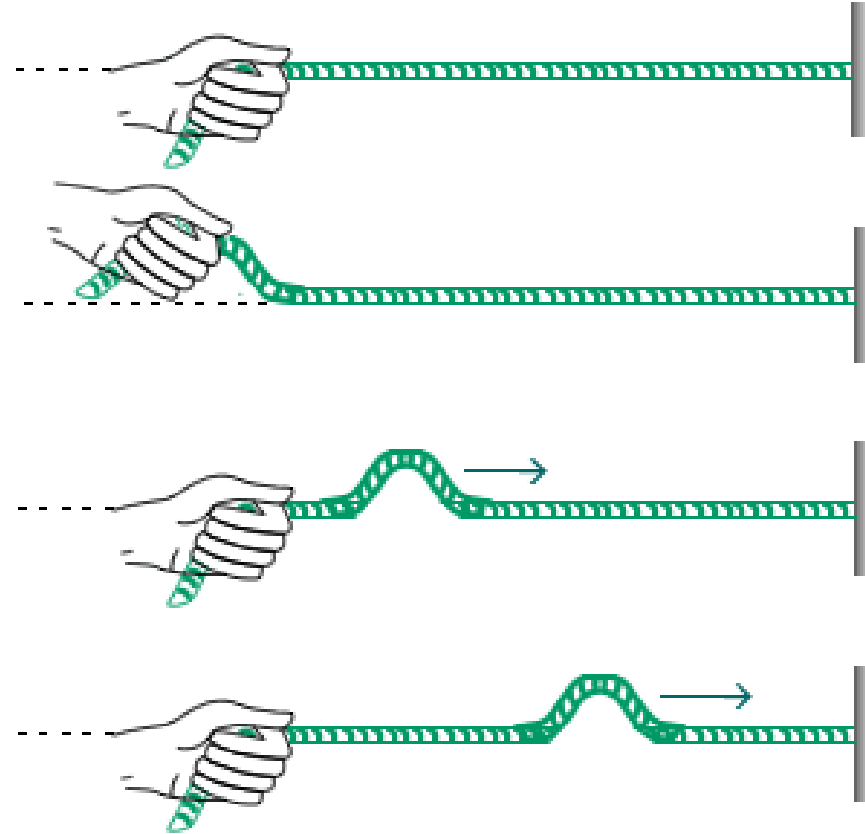
NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

fonte: www.sdtnorthamerica.com



Ondas Mecânicas

Onda mecânica é o efeito causado por perturbações em meio físico material que transporta energia cinética e potencial de um ponto à outro.



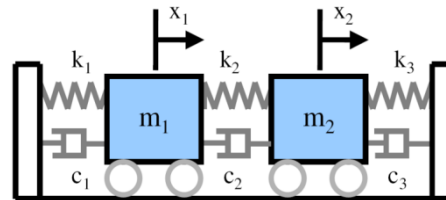
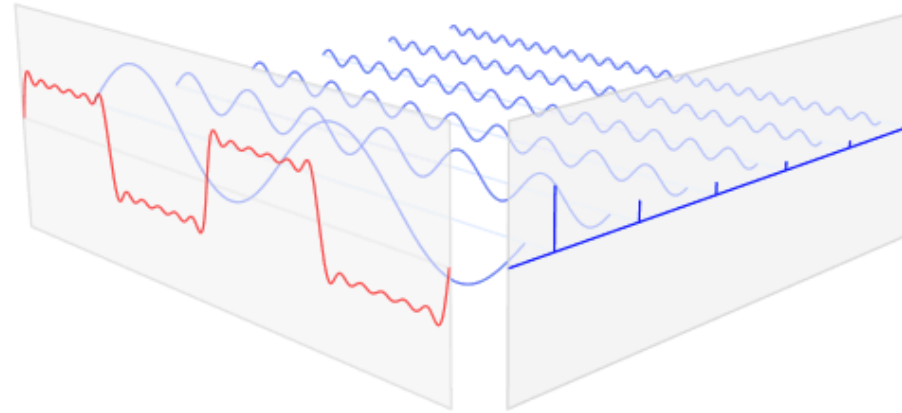
ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS



Vibração

Vibração mecânica é o movimento alternado de um corpo sólido em relação à um referencial.



Fonte: tex.stackexchange.com

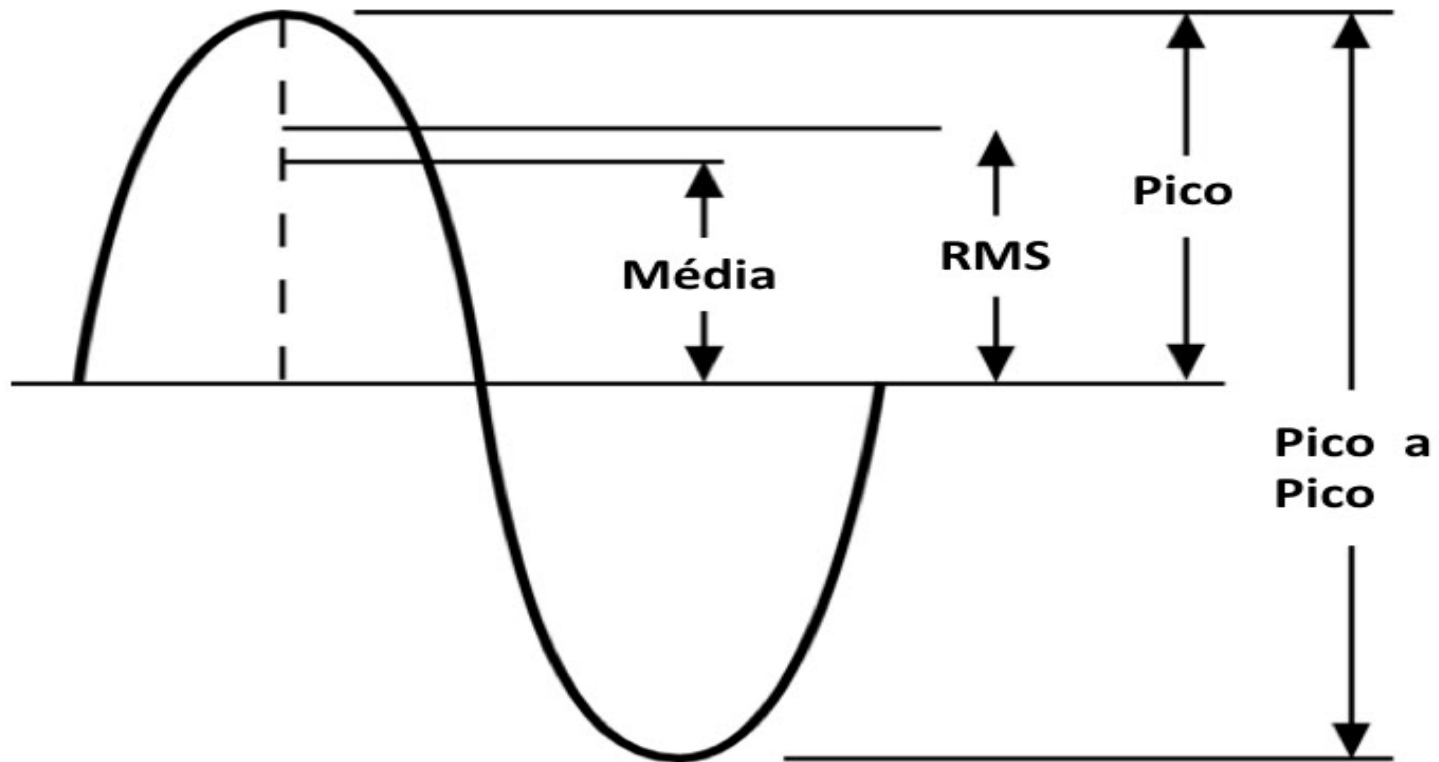


ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS



Medidas de Vibração

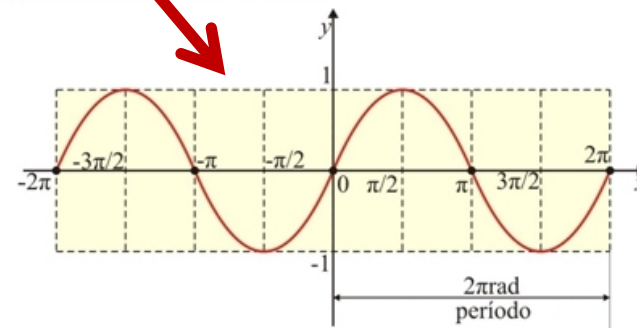
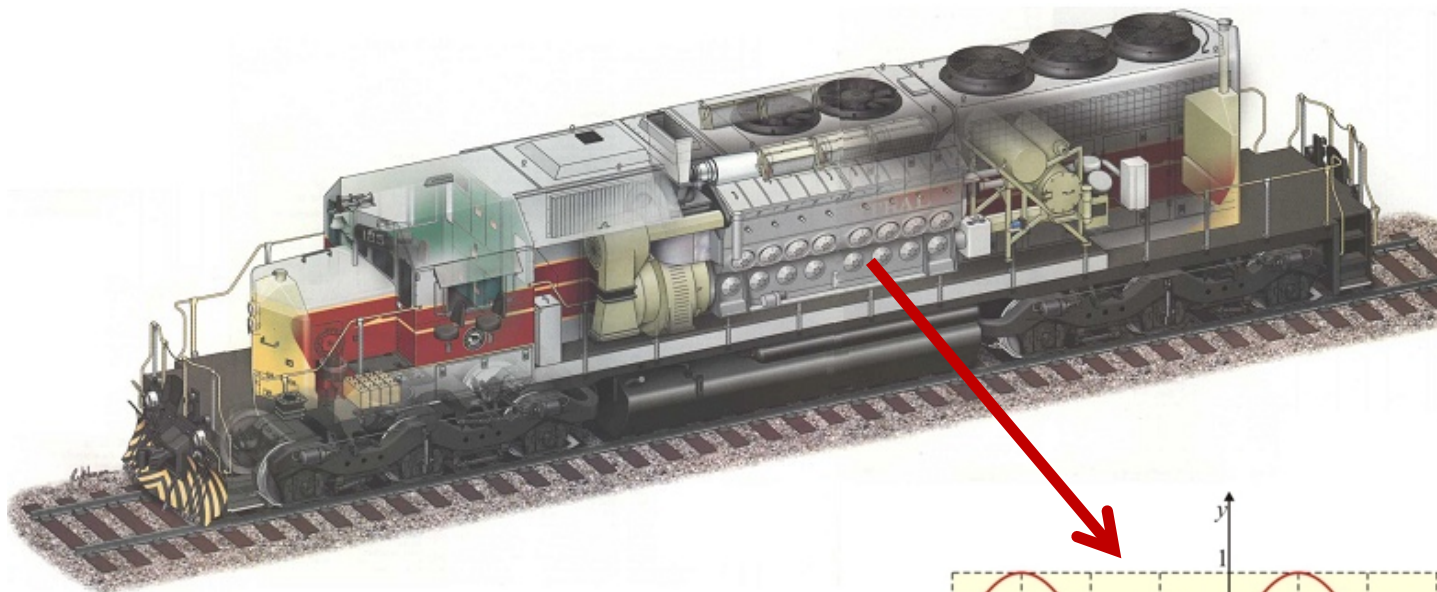


ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS



Material Rodante

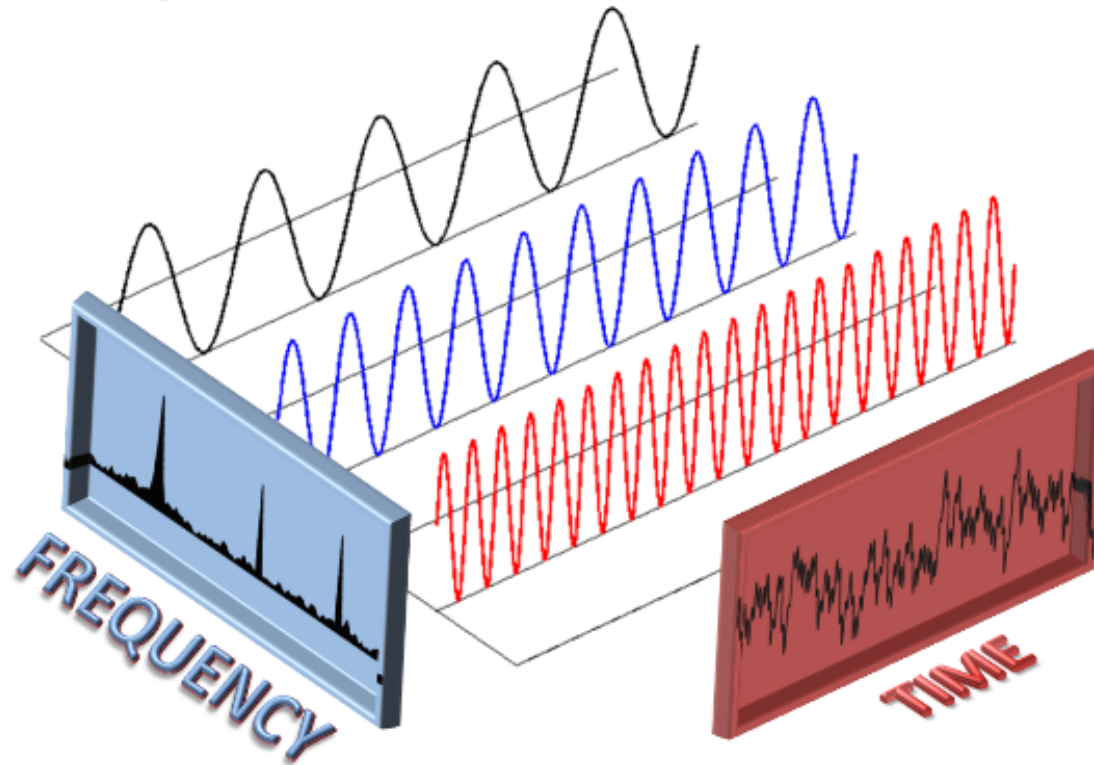


ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS



Transformada de Fourier



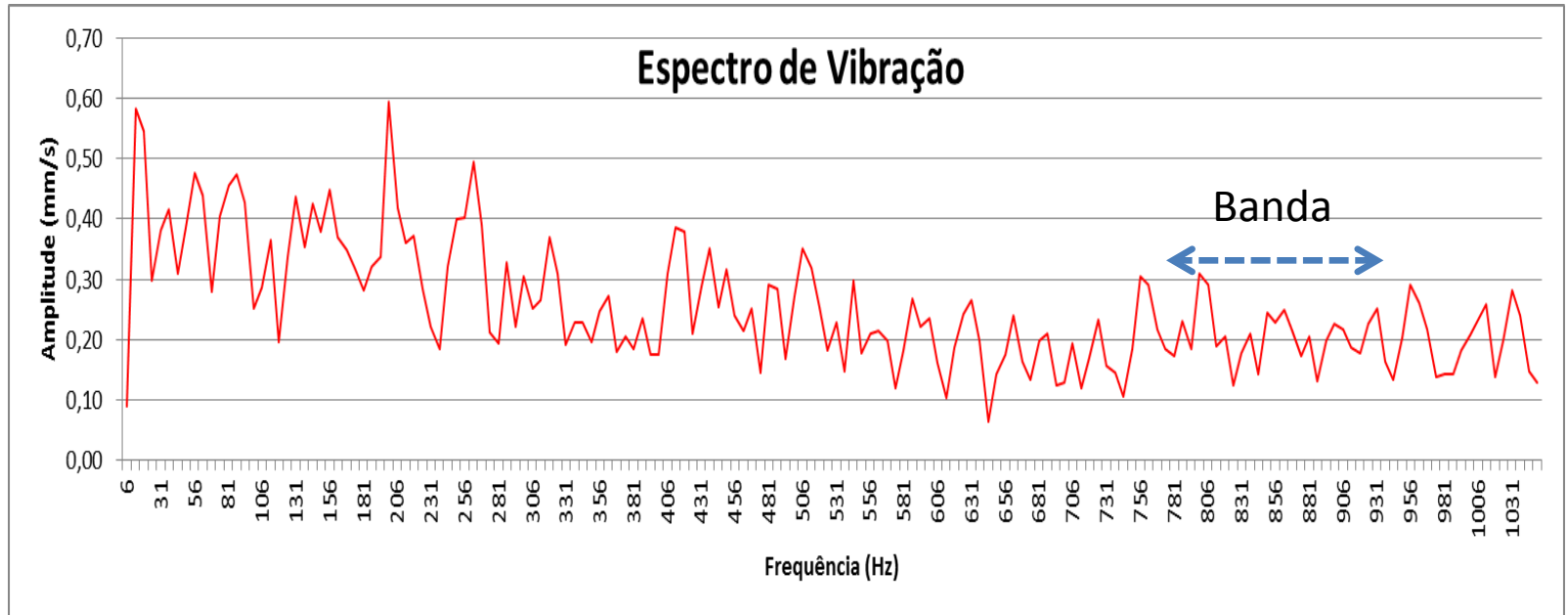
ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

Fonte: groups.csail.mit.edu



Espectro de Vibração



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS



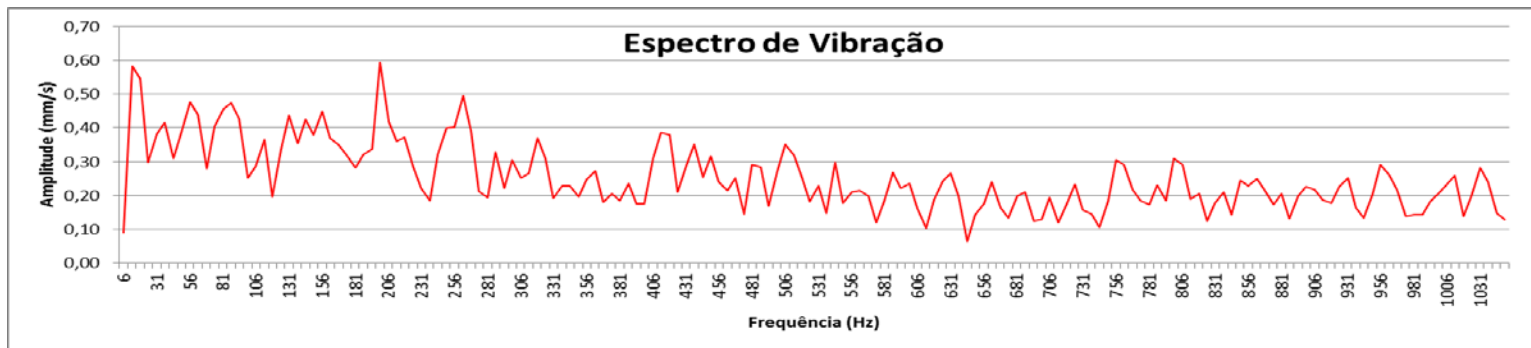
Alarmes de Vibração

GLOBAL

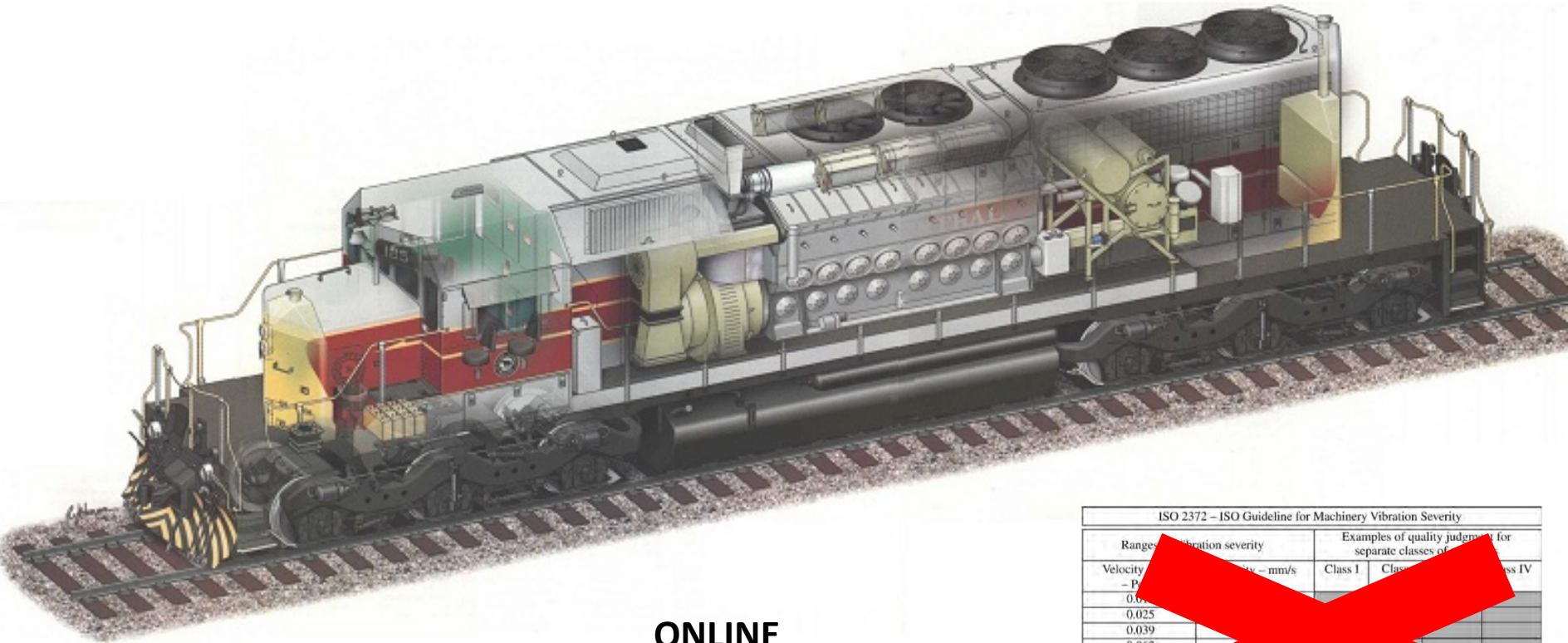
$$\text{Valor Global} = \sqrt{\frac{\sum p^2}{J_{\text{anela}}}}$$

BANDA

Valores máximos obtidos no intervalo ou o valor global no intervalo da banda



Material Rodante



ONLINE
X
OFFLINE

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

ISO 2372 – ISO Guideline for Machinery Vibration Severity

Ranges of vibration severity Velocity (mm/s) – P ₁	Examples of quality judgment for separate classes of			
	Class I	Class II	Class III	Class IV
0.025				
0.039				
0.062				
0.099				
0.154				
0.25				
0.39				
0.61				
0.993				
1.54				
2.48				
3.94				



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS



Priorização - GUT

Subcomponentes	Pontos do GUT			Total de Pontos	Prioridade
	Gravidade	Urgência	Tendência		
Turbina	8	8	8	512	1
Sopradores	7	8	8	448	2
Bomba de transferência de combustível	8	7	7	392	3
Motor Diesel	7	7	7	343	4
Bomba de pressão de óleo	8	6	7	336	5
Compressores	7	6	7	294	6
Bomba d'água	7	6	6	252	7
Alternador	7	5	6	210	8



Dados para análise

- Características comuns entre os equipamentos;
- Entender qual o espaço amostral.

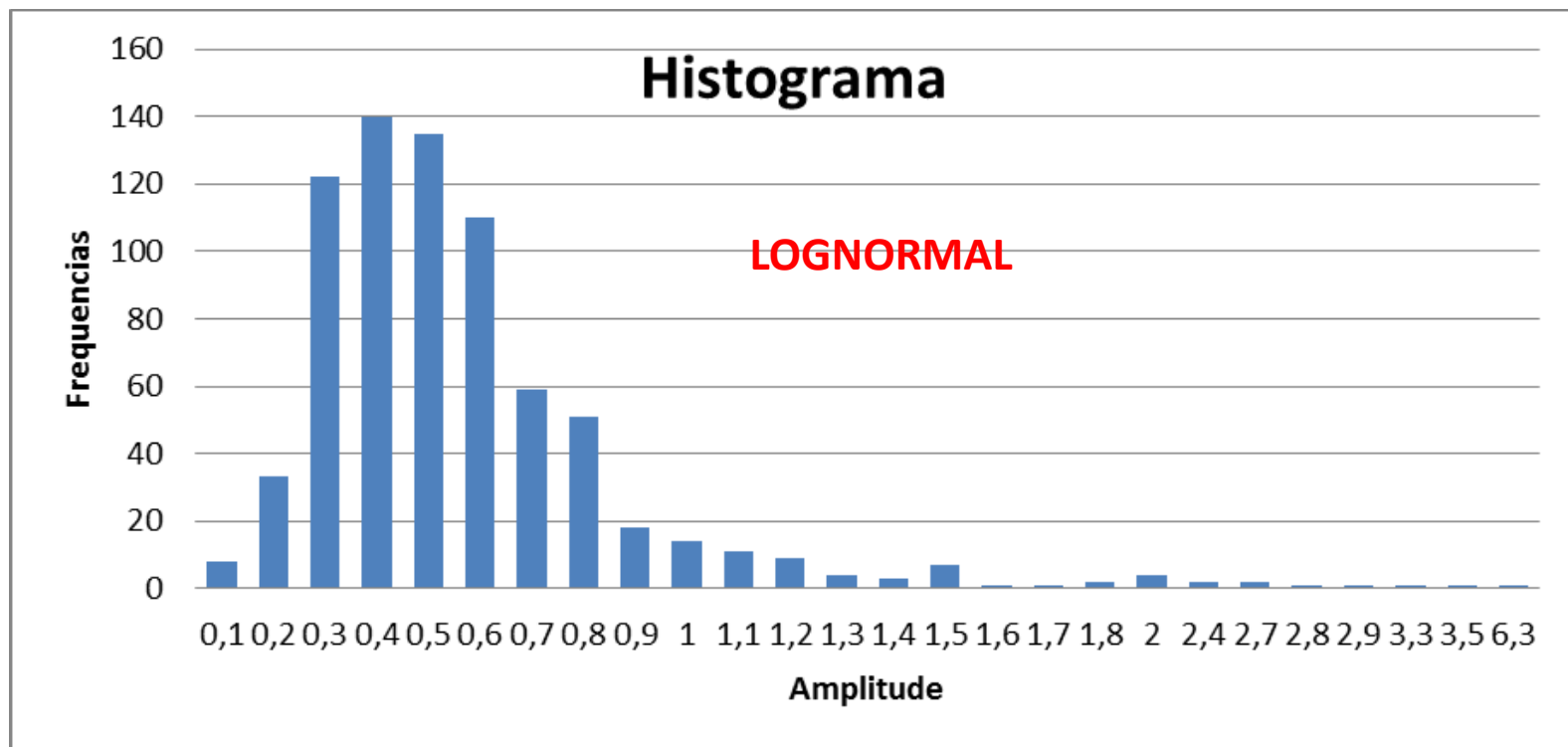
MODELO	QTDE
DASH9	210
G12/16	57
DDM	30
BB36	14
DASH8	6
SD45	4
U26	1

Alarme	Desvio padrão (σ)	Tamanho da amostra (n)
Banda 1x Hv	0,56	211
Banda 2x Hv	0,58	226
Banda 3x Hv	0,54	191
Banda 4x Hv	0,54	194
Banda 1x Acc	0,55	202
Banda 2x Acc	0,59	232
Banda 3x Acc	0,50	168
Banda 4x Acc	0,54	193
Global HV	13,86	566
Global Acc	4,16	51

Tabela – Tamanho de Amostras



Distribuição dos dados.

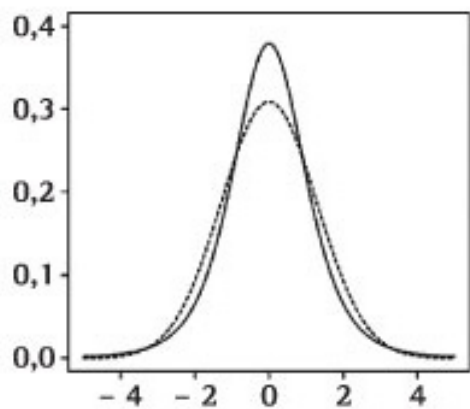


ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

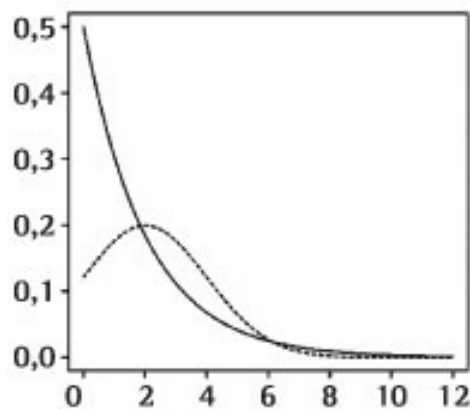
NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS



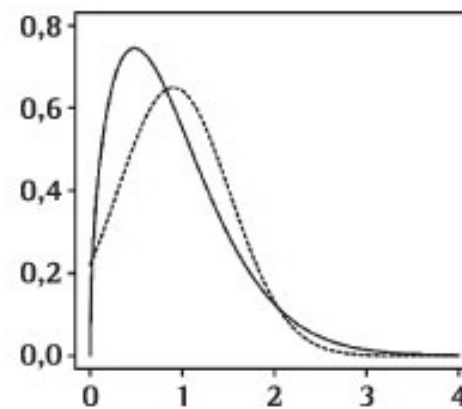
Distribuições de probabilidade



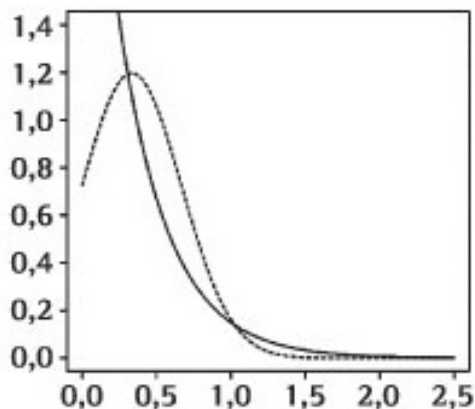
t (5) Normal (0; 1,29)



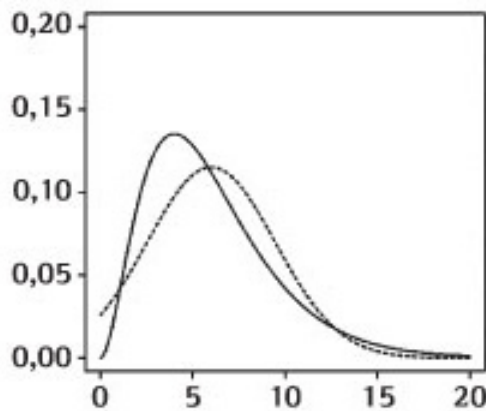
χ^2 (2) Normal (2; 2)



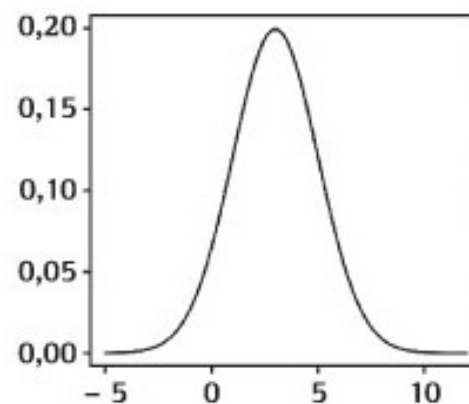
Weibull (1,5; 1) Normal (0,90; 0,38)



Exponencial (3) Normal (0,33; 0,33)



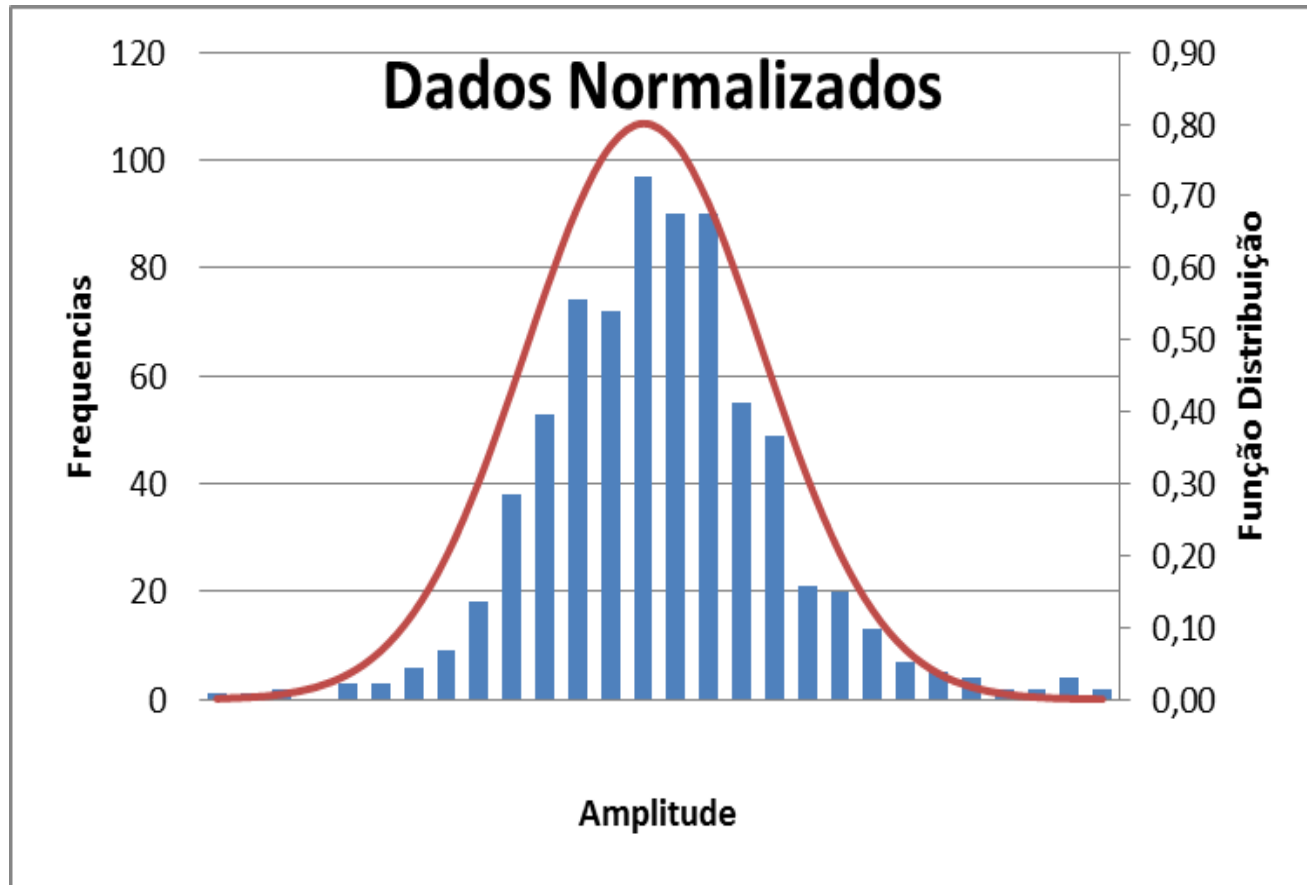
Gamma (3; 2) Normal (6; 3,46)



Normal (3; 2)



Determinando os Níveis

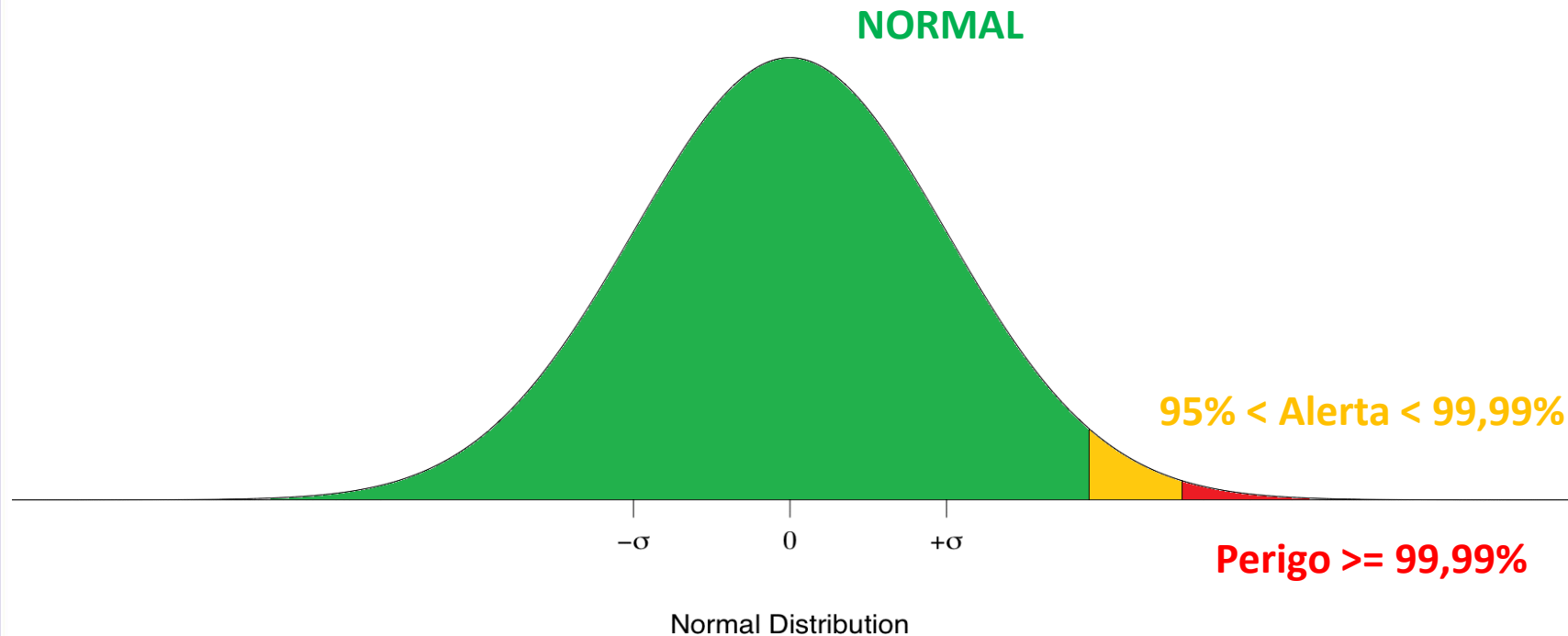


ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS



Determinando os Níveis



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS



RESULTADOS

- Melhor confiabilidade das análises espectrais;
- Menor tempo para executar as análises espectrais;
- Alarmes automáticos após processamento dos dados de vibração;
- Definição das bandas laterais;
- Definições das amplitudes de vibração dos componentes.



ANÁLISE DE VIBRAÇÃO EM MATERIAIS RODANTES FERROVIÁRIOS

Daniel Carmo – daniel.carmo@vale.com

Geovane Erlacher – geovane.erlacher@vale.com

Douglas Nunes – douglas.nunes@vale.com



WWW.ANTF.ORG.BR