

ANÁLISE DE VIBRAÇÃO EM LOCOMOTIVAS:

UTILIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA DEFINIR
OS LIMITES DE ALARMES DAS FREQUÊNCIAS
ESPECÍFICAS DE FALHAS EM COMPONENTES ROTATIVOS
DE LOCOMOTIVAS

Lucas Corrêa Magalhães



A EVOLUÇÃO
PASSA
POR AQUI

O AUTOR

LUCAS CORRÊA MAGALHÃES

- Técnico mecânico -SENAI (2012)
- Engenheiro mecânico – FACTHUS (2017)
- Manutenção de locomotivas (2011 – 2015)
- Técnico em análise de vibração – FCA VLI (2015 até hoje)

Manutenção preditiva



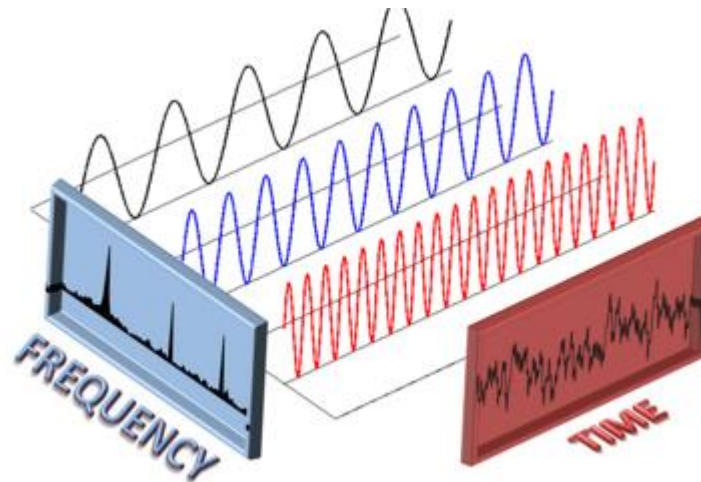
Definição:

Trata-se de um conjunto de atividades de **acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam a performance ou desempenho dos equipamentos**, de modo sistemático, visando definir a necessidade ou não de intervenção.

Benefícios:

- Reduzir os impactos dos procedimentos preventivos no resultado da operação;
- Eliminar desmontagens e remontagens para inspeção;
- Impedir propagação dos danos;
- Maximizar a vida útil total dos componentes de um equipamento

Análise de vibração



Definição:

A análise de vibrações é a técnica utilizada na manutenção Preditiva para a avaliação de máquinas rotativas

Uma análise de vibrações consiste em ouvir o interior da máquina. Cada componente vibra de forma diferente e cria um ruído característico, que deixa uma impressão própria no espectro na forma de um modelo linear.

Como é realizado?



Coletor GX 50 - SKF



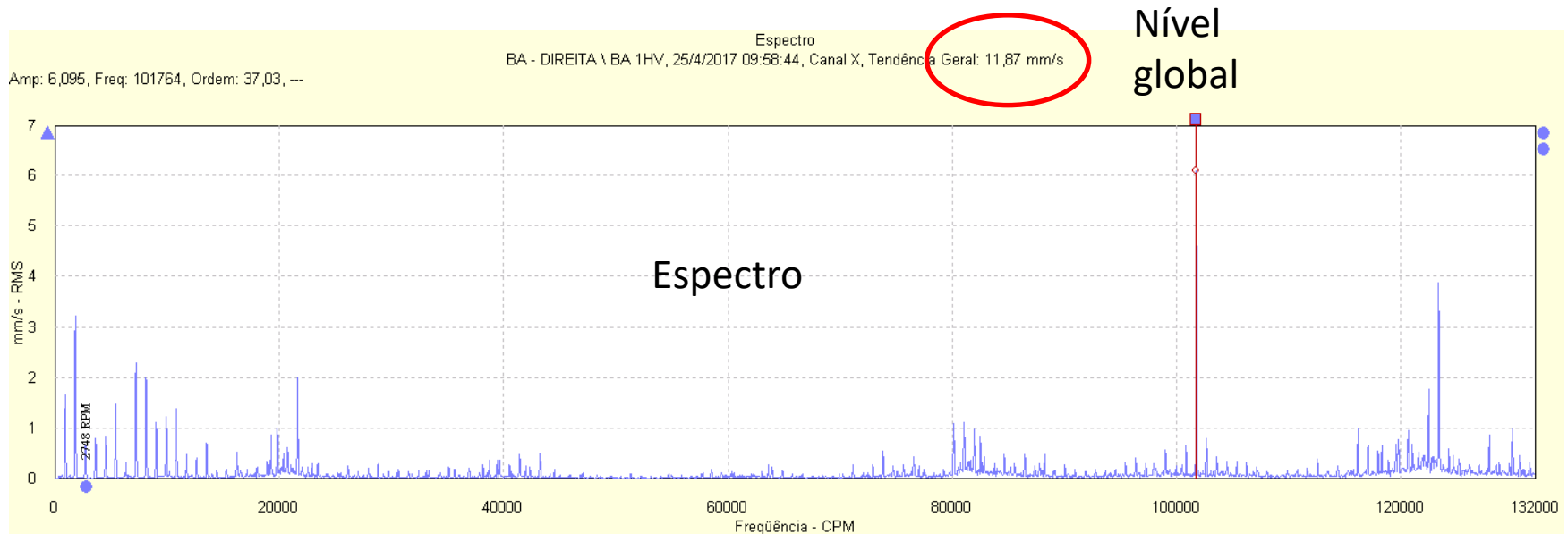
Gerador auxiliar - SD5

O equipamento de coleta de vibração possui um acelerômetro que é responsável por receber os sinais do componente e o coletor que armazena os dados.

O acelerômetro é fixado no componente e os dados são coletados.

Como analisar?

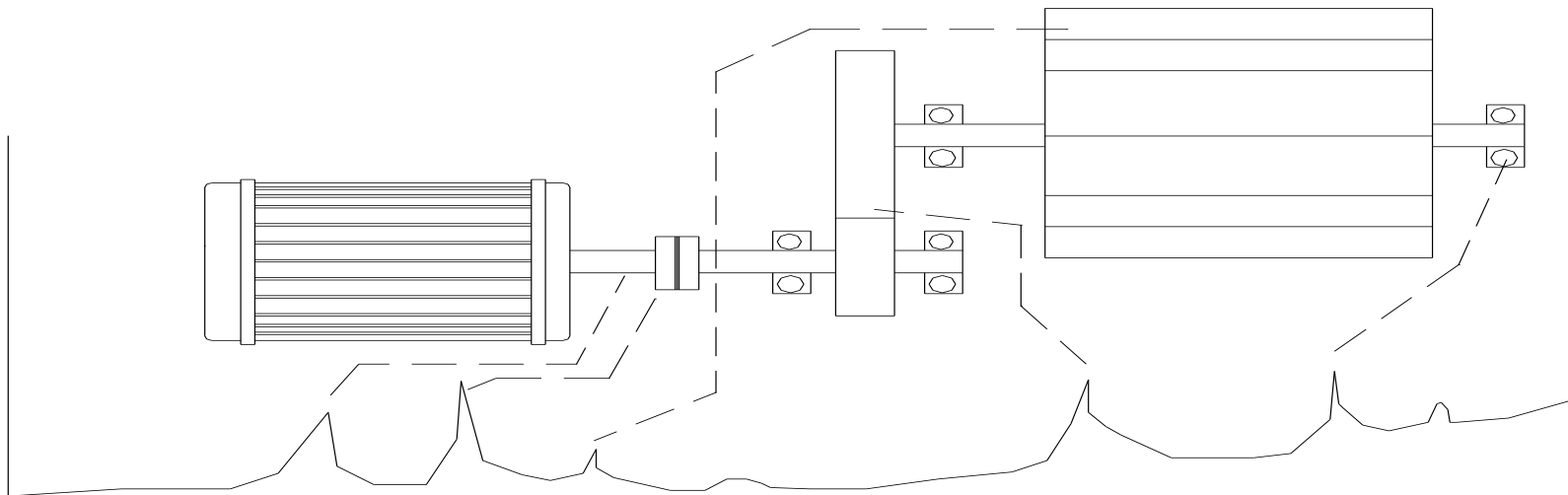
Os dados da coleta de vibração são exportados para o programa da SKF @ptitude Analyst. Esse programa por sua vez é responsável por gerar os gráficos de cada componente para posterior análise.



A análise é feita levando dois principais fatores: **Nível global** para indicar a severidade da vibração e **análise de Frequências** para indicar a frequência que destaca para direcionar o problema de forma mais assertiva.

Como analisar?

A análise de frequências é a ferramenta eficiente para a identificação de defeitos em máquinas.



Cada frequência corresponde a um componente do equipamento analisado.

É fundamental o conhecimento completo do projeto da máquina para calcular e determinar as frequências prováveis que estarão presentes no espectro, e assim, definir a Frequência Máxima do espectro (RANGE), que irá contê-las.

Reboques – Corredor Centro Sudeste

MKBF CENTRO SUDESTE – REBOQUE 9115 RAF RESUMO

9115	1910	ZM0	M010	Terra em tração	Alternador	Falha de Ventilador Interno	IP	REDA	REDA
<p>ANÁLISE TÉCNICA</p> <p>Locomotiva 9115 parada em trem MKBF, como complemento do bloco A, com 13 dias de IP, se encontra em tração nos 2000 quando apresenta falha que o motor apresenta o som de um clipe. No dia 09/10 foi realizado o diagnóstico e o problema foi identificado pelo técnico responsável pelo reparo, o qual foi resolvido com a troca do alternador e do ventilador interno. O reparo foi realizado com sucesso e a locomotiva voltou a operar normalmente.</p> <p>ANÁLISE PRELIMINAR</p> <p>Locomotiva 9115 parada em trem MKBF, como complemento do bloco A, com 13 dias de IP, se encontra em tração nos 2000 quando apresenta falha que o motor apresenta o som de um clipe. No dia 09/10 foi realizado o diagnóstico e o problema foi identificado pelo técnico responsável pelo reparo, o qual foi resolvido com a troca do alternador e do ventilador interno. O reparo foi realizado com sucesso e a locomotiva voltou a operar normalmente.</p> <p>CAUSAS PRELIMINARES</p> <p>Material: Qualidade do material utilizado no reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p>									

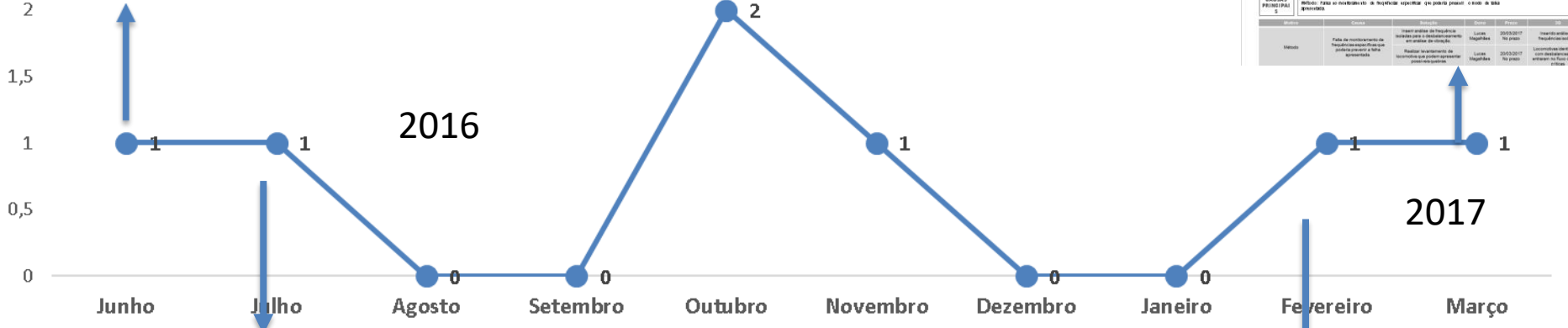
Análise U20 – Centro Sudeste

MKBF CENTRO SUDESTE – REBOQUE 3902 RAF RESUMO

3902	05/10	ZM0	M010	Rota em tração de água	Ventilador mecânico	Falha de Ventilador Interno	IP	REDA	REDA
<p>ANÁLISE TÉCNICA</p> <p>Locomotiva 3902 parada em trem MKBF, como complemento do bloco A, com 13 dias de IP, se encontra em tração nos 2000 quando apresenta falha que o motor apresenta o som de um clipe. No dia 09/10 foi realizado o diagnóstico e o problema foi identificado pelo técnico responsável pelo reparo, o qual foi resolvido com a troca do alternador e do ventilador interno. O reparo foi realizado com sucesso e a locomotiva voltou a operar normalmente.</p> <p>ANÁLISE PRELIMINAR</p> <p>Locomotiva 3902 parada em trem MKBF, como complemento do bloco A, com 13 dias de IP, se encontra em tração nos 2000 quando apresenta falha que o motor apresenta o som de um clipe. No dia 09/10 foi realizado o diagnóstico e o problema foi identificado pelo técnico responsável pelo reparo, o qual foi resolvido com a troca do alternador e do ventilador interno. O reparo foi realizado com sucesso e a locomotiva voltou a operar normalmente.</p> <p>CAUSAS PRELIMINARES</p> <p>Material: Qualidade do material utilizado no reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p>									

Identificação do Problema

9115	1910	ZM0	C440	Resultado	Resultado	Falha de Ventilador Interno	IP	REDA	REDA
<p>ANÁLISE TÉCNICA</p> <p>Locomotiva 9115 parada em trem MKBF, como complemento do bloco A, com 13 dias de IP, se encontra em tração nos 2000 quando apresenta falha que o motor apresenta o som de um clipe. No dia 09/10 foi realizado o diagnóstico e o problema foi identificado pelo técnico responsável pelo reparo, o qual foi resolvido com a troca do alternador e do ventilador interno. O reparo foi realizado com sucesso e a locomotiva voltou a operar normalmente.</p> <p>ANÁLISE PRELIMINAR</p> <p>Locomotiva 9115 parada em trem MKBF, como complemento do bloco A, com 13 dias de IP, se encontra em tração nos 2000 quando apresenta falha que o motor apresenta o som de um clipe. No dia 09/10 foi realizado o diagnóstico e o problema foi identificado pelo técnico responsável pelo reparo, o qual foi resolvido com a troca do alternador e do ventilador interno. O reparo foi realizado com sucesso e a locomotiva voltou a operar normalmente.</p> <p>CAUSAS PRELIMINARES</p> <p>Material: Qualidade do material utilizado no reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p>									



Análise U20 – Centro Sudeste

MKBF CENTRO SUDESTE – REBOQUE 6504 RAF RESUMO

6504	05/02	E40	M010	Resultado	Resultado	Falha de Ventilador Interno	IP	REDA	REDA
<p>ANÁLISE TÉCNICA</p> <p>Locomotiva 6504 parada em trem MKBF, como complemento do bloco A, com 13 dias de IP, se encontra em tração nos 2000 quando apresenta falha que o motor apresenta o som de um clipe. No dia 09/10 foi realizado o diagnóstico e o problema foi identificado pelo técnico responsável pelo reparo, o qual foi resolvido com a troca do alternador e do ventilador interno. O reparo foi realizado com sucesso e a locomotiva voltou a operar normalmente.</p> <p>ANÁLISE PRELIMINAR</p> <p>Locomotiva 6504 parada em trem MKBF, como complemento do bloco A, com 13 dias de IP, se encontra em tração nos 2000 quando apresenta falha que o motor apresenta o som de um clipe. No dia 09/10 foi realizado o diagnóstico e o problema foi identificado pelo técnico responsável pelo reparo, o qual foi resolvido com a troca do alternador e do ventilador interno. O reparo foi realizado com sucesso e a locomotiva voltou a operar normalmente.</p> <p>CAUSAS PRELIMINARES</p> <p>Material: Qualidade do material utilizado no reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p>									

MKBF CENTRO SUDESTE – REBOQUE 6504 RAF RESUMO

6504	05/02	E40	M010	Resultado	Resultado	Falha de Ventilador Interno	IP	REDA	REDA
<p>ANÁLISE TÉCNICA</p> <p>Locomotiva 6504 parada em trem MKBF, como complemento do bloco A, com 13 dias de IP, se encontra em tração nos 2000 quando apresenta falha que o motor apresenta o som de um clipe. No dia 09/10 foi realizado o diagnóstico e o problema foi identificado pelo técnico responsável pelo reparo, o qual foi resolvido com a troca do alternador e do ventilador interno. O reparo foi realizado com sucesso e a locomotiva voltou a operar normalmente.</p> <p>ANÁLISE PRELIMINAR</p> <p>Locomotiva 6504 parada em trem MKBF, como complemento do bloco A, com 13 dias de IP, se encontra em tração nos 2000 quando apresenta falha que o motor apresenta o som de um clipe. No dia 09/10 foi realizado o diagnóstico e o problema foi identificado pelo técnico responsável pelo reparo, o qual foi resolvido com a troca do alternador e do ventilador interno. O reparo foi realizado com sucesso e a locomotiva voltou a operar normalmente.</p> <p>CAUSAS PRELIMINARES</p> <p>Material: Qualidade do material utilizado no reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p> <p>Método: Falha no procedimento de reparo do alternador e do ventilador interno.</p>									

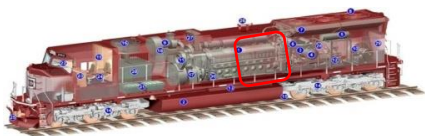
Identificação do Problema

Loco	Data	Local	Trem	Sintoma apresentado	CONJUNTO	CAUSA PRINCIPAL	Últimas preventivas		
8133	01/03	ZUB	C445	Barulho Estranho no Motor Diesel	Compressor	FALHA DE VARIÁVEL INTERNA	IC	REVA	REVB
							18	512	512

ANÁLISE GERAL:

Locomotiva 8133 anexada ao trem C445, como comandante do bloco A, com 18 dias de IP, se encontrava em Uberaba (ZUB) quando maquinista informou que a mesma apresentava o sintoma de barulho estranho no motor diesel. Mecânico de UBERABA (ZUB) foi acionado realizando atendimento, onde identificou-se quebra do eixo cardan entre motor diesel e compressor, vindo a danificar o crivo quando ocorreu o choque com o eixo.

ANÁLISE TÉCNICA



Locomotiva apresentou barulho estranho no motor diesel, devido o rompimento do eixo de acoplamento entre o motor diesel e compressor. Entende-se que o rompimento do eixo ocorreu devido desbalanceamento do compressor, com o desbalanceamento do compressor ocorreu a perda de fixação dos contra pesos ocasionando ruptura dos mesmos e do eixo de acoplamento.

EVIDÊNCIAS



RAF COMPLETA

CAUSAS PRINCIPAIS

Método: Falha no monitoramento de frequências específicas que poderia prevenir o modo de falha apresentada.

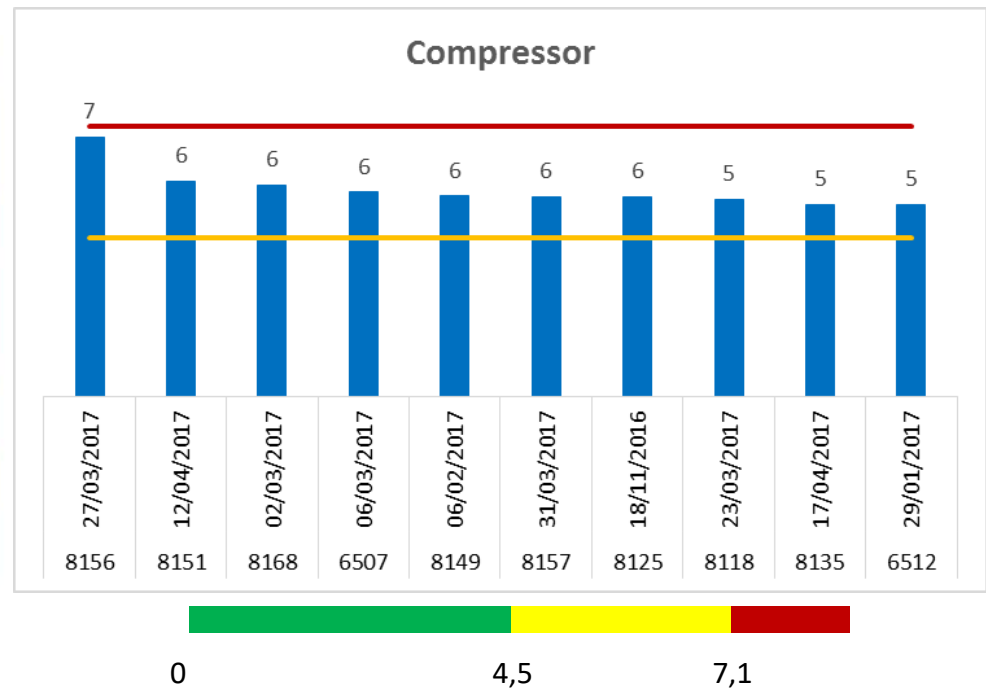
Motivo	Causa	Solução	Dono	Prazo	3G
Método	Falta de monitoramento de frequências específicas que poderia prevenir a falha apresentada.	Inserir análise de frequência isoladas para o desbalanceamento em análise de vibração.	Lucas Magalhães	20/03/2017 No prazo	Inserido análise de frequências isoladas
		Realizar levantamento de locomotiva que podem apresentar possíveis quebras	Lucas Magalhães	20/03/2017 No prazo	Locomotivas identificadas com desbalanceamento entram no fluxo de locos críticas

Identificação do Problema

Data do reboque: 1/03/17

Na última análise de vibração da Locomotiva 8133, realizada no dia 08/02/17, indicava o valor de **4,4mm/s** no nível global de vibração para o compressor. De acordo com a tabela de tolerâncias, levando em consideração a potencia do equipamento, o valor global estaria dentro da tolerância não indicando uma avaria do componente com base nesse parâmetro.

VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816						
Machine		Class I small machines	Class II medium machines	Class III large rigid foundation	Class IV large soft foundation	
in/s	mm/s					
Vibration Velocity Vrms	0.01	0.28				
	0.02	0.45				
	0.03	0.71				good
	0.04	1.12				
	0.07	1.80				
	0.11	2.80				satisfactory
	0.18	4.50				
	0.28	7.10				unsatisfactory
	0.44	11.2				
	0.70	18.0				unacceptable
0.71	28.0					
1.10	45.0					



Identificação de anomalias em máquinas rotativas através do estudo isolado das frequências de vibração



Meta proposta



Mapear 90% das frequências de vibração e realizar o estudo do comportamento normal até dezembro de 2017

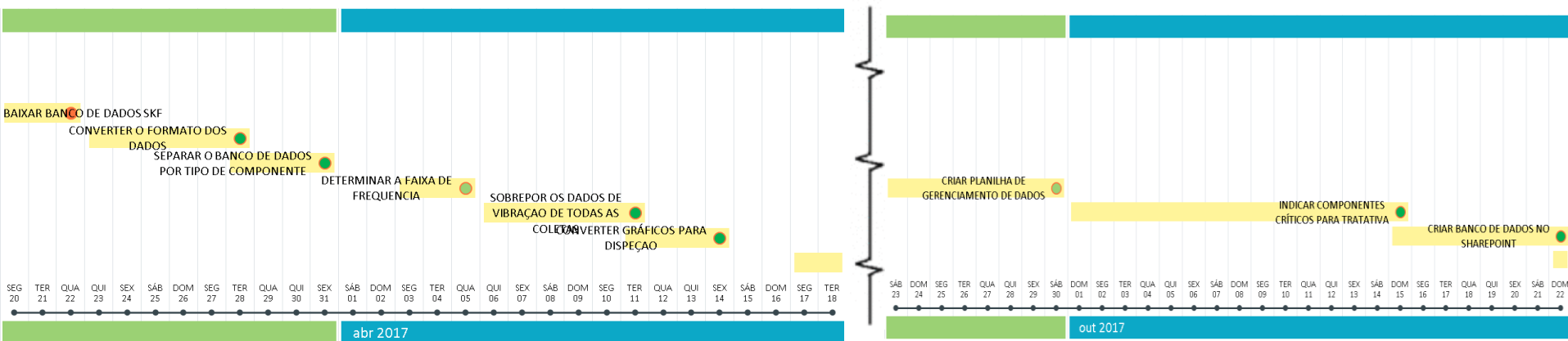
Objetivos específicos

- Mapear as frequências de vibração que representam problemas
- Realizar o estudo do comportamento normal de cada frequência
- Determinar valores de alerta e crítico para cada frequência
- Determinar ações necessárias para intervenção e correção do problema
- Elaborar planilha para cálculos
- Levantar todos os componentes com mesmo princípio de falha dos reboques

90%

Redução de 10 reboques por ano para 1

Cronograma



ATIVIDADE	INÍCIO	TÉRMINO	OBSERVAÇÕES
Baixar banco de dados SKF	20/03/2017	22/03/2017	Retirar do soft da skf os espectros de vibração para estudo
Converter o formato dos dados	23/03/2017	28/03/2017	Converter o formato para trabalhar no Excel
Separar o banco de dados por tipo de componente	28/03/2017	31/03/2017	Para facilitar o estudo de cada componente de forma separada
Determinar a faixa de frequência	03/04/2017	05/04/2017	Determinar a faixa máxima e mínima da frequência da coleta para identificar cada item
Sobrepôr os dados de vibração de todas as coletas	06/04/2017	11/04/2017	sobrepôr os dados do espectro para encontrar os pontos padrões
Converter gráficos para dispersão	11/04/2017	14/04/2017	Gráfico de dispersão facilita encontrar os comportamentos padrões de falhas
Mapear frequências conhecidas	17/04/2017	01/05/2017	Identificar a frequência de falha de cada componente/problema no espectro
Realizar o estudo do comportamento normal	01/05/2017	01/06/2017	utilizando o histograma de curva normal colocar o valor de pico de cada frequência isolada no banco de dados
Determinar valores de alerta para cada frequência estudada	01/05/2017	01/06/2017	determinar as tolerâncias para condenação com base no estudo normal
Determinar ação corretiva para cada frequência mapeada	01/06/2017	01/08/2017	Determinar corretivas para alerta e critico para cada frequências
Definir fluxo para identificar frequências não mapeadas	01/08/2017	15/08/2017	algumas frequências são mostradas no estudo da dispersão porem a origem é desconhecida. Definir forma de mapear
Criar banco de dados no SharePoint	15/08/2017	01/09/2017	Criar interface para consulta e histórico de vibração
Criar planilha de gerenciamento de dados	01/09/2017	30/09/2017	Planilha para receber os dados diretos do banco SKF e realizar analise de limites das frequências isoladas e indicar corretivas necessárias para tratar o problema.
Indicar componentes críticos para tra	01/10/2017	15/10/2017	Apos estudo indicar os componentes críticos para tratativa e aferição do estudo.
Criar banco de dados no SharePoint	15/10/2017	22/10/2017	banco para receber os componentes críticos e acompanhamento
Checar assertividade das indicações	22/10/2017	15/12/2017	Verificar os componentes indicados para checar os limites de tolerância e assertividade da indicação

Estudo isolado das frequências de vibração

Objetivo: Desenvolver método de análise detalhada para cada componente monitorado

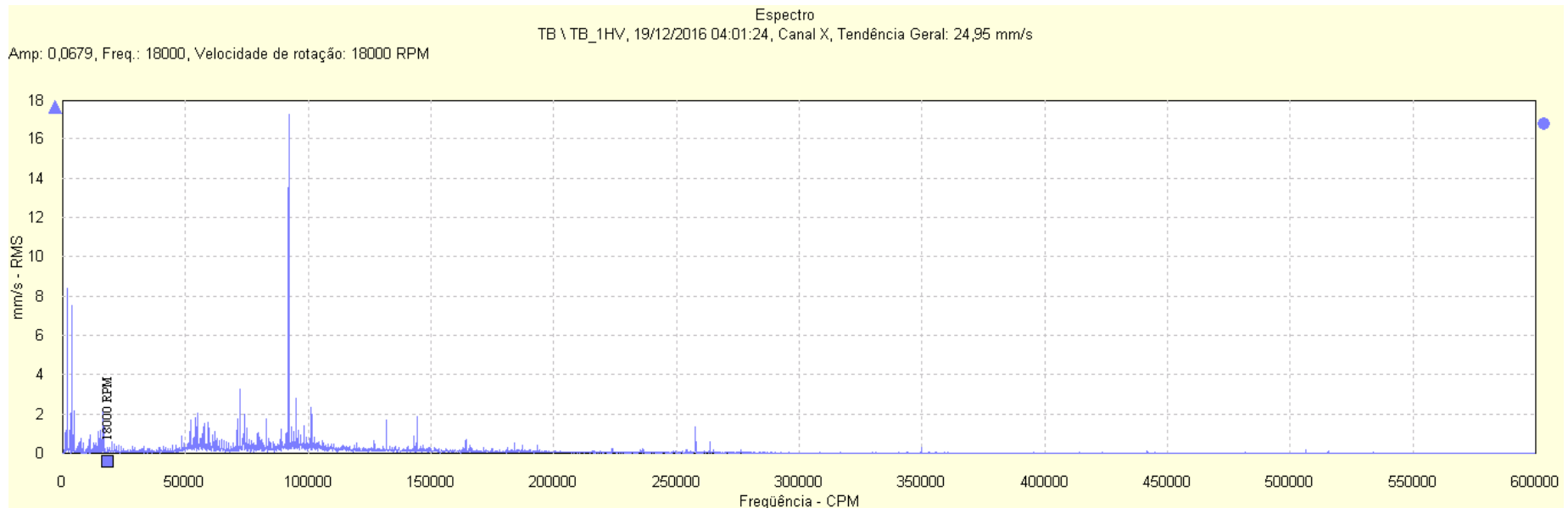
Método: Mapear e identificar cada frequência apresentada no espectro de vibração e identificar a amplitude máxima para cada frequência conhecida, utilizando o estudo de curva normal.

Dados:

Frequência: CPM

Amplitude: RMS

Domínio da Frequência



Mapear Frequências

Primeiro passo: Conhecer e mapear as frequências

Componentes conhecidos:

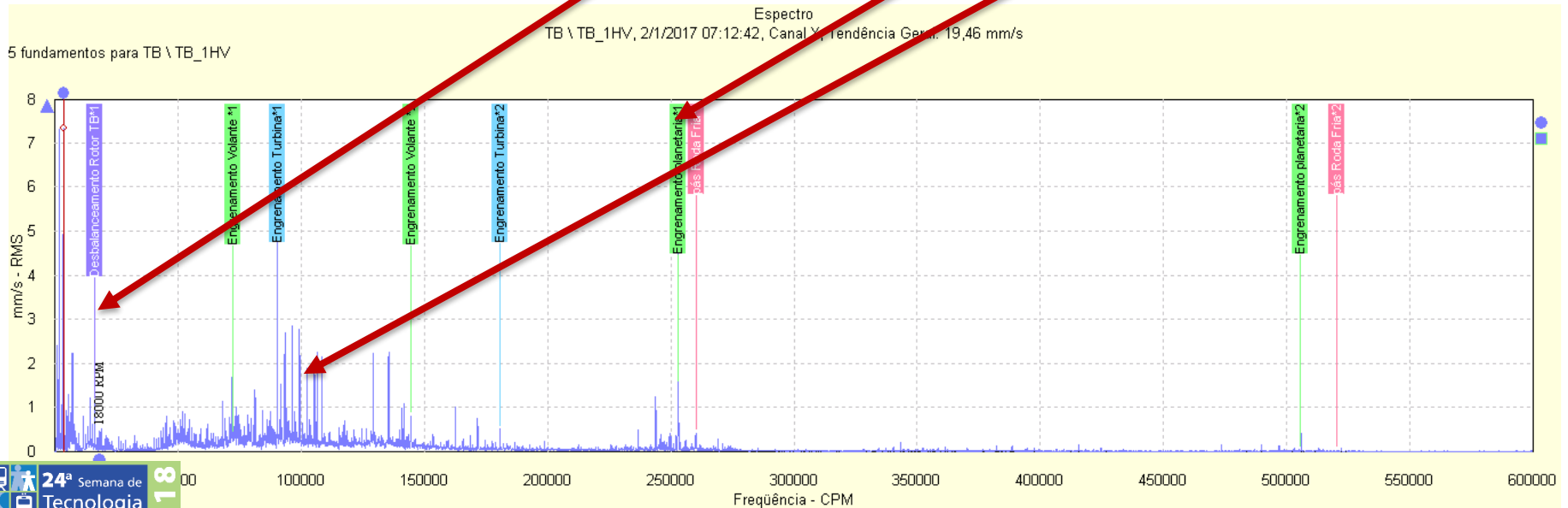
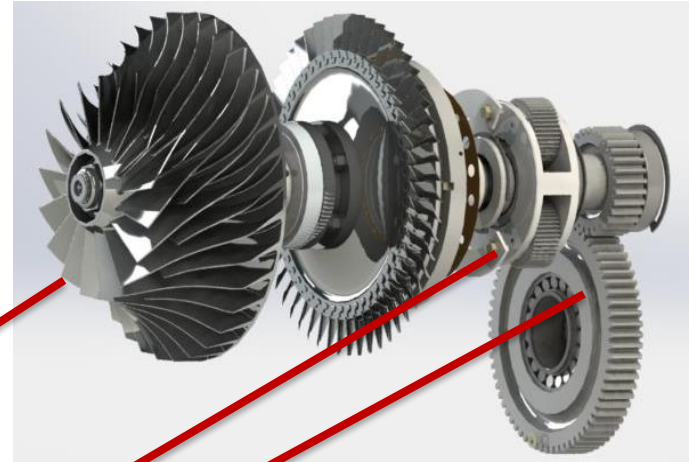
Roda quente: 47 aletas

Roda Fria: 16 aletas

Engrenagens de acionamento do turbo: 74 dentes

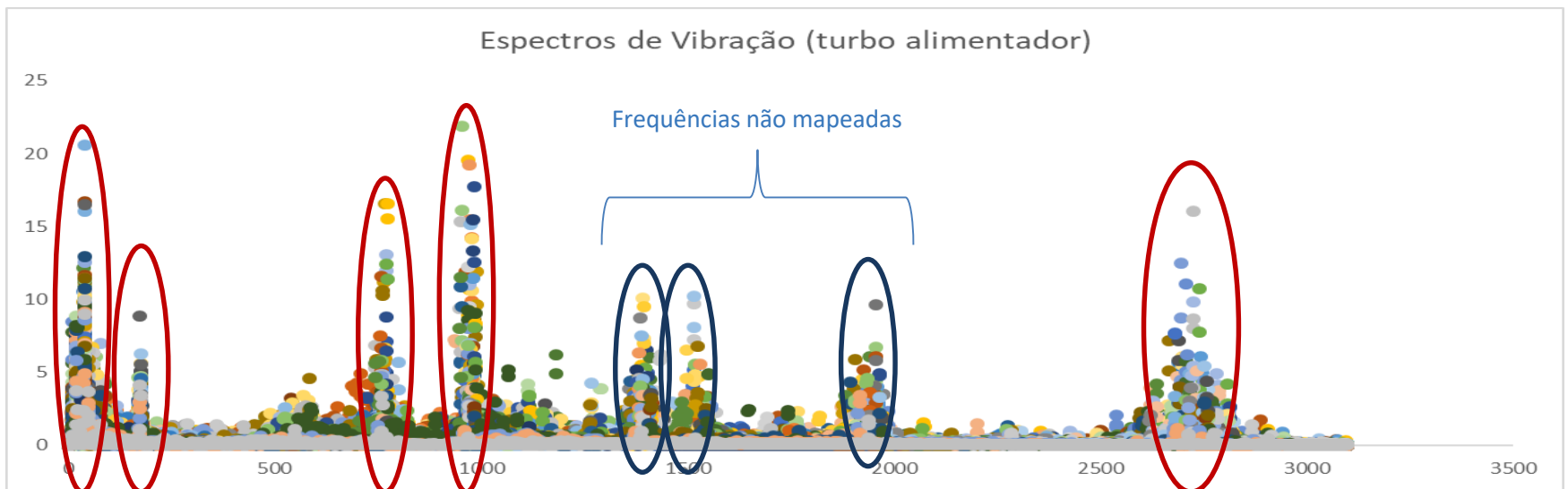
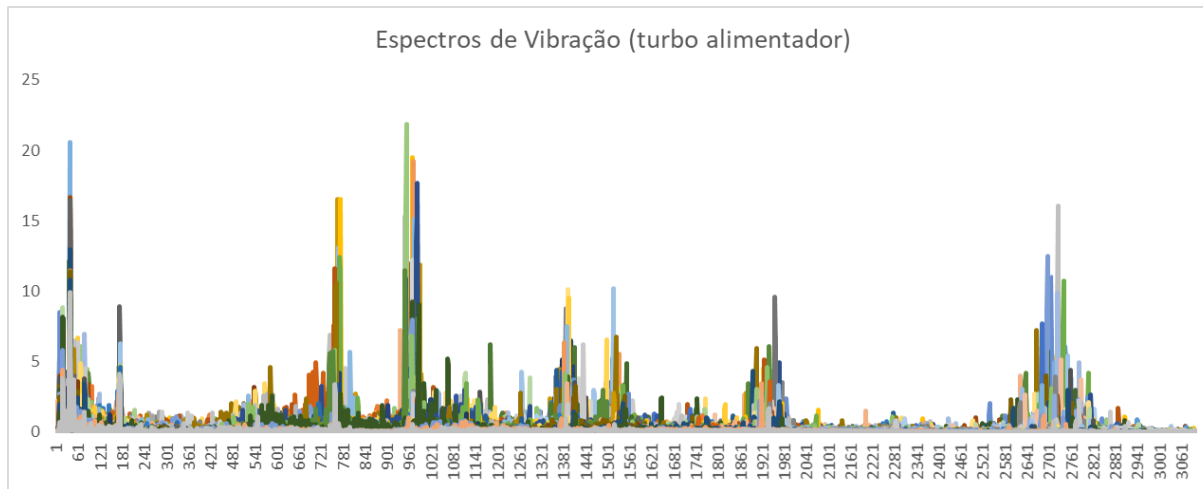
Engrenagem planetária: 30 dentes

Mancais de deslizamento: 2



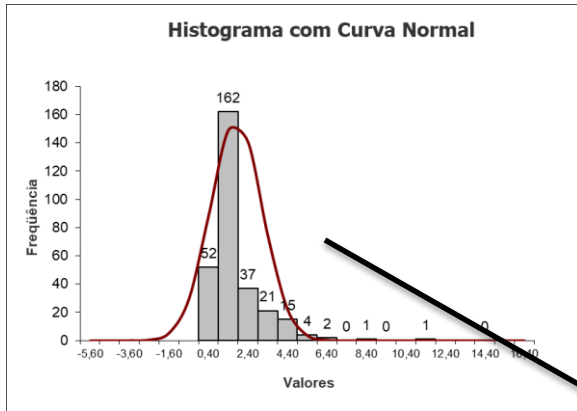
Estudo gráfico - Dispersão

Segundo passo: Sobrepor os espectros das coletas exportados do banco de dados para identificar na dispersão os valores de picos de cada frequência

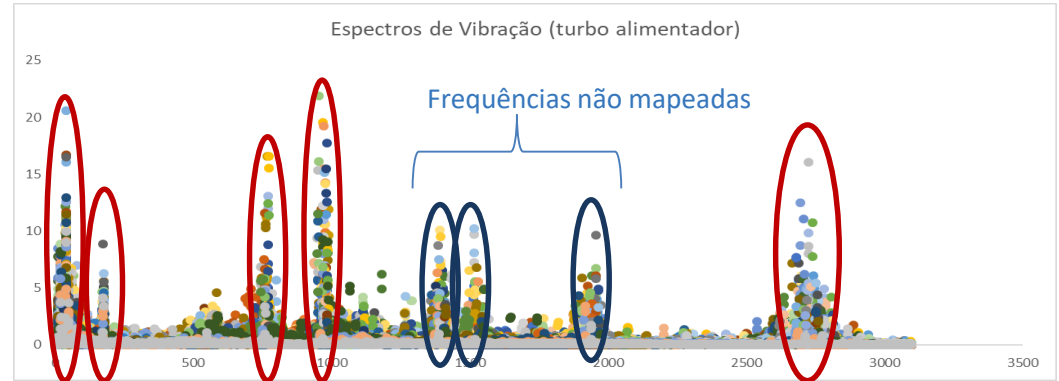


Estudo do comportamento normal

Terceiro passo: Isolar as frequências e jogar os valores de pico no gráfico e curva normal.

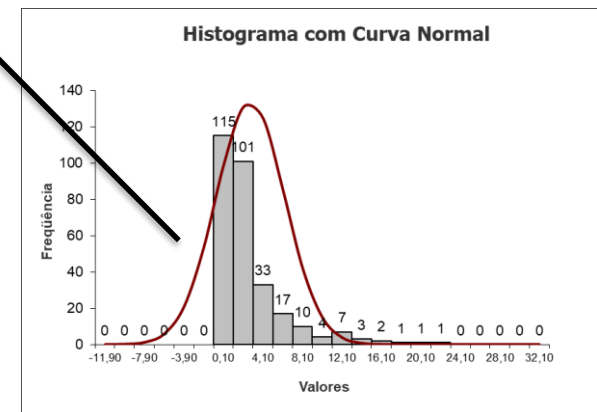
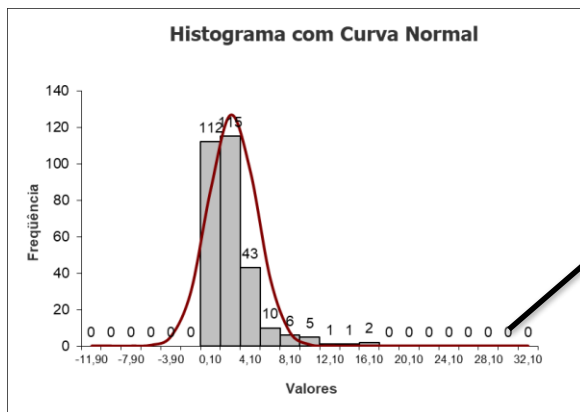


Desbalanceamento



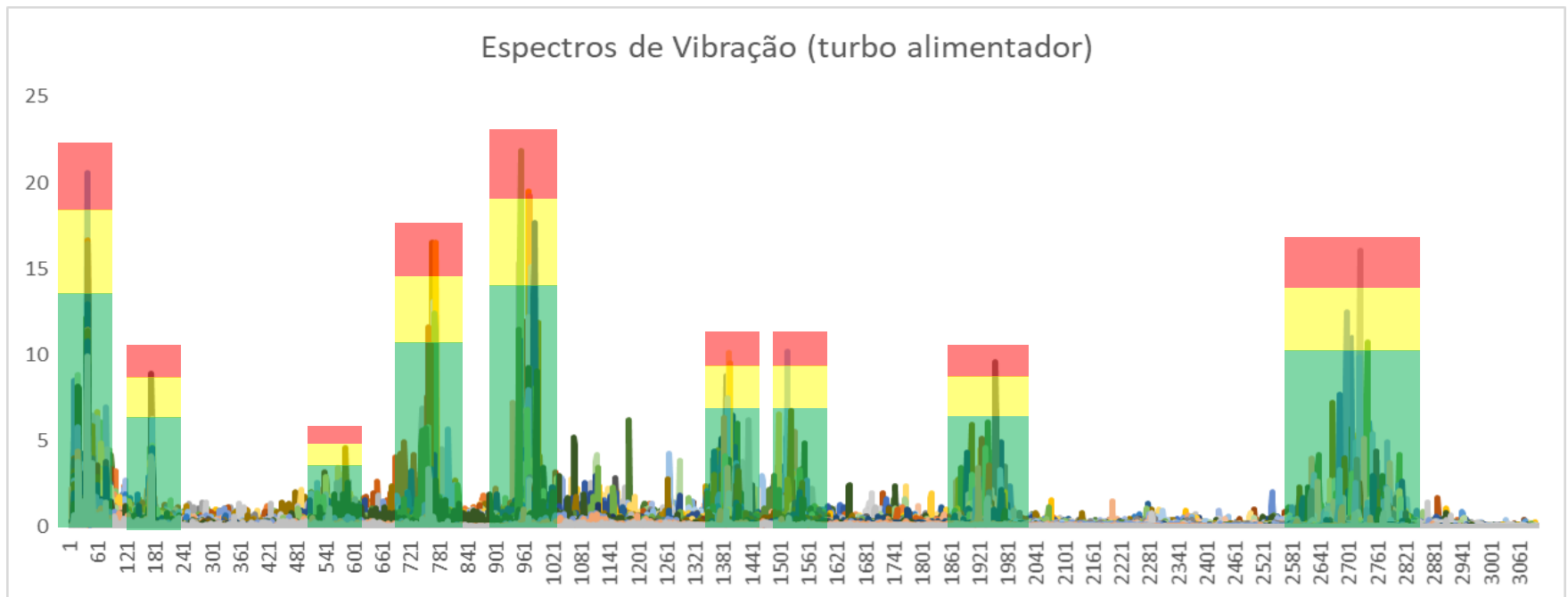
Engrenamento planetaria

Engrenagem de acionamento



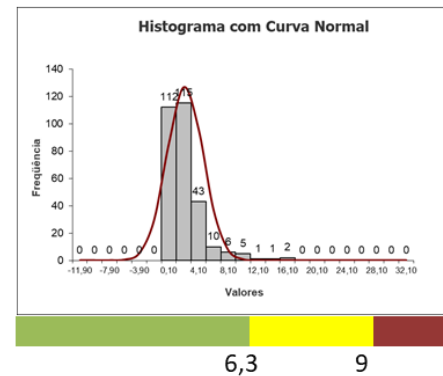
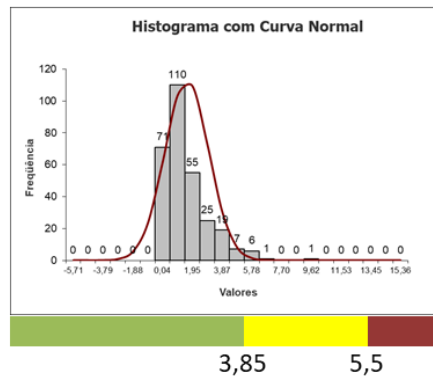
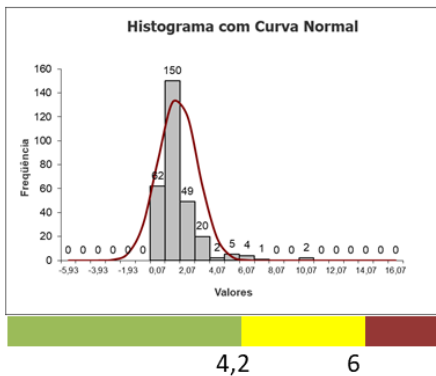
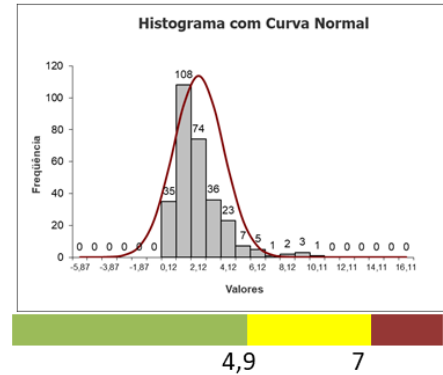
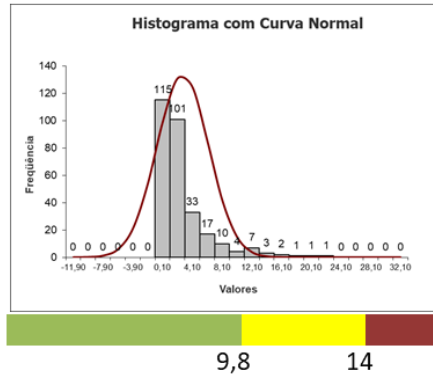
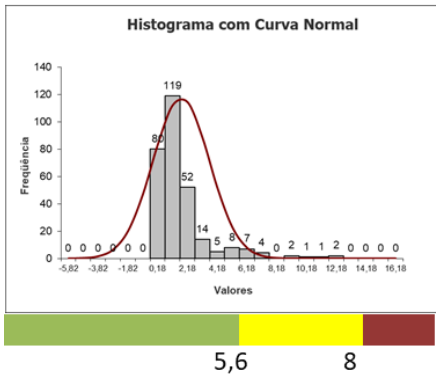
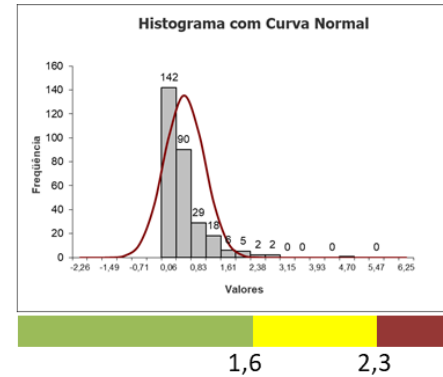
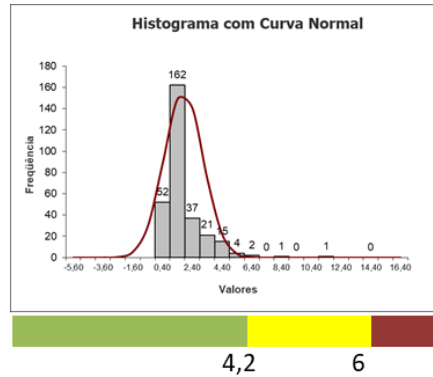
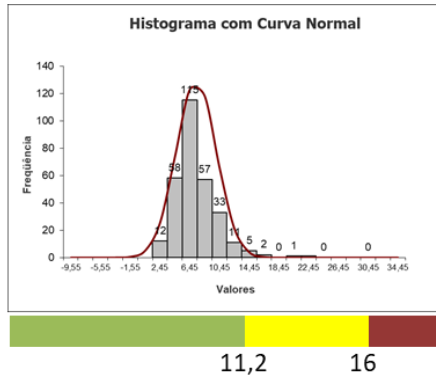
Criar Alarmes

Quarto passo: Criar alarmes de bandas para cada frequência conhecida e determinar valores normais, alertas e críticos.



Criar Alarmes (turbo alimentador)

Zona crítica – Quando a curva toca o eixo “X” / Zona de alerta 70% do valor



Padronização das Os's

Quinto passo: Criar descrição da corretiva necessária para cada frequência quando entrar na zona de alerta/ crítico. Obs.: Frequências não mapeadas foram indicadas para inspeção

Turbina	Desbalanceamento	TB_DESB	<p>PREDITIVA: Examinar Turbina - Desbalanceamento</p> <p>Descrição detalhada: Última análise de vibração indica desbalanceamento do rotor, executar seguintes procedimentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Realizar viceoscopia da roda quente procurando por palhetas deslocadas/ quebradas * Medir deslocamento radial e verificar se o mesmo está dentro da tolerância
Turbina	Engrenagem virabrequim	TB_ENGVIR	<p>PREDITIVA: Examinar Conjunto de Engrenagens da traseira do motor diesel</p> <p>Descrição detalhada: Última análise de vibração indica Frequência de engrenamento elevada , executar seguintes procedimentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Realizar viceoscopia das engrenagens procurando por dentes com desgaste excessivo (remover filtro separador para acesso)
Turbina	Engreangem Turbina	TB_ENGTB	<p>PREDITIVA: Examinar Engrenagem de acionamento da turbina</p> <p>Descrição detalhada: Última análise de vibração indica Frequencia de engrenamento elevada , executar seguintes procedimentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Realizar viceoscopia da engrenagem de acionamento da turbina procurando por dentes com desgaste excessivo (remover filtro separador para acesso)
Turbina	Planetaria	TB_PLAN	<p>PREDITIVA: Examinar Turbina</p> <p>Descrição detalhada: Última análise de vibração indica alarme crítico para Frequência de engrenamento da planetária, executar seguintes procedimentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Medir deslocamento radial e verificar se o mesmo está dentro da tolerância * Girar roda fria manualmente e observar ruídos estranhos no conjunto. <p>Obs.: Realizar nova coleta de vibração e solicitar análise para confirmar avaria e definir troca do componente.</p>
GA	Desbalanceamento	GA_DESB	<p>PREDITIVA: EXAMINAR GA – DESBALANCEAMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conferir fixação do GA • Excentricidade do rotor soprador • Trincas na carcaça • Coxins/acoplamento
GA	Empeno	GA_EMP	<p>PREDITIVA: EXAMINAR GA</p> <p>Descrição detalhada: Última análise de vibração indica alarme Crítico para frequência de excentricidade do eixo rotor (em ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conferir fixação do GA • Excentricidade do rotor soprador • Trincas na carcaça • Pás do soprador pegando na carcaça <p>*Realizar nova coleta de vibração e solicitar análise para verificar evolução do problema e definir tratativa.</p>
GA	Engrenamento	GA_ENG	<p>PREDITIVA: Examinar Driver - Frequencia de engrenamento elevada</p> <p>PREDITIVA: EXAMINAR GA – DESALINHAMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conferir fixação do GA



Planilha de controle

Sexto passo: Criar planilha de gerenciamento de dados



Loco

8102 Última Coleta

01/12/2017

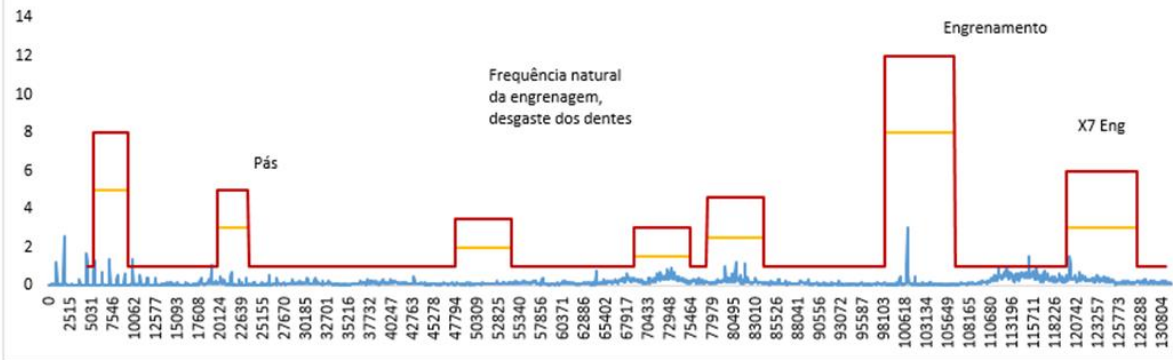
Lucas C. Magalhães V - 1.0.0

01/12/2017

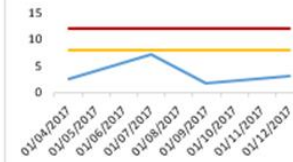
Global **11,64**

OK

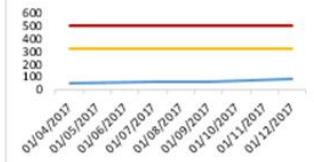
Bomba D'água Direita



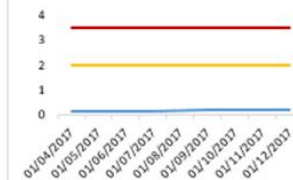
Engrenamento



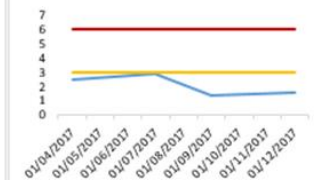
Folga do rotor



F. Natural



x7 Eng.



01/12/2017

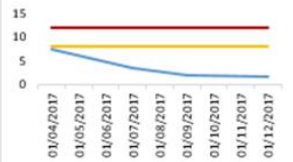
Global **6,79**

OK

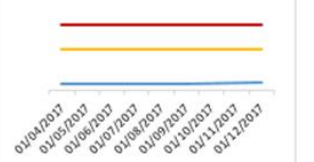
Bomba D'água Esquerda



Engrenamento



Folga no rotor



F. Natural



x7 Eng.



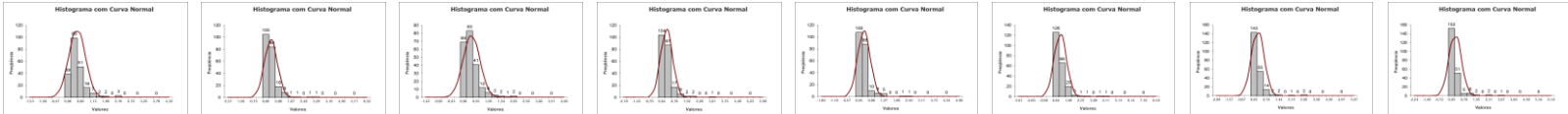
Replicar estudo para demais frotas

Sétimo passo: Replicação do projeto - totalizando 380 estudos de comportamento normal

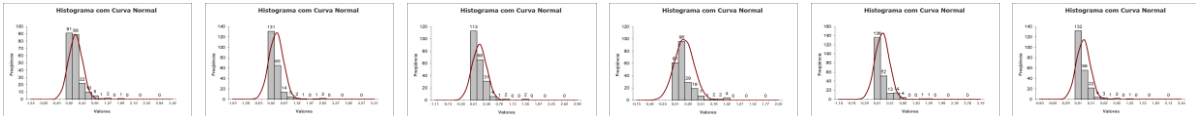
Flota	Modelo	Marca	Velocidade	Tempo	Alerta
1	211	2200	DP	0,9	0,63
2	211	2200	DP	0,9	0,7
3	211	2200	DP	0,6	0,40
4	211	2200	DP	0,6	0,40
5	211	2200	DP	1	0,7
6	211	2200	DP	0,9	0,63



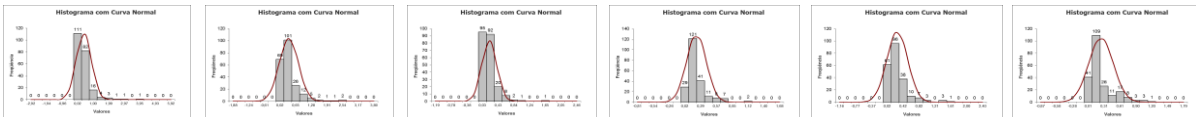
Flota	Modelo	Marca	Velocidade	Tempo	Alerta
1	211	2200	DP	1,7	1,19
2	211	2200	DP	1,8	1,30
3	211	2200	DP	1,5	1,05
4	211	2200	DP	1,4	0,98
5	211	2200	DP	2,1	1,47
6	211	2200	DP	1,4	0,98
7	211	2200	DP	1,4	0,98
8	211	2200	DP	1,4	0,98
9	211	2200	DP	1,7	1,19



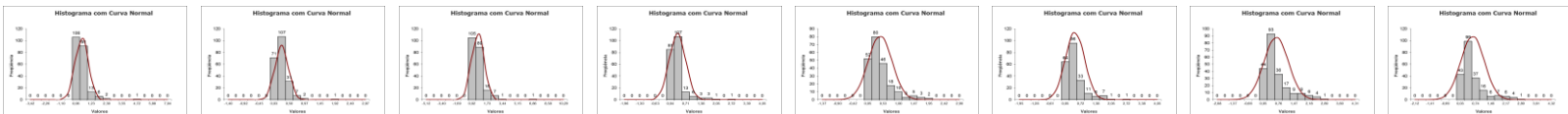
Flota	Modelo	Marca	Velocidade	Tempo	Alerta
1	211	2200	DP	1,1	0,77
2	211	2200	DP	1,4	1,00
3	211	2200	DP	0,9	0,63
4	211	2200	DP	0,9	0,63
5	211	2200	DP	1	0,7
6	211	2200	DP	0,8	0,56



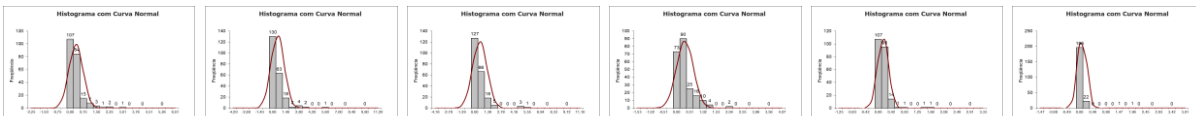
Flota	Modelo	Marca	Velocidade	Tempo	Alerta
1	211	2200	DP	2	1,4
2	211	2200	DP	1,8	1,30
3	211	2200	DP	0,9	0,63
4	211	2200	DP	0,8	0,56
5	211	2200	DP	1,2	0,84
6	211	2200	DP	1	0,7



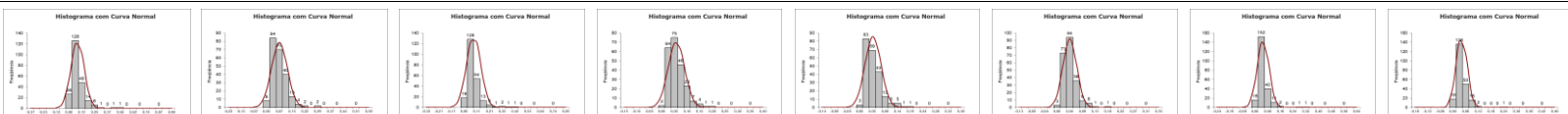
Flota	Modelo	Marca	Velocidade	Tempo	Alerta
1	211	2200	DP	1,1	0,77
2	211	2200	DP	1,1	0,77
3	211	2200	DP	1,7	1,19
4	211	2200	DP	1,9	1,33
5	211	2200	DP	1,9	1,33
6	211	2200	DP	2,5	1,75
7	211	2200	DP	2,4	1,68



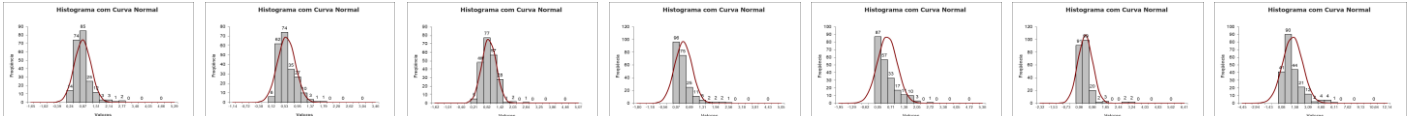
Flota	Modelo	Marca	Velocidade	Tempo	Alerta
1	211	2200	DP	1,7	1,19
2	211	2200	DP	2,8	1,96
3	211	2200	DP	1,1	0,77
4	211	2200	DP	1,5	1,05
5	211	2200	DP	0,8	0,56
6	211	2200	DP	0,7	0,49



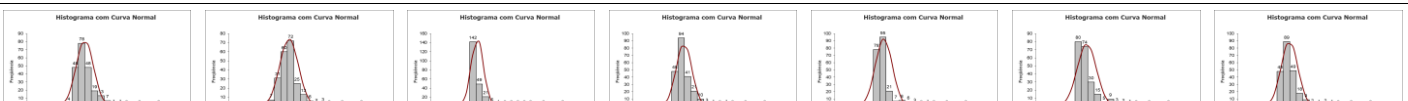
Flota	Modelo	Marca	Velocidade	Tempo	Alerta
1	211	2200	DP	0,3	0,21
2	211	2200	DP	0,3	0,21
3	211	2200	DP	0,3	0,21
4	211	2200	DP	0,2	0,14
5	211	2200	DP	0,2	0,14
6	211	2200	DP	0,2	0,14
7	211	2200	DP	0,2	0,14
8	211	2200	DP	0,2	0,14



Flota	Modelo	Marca	Velocidade	Tempo	Alerta
1	211	2200	DP	1,6	1,13
2	211	2200	DP	1,6	1,13
3	211	2200	DP	1,1	0,77
4	211	2200	DP	1,8	1,36
5	211	2200	DP	1,4	1,00
6	211	2200	DP	2	1,4
7	211	2200	DP	5	3,5



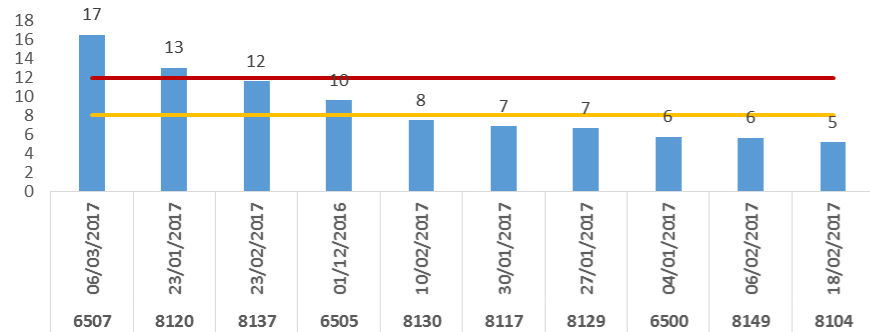
Flota	Modelo	Marca	Velocidade	Tempo	Alerta
1	211	2200	DP	1,9	1,39
2	211	2200	DP	1,1	0,77
3	211	2200	DP	1,7	1,19
4	211	2200	DP	2,8	1,96
5	211	2200	DP	3,2	2,26
6	211	2200	DP	3,8	2,86



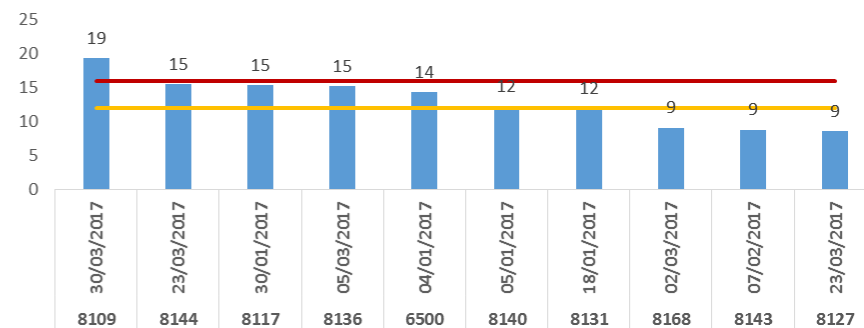
Levantamento dos componentes críticos

Oitavo passo: Levantamento das frequências críticas de cada componente

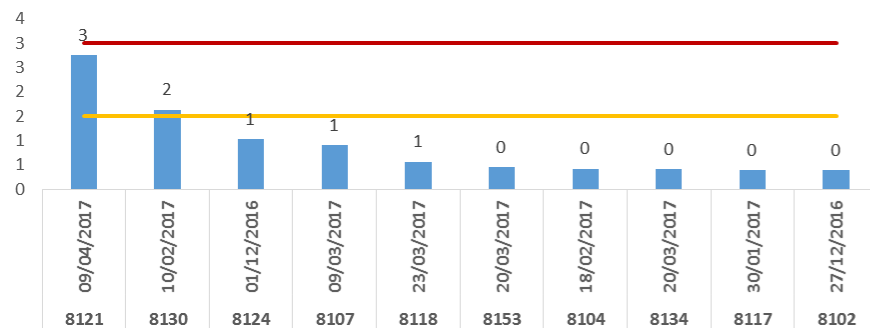
Engrenamento virabrequim



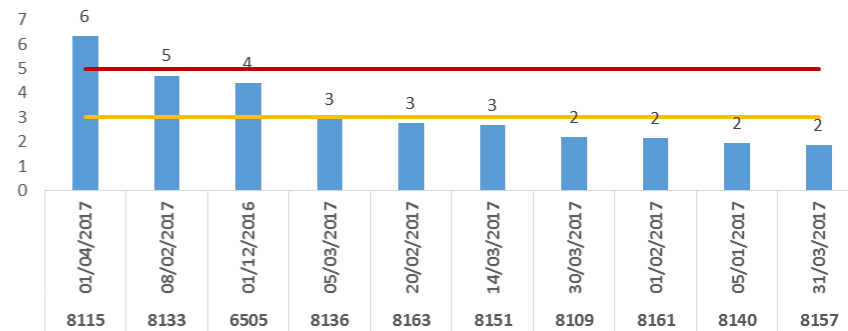
Engrenamento Turbina



Planetaria



Balanceamento



Check da Meta



Mapear 90% das frequências de vibração e realizar o estudo do comportamento normal até dezembro de 2017

Meta
Alcançada

Objetivos específicos

- Mapear as frequências de vibração que representam problemas ✓
- Realizar o estudo do comportamento normal de cada frequência ✓
- Determinar valores de alerta e crítico para cada frequência ✓
- Determinar ações necessárias para intervenção e correção do problema ✓
- Elaborar planilha para cálculos ✓
- Levantar todos os componentes com mesmos princípios de falhas dos reboques ✓

Ganhos

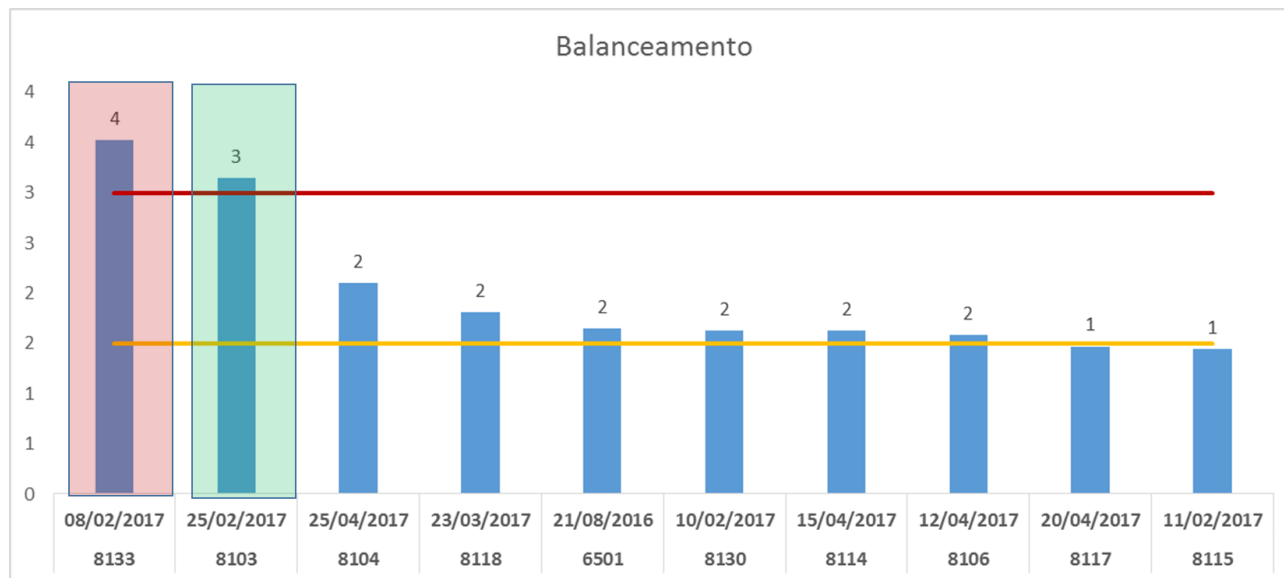
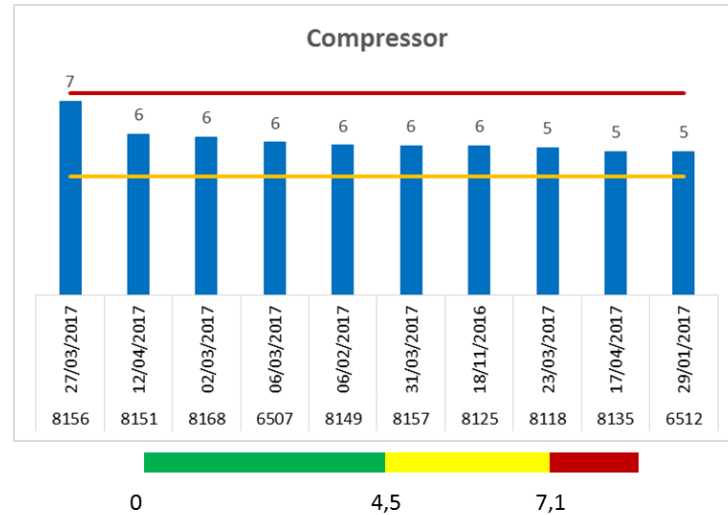
Loco	Data	Local	Trem	Sintoma apresentado	CONJUNTO	CAUSA PRINCIPAL	Últimas preventivas		
8133	01/03	ZUB	C445	Barulho Estranho no Motor Diesel	Compressor	FALHA DE VARIÁVEL INTERNA	IC	REVA	REVB
							18	512	512

ANÁLISE GERAL: Locomotiva 8133 anexada ao trem C445, como comandante do bloco A, com 18 dias de IP, se encontrava em Uberaba (ZUB) quando maquinista informou que a mesma apresentava o sintoma de barulho estranho no motor diesel. Mecânico de UBERABA (ZUB) foi acionado realizando atendimento, onde identificou-se quebra do eixo cardan entre motor diesel e compressor, vindo a danificar o crivo quando ocorreu o choque com o eixo.

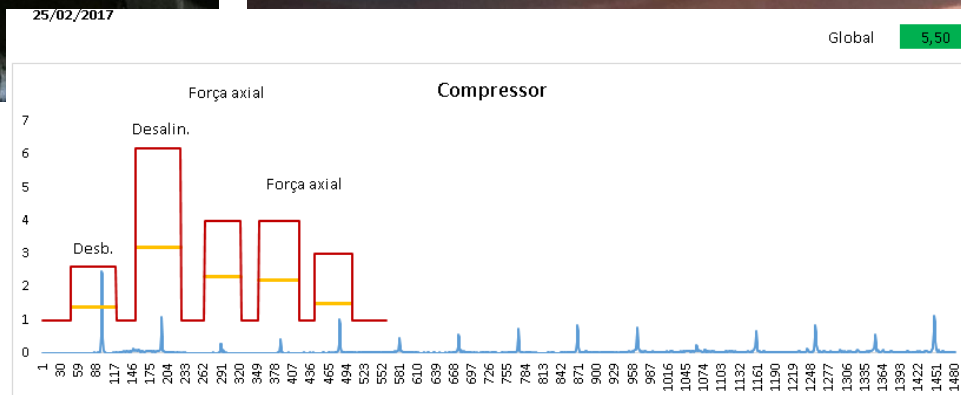
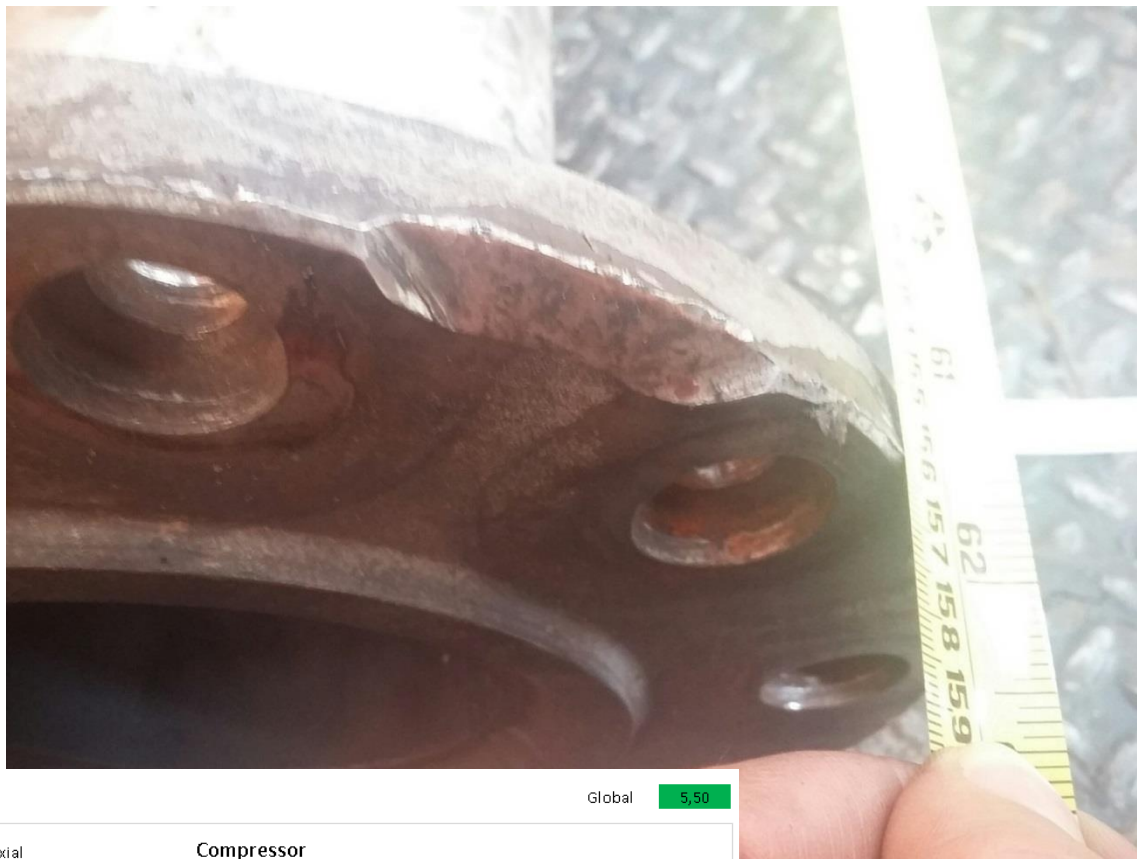
ANÁLISE TÉCNICA		EVIDÊNCIAS		RAF COMPLETA
	Locomotiva apresentou barulho estranho no motor diesel, devido o rompimento do eixo de acoplamento entre o motor diesel e compressor. Entende-se que o rompimento do eixo ocorreu devido desbalanceamento do compressor, com o desbalanceamento do compressor ocorreu a perda de fixação dos contra pesos ocasionando ruptura dos mesmos e do eixo de acoplamento.			

CAUSAS PRINCIPAIS
Método: Falha no monitoramento de frequências específicas que poderia prevenir o modo de falha apresentada.

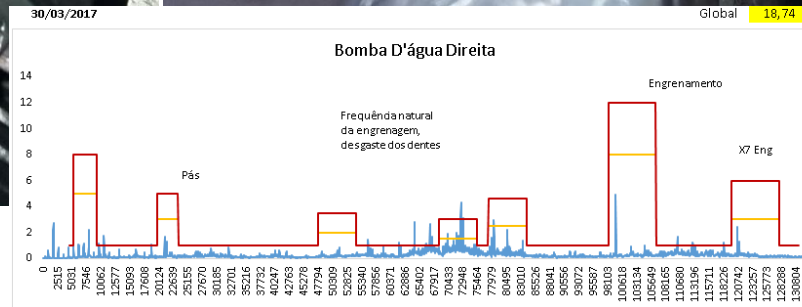
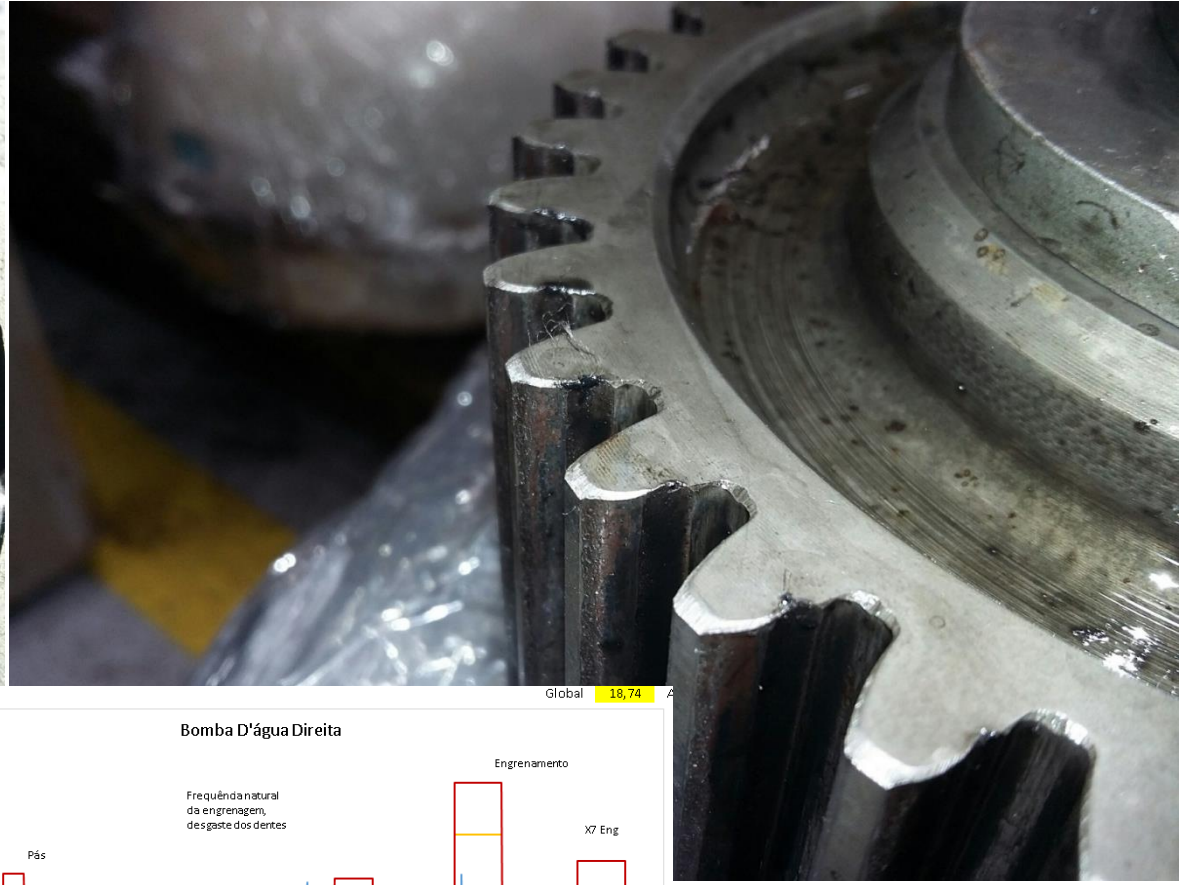
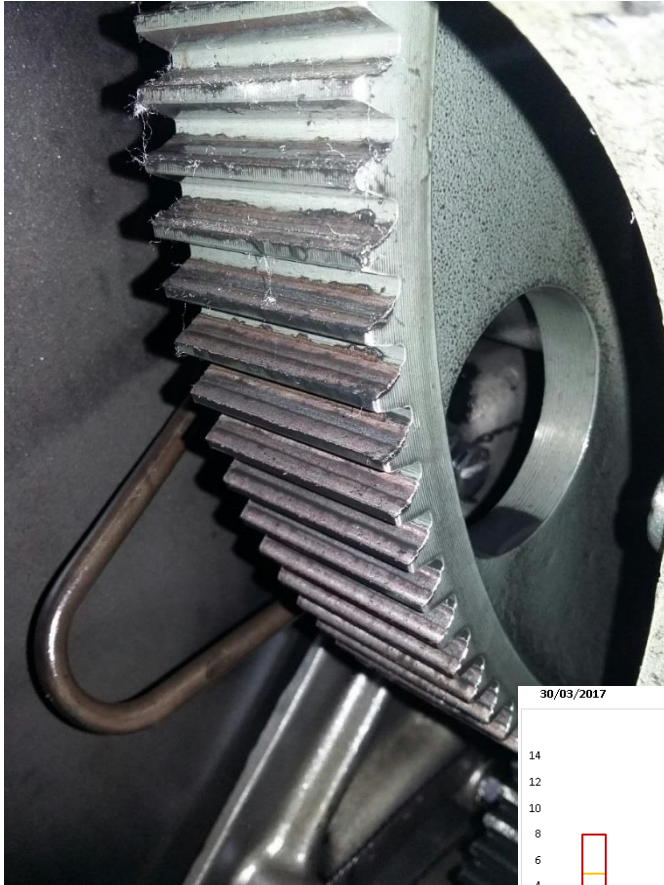
Motivo	Causa	Solução	Dono	Prazo	3G
Método	Falha de monitoramento de frequências específicas que poderia prevenir a falha apresentada.	Inserir análise de frequência isoladas para o desbalanceamento em análise de vibração.	Lucas Magalhães	20/03/2017 No prazo	Inserido análise de frequências isoladas
		Realizar levantamento de locomotiva que podem apresentar possíveis quebras	Lucas Magalhães	20/03/2017 No prazo	Locomotivas identificadas com desbalanceamento entraram no fluxo de locos criticas



Eixo cardam compressor - 8103



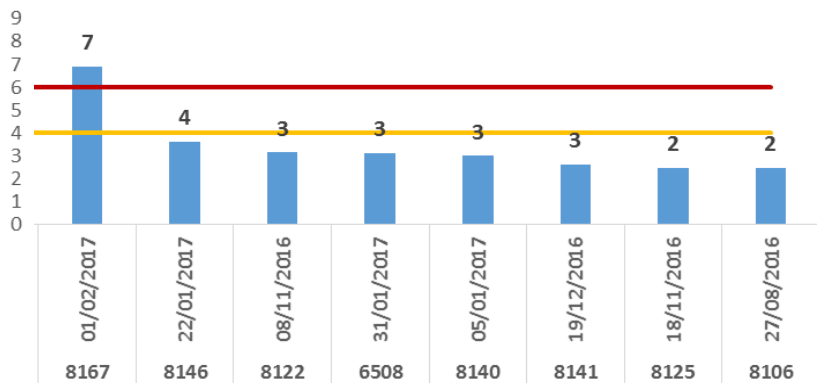
Trem de engrenagens - 8107



PREDITIVA: Examinar Bomba D'Água Direita

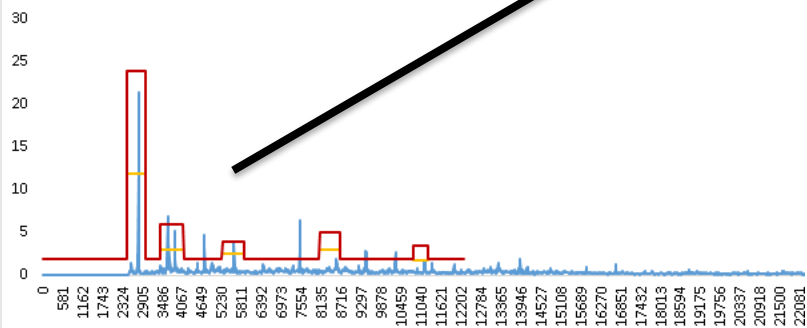
Gerador auxiliar - 8167

Frequência 1,33 X – Empeno do rotor

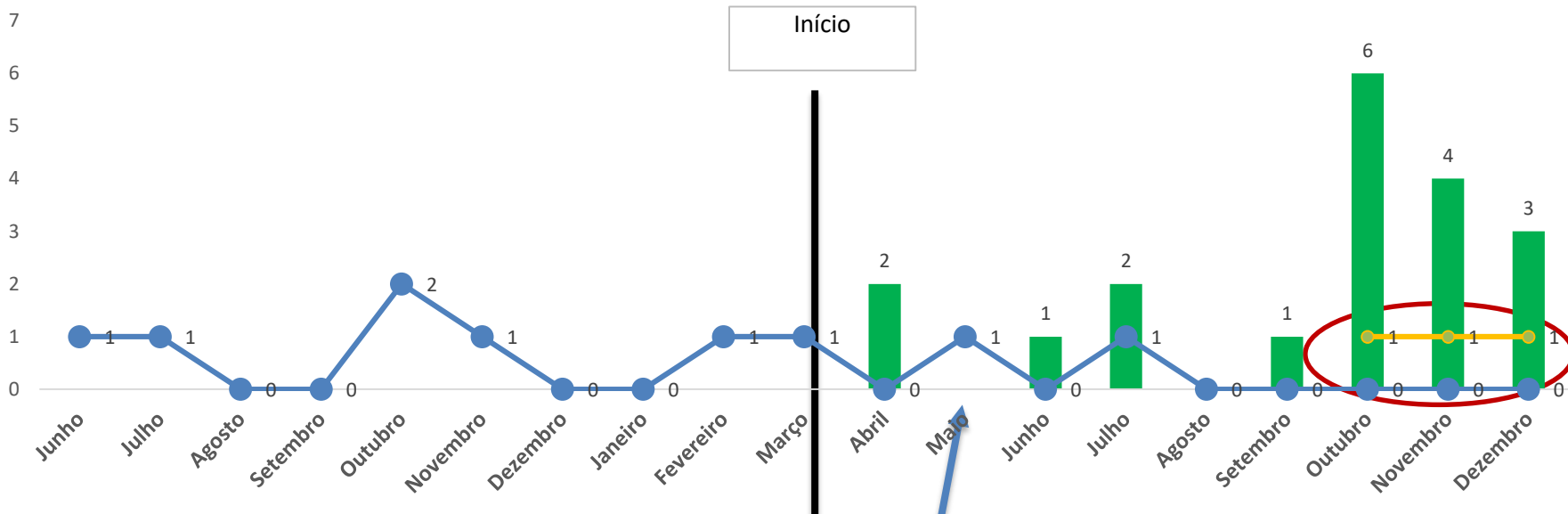


01/02/2017

Gerador Auxiliar



Reboques X Componentes condenados



Condenados: 16

3 Reboques (indicado)

16 Confirmados

MKBF CENTRO SUDESTE – REBOQUE 8161 RAF RESUMO

8161	22005	ZVR	M760	Não mantido ligada	Gerador Auxiliar	Plano de Manutenção de Reparação do Material	IC	REDA	REB
------	-------	-----	------	--------------------	------------------	--	----	------	-----

ANÁLISE TÉCNICA

Componente 8161 a nível do item M760, como componente de tipo A, em 27 de Março de 2017. Uma vez que a máquina não está quando se encontra em funcionamento a nível do item de manutenção de tipo A, não é possível realizar a análise de vibração. O plano de manutenção de tipo A, não é mantido ligada, o que impede a realização da análise de vibração. O plano de manutenção de tipo A, não é mantido ligada, o que impede a realização da análise de vibração.

CAUSAS PRINCIPAIS

Descrição	Causa	Solução	Estado	Prazo	GP
Métda	Falha na tomada de decisão baseada no valor de uma nova frequência.	Realizar acompanhamento de frequência e validar a frequência de manutenção de tipo A.	Luzes	30/05/2017	No prazo

Componente: Gerador Principal | Local: 704 | Corredor: MR

Data da indicação: 09/11/2017 | O.S. Vinculada: 1710286728

Motivo: Desbalançamento

Descrição: Última análise de vibração indica nível crítico para frequência de desbalançamento do GP Substituir Gerador Principal Obs: Realizar nova coleta de vibração após troca do componente

O.S. Encerrada? Sim Não | Data de encerramento da O.S.: 17/11/2017

Retorno da O.S.: Bomba d'água foi

Retorno da O.S.: Foi realizado substituição do componente.

Antes: [Gráfico de vibração]

Depois: [Gráfico de vibração]

Outros Ganhos

Ganhos Intangíveis

- Interfaces entre varia áreas
- Desenvolvimento de processo e produto
- Desenvolvimento profissional

Ganhos Tangíveis

- Redução do tempo de análise/ máquina – 25 min para 5 min
- Tempo destinado para evolução maior
- Custos menores com reparação do componente
- Ganhos em disponibilidade
- Evitar gastos desnecessários com mão de obra
- Ganhos em confiabilidade
- Redução do sucateamento dos componentes
- Otimização do processo



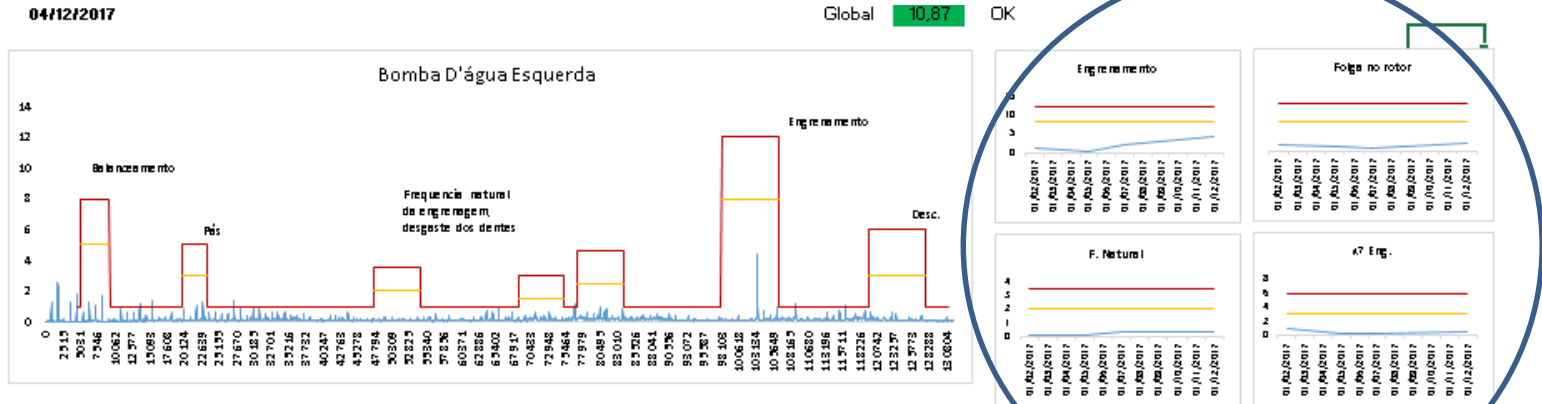
Conclusão

Aprendizados obtidos

- Importância da troca de ideias e informações entre áreas para garantir a assertividade das ações e melhoria continua.

Estudos futuros

- Otimização da vida útil dos componentes críticos



OBRIGADO

Nome: Lucas Corrêa Magalhães

E-mail: lucas.Magalhaes@vli-logistica.com.br