



XXVI CREEM

Congresso Nacional de Estudantes
de Engenharia Mecânica

ILHÉUS/ITABUNA - BAHIA



XXVI Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica,
CREEM 2019
19 a 23 de agosto de 2019, Ilhéus, BA, Brasil

ANÁLISES DE VIBRAÇÃO E TERMOGRÁFICA NA MANUTENÇÃO E CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTOS EM USINA DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

Augusto César Santos Peixoto, augusto-csp@hotmail.com

Wisley Falco Sales, wisley@ufu.br

Felipe Chagas Rodrigues de Souza, felipechagaslepu@gmail.com

¹ Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia – MG

Resumo. A manutenção preditiva se caracteriza-se por possuir custos menores e alta efetividade na melhoria do processo, para sua realização destacam-se duas ferramentas: análise de vibração e análise termográfica. Assim, este trabalho tem como objetivo geral, identificar e avaliar os efeitos das análises citadas no processo de manutenção e na confiabilidade de equipamentos utilizados em uma usina de beneficiamento de sementes. Uma empresa parceira realizou a coleta de dados para a realização das ferramentas preditivas como: análise dos dados de disponibilidade, tempo médio entre falhas (MTBF) e tempo médio de reparo (MTTR) dos equipamentos selecionados. Ao analisar os indicadores de confiabilidade dos equipamentos foi possível enxergar uma melhora considerável no funcionamento dos equipamentos e na assertividade das atividades da manutenção, visto que foram geradas mudanças em rotinas de manutenção para dar continuidade a redução no tempo de parada dos equipamentos. A introdução de uma rotina de análises preditivas trouxe bons resultados melhorando de forma considerável a atuação do time e deixando os equipamentos mais disponíveis a trabalhar, com rendimento e qualidades de alto nível. Foram expostas formas de aproveitar essas oportunidades e continuar o processo de melhoria contínua dos indicadores de confiabilidade e manutenção.

Palavras chave: Manutenção Preditiva. Confiabilidade. Vibração. Termografia. Disponibilidade.

1. INTRODUÇÃO

A manutenção preditiva é o tipo de manutenção que trabalha baseada na condição que o equipamento apresenta durante o período de operação. Partindo para uma definição literária, é a manutenção que realiza acompanhamento de variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, visando definir o instante correto da intervenção, com o máximo de aproveitamento do ativo (Otani e Machado, 2008).

As principais técnicas de manutenção preditiva podem ser classificadas como END (ensaio não destrutivo), afinal nada é destruído na máquina para realização das medições. Na Tab. 1 apresentam-se as principais técnicas, algumas delas necessitam do equipamento fora de operação para ser realizado, porém isso não invalida a característica preditiva delas, pois são técnicas de monitoramento que podem ser programadas e ajustadas a necessidade de operação da indústria.

Tabela 1. Principais Técnicas de Manutenção Preditiva (Kardec et al., 2002)

Radiações ionizantes Raios X Gama grafia	Energia acústica Ultra-som, emissão acústica
Energia eletromagnética Partículas magnéticas Correntes parasíticas	Fenômenos de viscosidade (Líquidos penetrantes)
Inspeção visual Endoscopia ou boros copia Detecção de vazamentos	Análise de vibrações Nível global, espectro de vibrações Pulso de choque
Análise de óleos lubrificantes ou isolantes Viscosidade, número de neutralização acidez ou basicidade, teor de água insolúvel, contagem de partículas metais por espectrometria por infravermelha cromatografia gasosa, tensão interfacial, rigidez dielétrica, ponto de fulgor	Análise de temperatura – termometria Termometria convencional Indicadores de temperatura Prometria de Radiação Termografia

Ferrografia Ferrografia quantitativa Ferrografia analítica	Verificação de geometria Metrologia convencional Alinhamento de máquinas rotativas
Ensaios elétricos Corrente, tensão, isolamento perdas dielétricas, rigidez dielétrica, espectro de corrente ou tensão	Forças Célula de carga teste de pressão, teste hidroestático, teste de vácuo, detecção de trincas.

Tal tipo de abordagem se baseia em variáveis críticas cujos limites são previamente definidos, quando as leituras ou a projeção por modelos se aproximam destes limites, uma intervenção de manutenção deve ser planejada, de modo a controlar a falha iminente (Garg e Deshmukh, 2006). A detecção antecipada de uma anomalia permite um diagnóstico precoce da falha, possibilitando a execução de um plano de ações corretivas, no momento e na intensidade adequados ao tipo de falha (Toazza e Sellito, 2015).

Neste tipo de manutenção privilegia-se a disponibilidade, pois os dados e parâmetros, que buscam prever quando será a falha ou parada emergencial do equipamento, são obtidos com o equipamento em funcionamento, ou seja, gera redução nas paradas para manutenção/diagnóstico aumentando produtividade do equipamento.

O objetivo da manutenção preditiva não é eliminar os níveis de manutenção preventiva ou corretiva, mas minimizá-los de forma prática e objetiva, por meio do acompanhamento e monitoramento de parâmetros, com uso de instrumentação adequada.

Pode-se classificar as técnicas de manutenção preditiva pela grandeza medida – vibração, temperatura, corrente elétrica, etc., ou pelo defeito – vazamento, pitting, corrosão, baixo isolamento, etc. Poderia ainda classifica-las pela aplicabilidade –caixas de engrenagem, sistemas hidráulicos, máquinas elétricas, etc. Apenas para efeito de estudo, a tabela acima classifica as técnicas mais importantes em famílias de especialização.

Segundo a NBR-5462, confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo. Ou seja, confiabilidade de um equipamento representa a capacidade do mesmo de desempenhar a sua função especificada no projeto, de acordo com as condições de operação especificadas, em um intervalo específico de tempo, é essencial que a confiabilidade esteja atrelada uma medida de tempo.

As definições de disponibilidade e manutenibilidade são essenciais para que não se cometa erro conceitual, portanto recorrendo novamente à NBR-5462 temos as seguintes compreensões:

- Disponibilidade: é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.
- Manutenibilidade: é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.

Em resumo, disponibilidade é um indicador reativo, retrata o que aconteceu no passado. Manutenibilidade é a “facilidade” que uma equipe encontra para executar a manutenção de um determinado equipamento. E confiabilidade está ligado ao futuro, é uma projeção probabilística que aponta as chances de o equipamento funcionar perfeitamente em um determinado espaço de tempo.

A confiabilidade de um equipamento pode ser medida por indicadores, inclusive o sucesso ou fracasso da hipótese desse trabalho tem como métrica alguns indicadores de confiabilidade, são eles: MTBF e MTTR

MTBF (*Mean Time Between Failures*) é uma sigla que significa tempo médio entre falhas. Em outras palavras, é a média dos entre o fim de uma falha e o início de outra em equipamentos reparáveis. Este indicador tem o objetivo de determinar a média dos tempos de funcionamento de cada item reparável entre uma falha e outra, auxiliando assim o planejamento de uma intervenção prévia a falha para evitar que a mesma ocorra.

Para o cálculo do MTBF, dado pela Eq. (1), é necessário fazer um somatório de o tempo que a máquina ficou em operação, subtrair pelo tempo de máquina parada e dividir o resultado dessa subtração pelo número de falhas.

$$MTBF = \frac{\text{Tempo Total de Operação (TOPT)} - \text{Tempo de Máquina Parada}}{\text{Número de Falhas (N)}} \quad (1)$$

O MTTR (*Mean Time To Repair*) é conhecido como tempo médio para o reparo, ele representa a média aritmética dos tempos de reparo de um sistema, de um equipamento ou de um item. Segundo Gil Branco Filho, autor do livro Índice e Indicadores de Manutenção, “é a probabilidade que o item seja colocado de volta a trabalhar ou executar sua função. Isso tem a ver com treinamento igual para todos os executantes, ferramentas iguais, treinamento, instalações, etc.”.

Como dito anteriormente, o MTTR representa uma média, o indicador aponta a média dos tempos que uma equipe de manutenção leva para repor a máquina em condições de operar desde a falha até a conclusão do reparo e aprovação

no teste de operação, o que configura a conclusão na ordem de serviço da manutenção, calcula-se esse índice através da Eq. (2).

$$MTTR = \frac{\text{Total trabalhado nas ordens de Serviço (TH)}}{\text{Número de ordens de Serviço (NO)}} \quad (2)$$

Segundo a literatura, existem 5 fatores chave que influenciam no aumento do MTTR de uma planta industrial, são eles: atraso na comunicação da falha; perda de tempo no almoxarifado ou na busca de ferramentas; deslocamento longo até o local; falta de conhecimento técnico para realizar a manutenção; falta de ferramentas adequadas para atividade.

Uma das formas de determinar a disponibilidade de um equipamento é através dos indicadores citados acima. Conforme definido anteriormente, disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função quando solicitado pelo time de operação/produção. A fórmula de cálculo da disponibilidade utilizando os indicadores MTBR e MTTR é dada pela Eq. (3).

$$DISP = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (3)$$

Segundo Kardec e Nascif (2009) existe uma metodologia chamada Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) que estuda um equipamento ou sistema em detalhes, analisa como ele pode falhar e define a melhor forma de fazer manutenção de modo a prevenir a falha ou minimizar as perdas decorrentes das falhas, desse modo, é uma ferramenta de suporte à decisão gerencial.

Acrescentando a isso, Souza e Lima (2003), afirmam que a MCC identifica e mensura a confiabilidade de um sistema (equipamento, máquinas e processos) e, de maneira científica, propõe meios para aumentar essa confiabilidade.

O objetivo dessa nova abordagem é redirecionar a manutenção, seja de um equipamento específico ou da planta industrial como um todo, de forma que a própria empresa determine grau de complexidade e o nível de serviço que considera aceitável, tendo como parâmetros especificações do projeto, custo/benefício, impacto de falhas, etc. Concluindo, a abordagem visa a utilização máxima dos recursos disponíveis, desde que viáveis, para garantir a confiabilidade de operação.

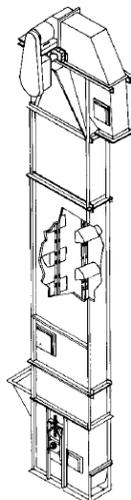
2. METODOLOGIA

A empresa onde realizou-se esse trabalho é uma Usina de Beneficiamento de Semente (UBS) localizada no município de Cachoeira Dourada, Minas Gerais, que tem o foco em sementes de milho. Para a realização do estudo de caso foram selecionados dois equipamentos para tomarmos como referência da melhoria de confiabilidade da planta como um todo, o critério de seleção foi a quantidade de falhas apresentada pelo equipamento no ano fiscal de 2016. Assim selecionou-se: o elevador de canecas de repasse M1-331 e o cyclofan CF930.

O transportador denominado elevador de canecas ou caçambas, mostrado na fig. 1, é um equipamento que tem a finalidade de elevar materiais granulados a uma altura suficiente para despejá-los em algum ponto pré-determinado através das calhas ou tubulações (Kepler, 2004).

Os elevadores de canecas são considerados os melhores meios de transportes verticais de material a granel, pois, conseguem efetuar esses transportes verticais com eficiência e economia de custo e espaço físico.

Figura 1. Modelo de elevador de canecas (Solutec Industrial, 2019)



O cyclofan, como mostrado na fig.2, é um equipamento da fabricante dinamarquesa Cimbria, ele é resultado da combinação de um ventilador e um altamente eficiente separador mecânico de pó. A efetividade da separação das partículas de poeira é baseada na força centrífuga de uma corrente de ar giratória, que é obtida por um impulsor especialmente desenhado e aumentada por pás guias presentes no equipamento.

A combinação de um poderoso exaustor com um miniciclone de alta performance resulta na melhor performance de aspiração de pó do mercado, com reduzido consumo de energia.

Figura 2. Cycloflan modelo CF 615 (Catálogo Cimbria, 2019)



Primeiramente foram obtidos os dados com a empresa para cálculo da disponibilidade, MTBF e MTTR do AN16 (Ano Fiscal 16), pois seriam nossos valores iniciais e o padrão de comparação que mostraria se inserção da rotina de preditivas foi efetiva ou não. Os indicadores de confiabilidade foram calculados usando o software Microsoft Excel.

As inspeções preditivas foram realizadas pela empresa MLB Industrial, sediada em Santa Helena de Goiás, de forma periódica durante o período das safras INV17 (inverno 17), VER17 (verão 17). Tal empresa ficou responsável pela coleta e análise dos dados de vibração e termografia e por fornecer os relatórios com gráficos, imagens e sugestão de tipo e periodicidade de intervenção.

O autor deste trabalho em conjunto com a equipe de manutenção da planta, composta por um engenheiro de manutenção e dois especialistas, ficou responsável pela análise dos relatórios, por programar as intervenções nos equipamentos com a equipe de mecânicos e por analisar os dados ao final da safra em busca de comprovar a efetividade.

Os dados obtidos ao longo do ano fiscal AN17 foram obtidos do sistema de gerenciamento SAP e analisados utilizando uma ferramenta construída no Excel, ferramenta esta que compila os dados de cada mês e fornece os indicadores MTBF, MTTR e disponibilidade. O software SAP é utilizado pela equipe para armazenar ordens de serviço, solicitações de manutenção feitas pela manutenção, além da gestão de compras e reserva de produtos em almoxarifado.

As análises de vibração foram feitas com medições de aceleração e velocidade através de um acelerômetro posicionado junto aos mancais das máquinas. Os dados registrados serão adquiridos no coletor e transferidos para um computador, sendo emitidos os resultados através do software. Os materiais utilizados foram coletor e analisador de vibrações VIB 100 séries, versão profissional, acelerômetro RH 103, software SIGPRED – software de pós-processamento, gerenciamento e banco de dados das análises de vibrações.

A inspeção termográfica realizada na UBS foi do tipo passiva, essa metodologia consiste na utilização de uma câmera capaz de detectar a radiação eletromagnética, gerada pela temperatura da máquina, e transforma-la em uma imagem térmica que apresenta a distribuição de temperaturas em uma dada superfície. A câmera escolhida para realização da inspeção foi a câmera da marca Flir modelo E30, fig. 3, modelo com resolução de 160 x 120 IR pixel que possibilita 25.600 medições de temperatura por imagem, além de possuir uma faixa nominal de temperatura -20 °C a 250 °C com uma sensibilidade térmica menor que 0,1 °C.

Figura 3. Câmera termográfica Flir E30 e exemplo de imagem térmica (Flir, 2019)



Na próxima sessão serão apresentados os dados dos equipamentos no AN16, que será a referência para a análise da evolução dos indicadores ao longo do AN 17, as intervenções realizadas e a discussão se a implementação das análises preditivas foi realmente efetiva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo serão apresentadas as tabelas com os indicadores de manutenção nos que servem para os efeitos das análises preditivas na rotina de manutenção. O MTBF e o MTTR são indicadores calculados em horas e a disponibilidade está em porcentagem.

3.1 ANO FISCAL 2016

O ano fiscal de 2016, que correu de setembro de 2015 a agosto de 2016, foi selecionado como ponto de partida pois foi um ano com um aumento na quantidade de downtimes (falhas) e de tempo de necessário para recolocar os equipamentos em pleno funcionamento.

Após a análise dos dados do AN16 chegou-se à conclusão que era necessário iniciar uma abordagem preditiva com o objetivo de melhorar a quantidade de horas de produção e a assertividade do trabalho da manutenção. Pensando na abordagem preditiva e nas paradas do ano fiscal de 2016, foram selecionados para análise equipamentos que possibilitam a análise preditiva, são críticos para o processo e estão entre os que mais falharam no AN16. As tabelas 2 e 3 mostram os indicadores de confiabilidade do elevador de repasse M1-331 e cyclofan CF930, respectivamente. Tais resultados foram usados como padrão de comparação com o ano seguinte 2017.

Tabela 2. Indicadores de Confiabilidade Elevador de Repasse M1-331 no AN16

2016												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	2,00	1,00	-	1,00	4,00	6,00	-	1,00	3,00	4,00	3,00	8,00
Tempo Downtime	10,00	4,00	-	1,00	6,00	18,00	-	8,00	5,00	6,50	6,00	12,10
Tempo Disponível	0,0	0,0	17,6	408,0	392,0	152,0	0,0	0,0	164,0	392,0	392,0	392,0

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N
67,66667	2309,6	76,6	33

MTTR	TH	NO
2,321212	76,6	33

Disponibilidade
96,68%

Tabela 3. Indicadores de Confiabilidade Cyclofan CF930 no AN16

2016												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	-	1	1	-	1	2	-	1	3	1	3	5
Tempo Downtime	-	8	3	-	13,17	11,33	-	3	12	2	6	10
Tempo Disponível	416,5	0,0	105,6	408,0	442,0	576,0	440,0	280,0	112,0	392,0	392,0	392,0

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N
215,975	3956,1	68,5	18

MTTR	TH	NO
3,805556	68,5	18

Disponibilidade
98,27%

3.2 ANO FISCAL 2017 – ELEVADOR DE REPASSE M1-331

O elevador de repasse M1-331 está situado na área de recebimento das cargas de milho, do ano de 2016 para 2017 esta área apresentou um aumento na demanda operacional. Como mostrado na tab. 4 em comparação com a tab. 2, aconteceu um aumento de tempo de operação total de 52%. Porém nesse caso, podemos enxergar que houve uma redução no tempo de máquina parada.

Tabela 2. Indicadores de Confiabilidade Elevador de Repasse M1-331 no AN17

2017												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	3,00	3,00	-	2,00	3,00	-	4,00	-	-	1,00	-	2,00
Tempo Downtime	22,00	18,00	-	3,50	6,00	-	20,70	-	-	1,00	-	2,00
Tempo Disponível	352,00	0,00	0,00	648,00	624,00	0,00	0,00	0,00	288,00	648,00	528,00	432,00

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N	MTTR	TH	NO	Disponibilidade
191,4889	3520,0	73,2	18	4,066667	73,2	18	97,92%

Olhando agora para os indicadores de confiabilidade, houve um aumento expressivo no tempo médio entre falhas (282%), melhora da disponibilidade de mais de 1%. O tempo médio de reparo aumentou, mas isso se justifica devido a assertividade das análises preditivas, que gerou uma menor quantidade de paradas elevando a média, e as ordens de fabricação de melhorias que exigem um certo tempo do equipamento parado.

Ficou como oportunidade para o FY18 focar na prevenção e diagnóstico de futuros downtimes, além de ações para aumentar a eficiência operacional do time da manutenção durante a execução de reparos e melhorias nos equipamentos.

Na busca de melhorar os indicadores durante o FY17, foram realizadas medições e avaliações preditivas nas datas janeiro/17, junho/17 e agosto/17, dessas medições não foram encontrados alarmes, mas ainda assim foi mantida a rotina de inspeções.

3.3 ANO FISCAL 2017 – CYCLOFAN CF930

A partir da Tab.4, no comparativo entre os AN16 e o AN17 houve um aumento no tempo de máquina parada, porém se olharmos que o tempo de operação do Cyclofan aumentou em quase 60% e esse aumento não foi acompanhado por um grande aumento no tempo parado (aumento de apenas 4,5%), pode-se ver a efetividade do diagnóstico preditivo.

Tabela 4. Indicadores de Confiabilidade Cyclofan CF930 no AN17

2017												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	1,00	-	2,00	-	-	3,00	-	-	3,00	7,00	2,00	-
Tempo Downtime	8,00	-	11,00	-	-	6,00	-	-	15,00	25,60	6,00	-
Tempo Disponível	352,0	540,0	480,0	648,0	624,0	552,0	648,0	552,0	624,0	600,0	673,0	3,0

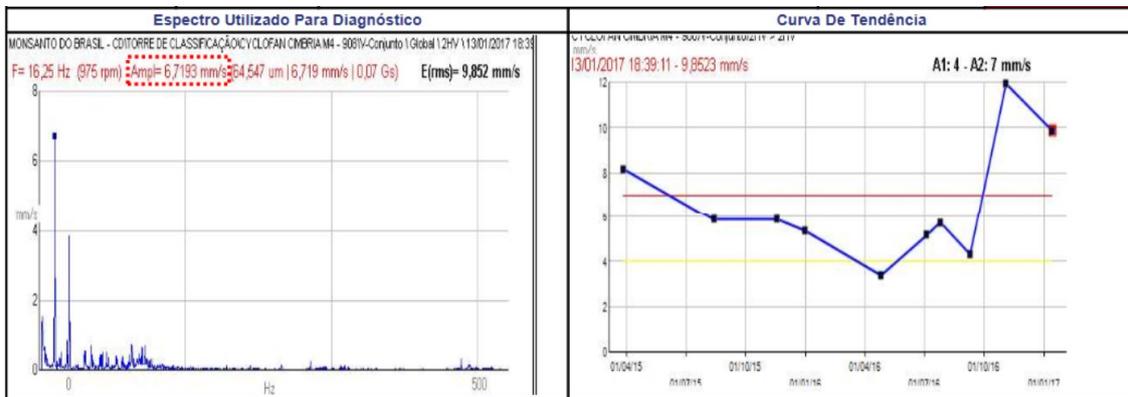
MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N	MTTR	TH	NO	Disponibilidade
345,8	6296,0	71,6	18	3,977778	71,6	18	98,86%

No que reflete aos indicadores de confiabilidade, houve um enorme aumento no tempo médio entre as falhas (mais de 100 horas), uma melhora na disponibilidade, considerando que existia pouco espaço para crescimento, e quanto ao tempo médio de reparo podemos um pequeno acréscimo, mas já era esperado pois ocorreu um crescimento considerável do tempo de operação.

Na busca de melhorar os indicadores durante o FY17, foram realizadas medições e avaliações preditivas nas datas de janeiro/17, junho/17 e agosto/17, dessas medições saíram os seguintes problemas:

- Desbalanceamento do rotor do cyclofan CF930 (jan/17)

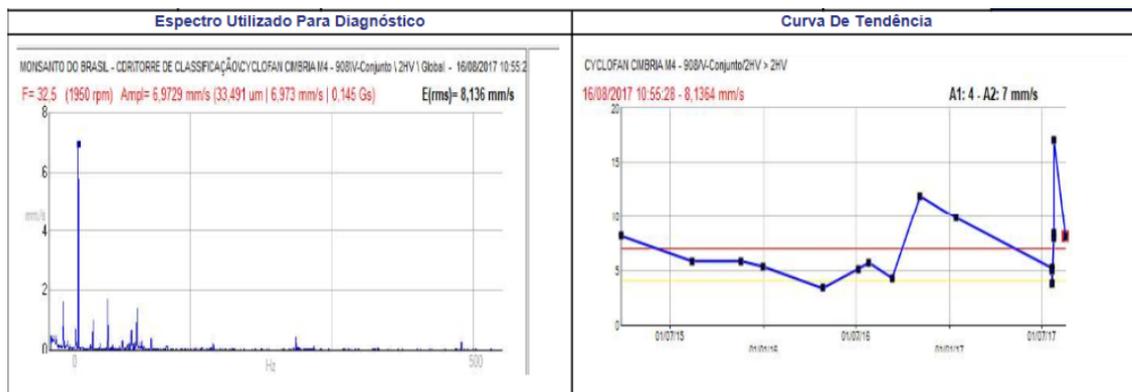
Figura 4. Espectro de análise de vibração



Rotor do cyclofan CF930 apresentou amplitude de 6,7193 mm/s e velocidade de vibração de 9,852 mm/s, passando a amplitude superior de 7 mm/s o coloca em uma faixa caracterizada por possuir vibrações o suficiente para causar danos severos a máquina, portanto apresentou alarme vermelho no relatório com um diagnóstico de desbalanceamento.

- Desalinhamento entre polias do motor (ago/17)

Figura 4. Espectro de análise de vibração



Ao analisar os pontos do motor, foi constada amplitude de 6,9729 mm/s com velocidade de vibração de 8,1354 mm/s, passando a amplitude superior de 7 mm/s, o que o coloca na zona D, zona caracterizada por possuir vibrações o suficiente para causar danos severos a máquina, portanto apresentou alarme vermelho no relatório com um diagnóstico de desalinhamento entre as polias.

Que foram acompanhados das seguintes ações:

- Correção do desbalanceamento (jan/17).
- Verificação do estado das polias e das correias e depois corrigido o desalinhamento (ago/17).

3. CONCLUSÕES

Com o fechamento desse trabalho, foi possível estabelecer as seguintes conclusões:

- A importância da implementação de uma rotina análises preditivas, auxiliando a Manutenção a atingir seus objetivos e atuar de forma eficiente, como área suporte a Produção, gerando evolução na confiabilidade, eficiência e controle de custos do processo produtivo.
- Avaliar, utilizando alguns equipamentos como amostragem, que ao aplicar a rotina de análises preditivas, foram diagnosticadas futuras falhas e as intervenções sobre elas contribuíram para, mesmo com um aumento na demanda de operação dos equipamentos, uma maior porcentagem de tempo disponível e com reduções nos tempos de reparos sobre as causas raiz das falhas e na frequência de situação de parada de processos ou equipamentos, o que implica em melhorias na assertividade da manutenção e na confiabilidade.

- Enxergar oportunidades no processo, pois após a conclusão da análise dos indicadores foi percebido um aumento no MTTR do elevador de canecas M4-506 e uma redução no MTBF do Cyclofan, está causada por um acréscimo no número de inspeções planejadas pela equipe de manutenção. Para seguir no conceito de melhoria contínua, fica como recomendação a realização de análises de falhas (utilizando métodos como o Diagrama de Ishikawa, FMEA, etc.) e análise dos 5 fatores que geram aumento no MTTR apresentados na revisão teórica.

4. REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-5462: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- Branco Filho, G. (2006). Indicadores e índices de manutenção. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 148.
- Catálogo Cimbria, Cyclofan Modelo CF 615; Disponível em < http://www.cimbria.com/Files/Images/Brochurer_filer/Fan_Range_GB_web.pdf> Acessado em 06 de jul. 2019.
- Garg, A. e Deshmukh, S. G. (2006) "Maintenance management: literature review and directions", Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 12 No. 3, pp. 205-238
- Kardec, A.; Nascif, J.; Baroni, T. Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas. Editora Quality Mark, Rio de Janeiro, 2002. Coleção Manutenção, Abramam.
- Kardec, A.; Nascif, J. Manutenção: função estratégica. 3.ed. Rio de Janeiro, 2009. Editora Qualitymark. 384 p.
- Kepler, W. Manual de Utilização de Transportadores, 2004.
- Otani, M. e Machado, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão de manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. Revista Gestão Industrial. v. 04, 2008.
- Solutec Industrial, Elevador de Canecas. Disponível em <<https://www.solutecindustrial.com.br/informacoes/elevador-de-canecas/>> Acessado em 06 de jul. 2019.
- Souza, S. S.; Lima, C. R. C. Manutenção Centrada em Confiabilidade como ferramenta estratégica. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003, Ouro Preto – MG.
- Toazza, G. F. e Sellito, M. A. Estratégia de Manutenção Preditiva no Departamento Gráfico de uma Empresa do Ramo Fumageiro. Revista Produção Online. V.15, n.3, 2015.

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.