

MANUTENÇÃO PREDITIVA EM EQUIPAMENTO DE ALTA CRITICIDADE: CENTRIFUGA DE LEVEDO HFB 130 S31.

Noel Antonio Moreira (UTFPR) noel.moreira@biorigin.net

José Luiz Dalto (UTFPR) josedalto@utfpr.edu.br

Bianca Oliveira Spolaor (UTFPR) bianca.spolaor@biorigin.net

Tiago Lopes (UTFPR) Tiago.lopes@biorigin.net

Resumo: Este estudo tem como objetivo mostrar que por meio de uma manutenção preditiva do equipamento, o tempo de vida útil dos componentes será maior e também as condições para que esse tempo seja aproveitado o máximo possível sem que haja paradas não programadas da produção evitando prejuízos e indicando as condições reais de funcionamento do equipamento. Com uma manutenção preditiva bem-feita, na qual se monitora o estado do equipamento, elimina-se desmontagens desnecessárias para inspeção, impedindo o aumento de danos, aumentando o grau de confiança no desempenho dele ou mesmo na linha de produção e reduz-se o trabalho de emergência não planejado, trazendo benefícios extraordinários, evitando custos alto e além disto, mantendo a disponibilidade do equipamento o máximo possível. Os métodos utilizados para coleta de dados são a inspeção visual, análise de óleo, análise de vibrações, análise de ruídos e análise termográfica, feitos periodicamente. Foi analisado a CENTRIFUGA DE LEVEDO HFB 130 S31, um equipamento de alta criticidade, na qual a disponibilidade tem que ser praticamente 100%, com a função de separar a parede do núcleo da levedura, onde o núcleo é destinado para alimento humano (Food) e a parede destinado para alimento animal (Feed). Assim conclui-se que na implementação de um sistema de manutenção preditiva, haverá um investimento inicial em equipamentos de análise e monitoramento, assim como na capacitação de mão de obra especializada, que ao longo do tempo se reverterá na melhoria dos índices de disponibilidade e prolongamento da vida útil dos equipamentos.

Palavras chave: Confiabilidade. Centrifuga HFB 130. Manutenção preditiva. Vida útil.

PREDICTIVE MAINTENANCE IN HIGH CRITICITY EQUIPMENT: LEVEDO HFB 130 CENTRIFUG S31.

Abstract: This study aims to show that through predictive maintenance of the equipment, the lifetime of the components will be longer and also the conditions to make the most of this time without unscheduled production stops avoiding losses and indicating the actual operating conditions of the equipment. Well-done predictive maintenance, which monitors the condition of the equipment, eliminates unnecessary disassembly for inspection, prevents further damage, increases confidence in its performance or even on the production line and reduces unplanned emergency work, bringing extraordinary benefits, avoiding high costs and furthermore, maintaining equipment availability as much as possible. The methods used for data collection are periodic visual inspection, oil analysis, vibration analysis, noise analysis and thermographic analysis. The HFB 130 S31 LEVEDO CENTRIFUGA was analyzed, a high criticality equipment in which availability has to be practically 100%, with the function of separating the wall from the yeast nucleus, where the nucleus is destined for human food (Food). and the wall intended for animal feed (Feed). Thus, it is concluded that in the implementation of a predictive maintenance system, there will be an initial investment in analysis and monitoring equipment, as well as in the training of specialized labor, which over time will revert in improving availability and extension rates. equipment life.

Key-words: Reliability. HFB 130 S31 Centrifuge. Predictive Maintenance. Lifespan

1. Introdução

Devido à grande competitividade e a busca pela melhoria contínua no ramo industrial, as indústrias estão investindo cada vez mais em equipamentos de última geração, o que por sua vez, vão se tornando mais complexos e conseqüentemente mais caros. Porém quando algum destes equipamentos vem a falhar o prejuízo é enorme, pois terá que realizar uma manutenção corretiva do equipamento o que gera altos custos por paradas não programadas e substituição de componentes danificados, e esses custos corresponde a parte principal de todos os custos operacionais da planta, o que afeta diretamente no custo dos bens produzidos, mas para que possamos reduzir esses números assustadores temos recursos e ferramentas que possam ser utilizados para que esses equipamentos não venham a falhar e principalmente a quebrar.

Neste estudo será falado da importância da manutenção preditiva e os métodos utilizados em um equipamento de alta criticidade, centrífuga de levedo HFB 130 S31, que a partir daqui trataremos como separador, no qual a disponibilidade do mesmo tem que ser 100%. Esse equipamento tem como função separar a mistura de líquidos ou para eliminar as matérias sólidas dos líquidos. Segundo o manual do fabricante GEA (2019) dentro do tambor rotativo é gerado altas forças centrífugas, e sob a ação dessas forças os componentes com maior densidade deslocam-se para a extremidade do tambor e os de menores densidade deslocam-se em direção ao centro do tambor. As altas forças centrífugas são obtidas por elevadas rotações do tambor no qual um regime de rotação elevado significa, por um lado, alto rendimento e, por outro lado, também um elevado esforço do material do separador. Na disposição do separador a rotação do tambor é uma grandeza importante. A rotação máxima do tambor depende das características físico-químicas do produto a centrifugar, essas características são: temperaturas do produto, viscosidade dos componentes líquidos e espessos e a agressividade relativamente à corrosão e erosão. Ao saber está grandeza é determinada a rotação do tambor. E pelo motivo do equipamento trabalhar em altas rotações, o desgaste de seus componentes são maiores.

Na manutenção preditiva o principal objetivo é de monitorar o equipamento e seus componentes, aproveitando o máximo da vida útil de seus componentes sem que haja desmontagem para inspeção. Os métodos utilizados para realizar o monitoramento são: inspeção visual, análise de óleo, análise de vibração, análise de ruídos e análise termográfica. Porém os equipamentos de monitoramento são de elevado custo no mercado no qual haverá de investir na compra dos mesmos e também investir na capacitação da mão de obra que irá o aproveitamento do ativo (OTANI; MACHADO, 2008).

Segundo Almeida (2000, p. 4): “[...] trata-se de um meio de se melhorar a produtividade, a qualidade do produto, o lucro, e a efetividade global de nossas plantas industriais de manufatura e de produção”. A manutenção preditiva não é apenas monitoramento e análises ou qualquer das outras técnicas de teste não destrutivo, a manutenção preditiva é um estudo ou atitude que usa a condição operacional real do equipamento e para otimizar a operação total da planta industrial.

De acordo com Kardec e Nascif (2009, p. 11) “À atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de

uma parada de produção não planejada.” parar o equipamento e realizar a leitura fornecendo os resultados obtidos.

2. Referencial Teórico

2.1 Manutenção Preditiva

A Manutenção Preditiva é uma metodologia na qual a manutenção baseia-se no estado do equipamento. O acompanhamento das máquinas é feito periodicamente por meio de inspeções e monitoramento em campo. O objetivo principal da manutenção preditiva é de antecipar eventuais problemas que possa causar gastos elevados com manutenção corretiva e custos por falta da disponibilidade do equipamento.

Kardec e Nascif (2009, p. 23) fala que a manutenção é feita para “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados”.

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; MACHADO, 2008).

Segundo Almeida (2000, p. 4): “[...] trata-se de um meio de se melhorar a produtividade, a qualidade do produto, o lucro, e a efetividade global de nossas plantas industriais de manufatura e de produção”. A manutenção preditiva não é apenas monitoramento e análises ou qualquer das outras técnicas de teste não destrutivo, a manutenção preditiva é um estudo ou atitude que usa a condição operacional real do equipamento e para otimizar a operação total da planta industrial.

De acordo com Kardec e Nascif (2009, p. 11) “À atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada.”

3. Métodos de Monitoramento

3.1 Inspeção Visual

Inspeção Visual é a técnica mais simples da manutenção preditiva, e de menor custo. Depende apenas de uma pessoa que consiga compreender quando está com alguma avaria no equipamento. Por ser fácil e de baixo custo, essa inspeção é utilizada em todos processos da indústria. Nesse caso, utilizada para verificar nível de óleo, pintura, trincas, limpeza ou alguma anormalidade provocada pelo trabalho.

Caso haja alguma dessas avarias, é registrado em um documento no qual é feito o controle do estado do equipamento.

Como na figura 1 podemos ver como é preenchido os campos do documento.

PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO

VERIFICAR ITENS ABAIXO:

- 10.1 - NÍVEL DE ÓLEO: () CONFORME () Ñ CONFORME
10.2 - RECIRCULAÇÃO DE ÓLEO: () CONFORME () Ñ CONFORME
10.3 - CONSERVAÇÃO DAS CORREIAS: () CONFORME () Ñ CONFORME
10.4 - CONSERVAÇÃO DOS FLEXÍVEIS: () CONFORME () Ñ CONFORME
10.5 - APRESENTA VAZAMENTOS: () CONFORME () Ñ CONFORME
10.6 - VERIF REAPERTO GAXETA TAMBOR SOLIDOS: () CONFORME () Ñ CONFORME
10.7 - CONDIÇÃO DE LIMPEZA: () CONFORME () Ñ CONFORME
10.8 - CONDIÇÃO DE PINTURA: () CONFORME () Ñ CONFORME
10.9 - APRESENTA VIBRAÇÕES ANORMAIS: () CONFORME () Ñ CONFORME

OBS: _____

Figura 1 – Plano de Inspeção

Fonte: Autor

3.2 Análise de Óleo

Análise de óleo é feita periodicamente com objetivo de economizar lubrificante e evitar defeitos. Por meio dessas análises é determinado o momento adequado para efetuar a troca ou a renovação dos componentes mecânicos e/ou hidráulicos. A economia é obtida através da regularização do grau de degradação ou de contaminação do óleo o que nos permite otimizar o número de trocas. Filho (2010) diz que “essa análise também permite identificar os primeiros sintomas de desgaste de um componente. A identificação é feita a partir do estudo das partículas sólidas que ficam misturadas com os óleos. Tais partículas sólidas são geradas pelo atrito dinâmico entre peças em contato”. Usando técnicas adequadas, determina a propriedade do óleo e o grau de seus contaminantes. As principais propriedades do óleo ao ficar contaminado devido ao uso pode adquirir água, ferrugem, poeira, outros óleos e metais resultantes do desgaste. Filho (2010) ainda comenta que as principais propriedades dos óleos que interessam em uma análise são: índice de viscosidade, índice de acidez, índice de alcalinidade, ponto de fulgor e ponto de congelamento. Em termos de contaminação dos óleos, interessa saber quanto existe de: resíduos de carbono, partículas metálicas e água. Na figura 2 é mostrado o laudo que é recebido do laboratório indicando a viscosidade, quantidade de água, quantidade de componentes metálicos, entre outros, contido no óleo.

Label/18	Compartimento	Equipamento	Lubrificante	FREQUÊNCIA	LOCAL	Viscosidade 40°C
6139	CENTRIFUGA HFB-130-S31	802861	OLEO KLUBEROIL 4 UH1 46 N	3 MESES	AUTOLISE	46,70

água, mg/kg	IAT - Acidez	Oxidação, Abs/cm
246	0,6325	14,9

Contagem de Partículas - Faixa: ≥ 4 a $\leq 14 \mu\text{m}$				
4 μm	6 μm	14 μm	ISO	Temp. °C
3.830.360,5	1.310.830,5	82.812,1	28/28/24	25

Cu	Ni	Si	Al	Fe	Cr	Pb	Sn	Ag	Ca	P	Mo	Mg	Ba	Zn	B	Na	V	Li	Status
1	---	0	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	Normal

Interpretações
Possível Providencias

Figura 2 – Laudo laboratorial da análise de óleo

Fonte: Dados da empresa

3.3 Análise de Vibração

Análise de Vibração pode ser feita em todas as máquinas rotativas em funcionamento que, aos poucos, as levam a um processo de deterioração na qual a característica desse processo é de haver alteração da distribuição de energia vibratória por todo conjunto de elementos que constituem a máquina. Conforme os níveis de vibrações vão evoluindo, fica claro e fácil de obter informações sobre o estado da máquina.

Danilo (2012) fala que o princípio de análise das vibrações baseia-se na ideia de que as estruturas das máquinas alteradas pelos esforços dinâmicos dão sinais vibratórios, na qual a frequência é igual à frequência dos agentes excitadores. Se captadores de vibrações forem colocados em pontos definidos da máquina, eles captarão as vibrações recebidas por toda a

estrutura. O registro das vibrações e suas análises permitem identificar a origem dos esforços presentes em uma máquina operando. Pela

medição e análise das vibrações de um equipamento trabalhando normalmente detecta-se, antecipadamente, a presença de falhas que devem ser corrigidas: engrenagens com defeitos, rolamentos deteriorados, acoplamentos com certo desalinhamento, desajuste de vínculos, deformação de eixos, rotor desbalanceado, lubrificação, falta de rigidez, folga excessiva em buchas, problemas hidráulicos e cavitação, problemas aerodinâmicos.

O aparelho empregado para a análise de vibrações é conhecido como analisador de vibrações. A análise é feita na horizontal, vertical e axial do separador, em todos os lados acionados, na qual os resultados são coletados pelo aparelho (figura 3) e após passado para um computador onde será analisado por um técnico que fará a leitura dos gráficos e emitirá um laudo da possível falha (figura 4)



Figura 3 – Aparelho SKF Micrologo Analyzer GX CMVA75

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAfWH8AC/projeto-final-manutencao-preditiva-bbas-transf-petroleo-textuais-rev-pela-esposa-kelly?part=2>

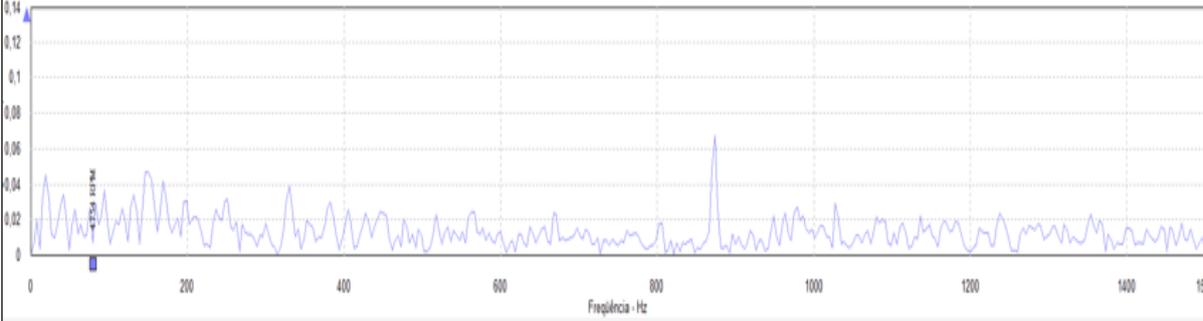
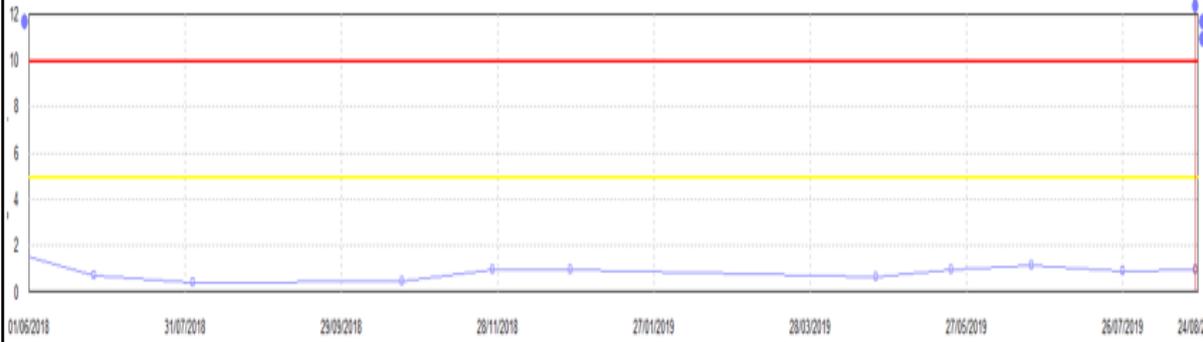
FICHA DE CONJUNTO			
TÍTULO: Medição Mensal		DATA: 23/08/2019	
SETOR: AUTOLISE			
EQUIPAMENTO: CENTRÍFUGA HFB 130 S31			
ACIONAMENTO	ACIONADO	DIAGNÓSTICO	
Motor	Bomba	Equipamento ok	
ALARME: ■ Verde	ALARME: ■ Vermelho		
VELOCIDADE		AÇÃO RECOMENDADA	
PONTO MAX: MT LOA 1H E3		Acompanhar nível de vibração mensalmente, afim de monitorar a condição do equipamento	
VEL.: 1,138 mm/s (rms)			
ACELERAÇÃO			
PONTO MAX: MT LOA 1H V500			
VEL.: 0,802 gE (rms)			
OBSERVAÇÕES RELEVANTES			
GRÁFICO			
Equipamento: Centrífuga	PONTO: MT LOA 1H E3	TIPO: Envelope 3	UNIDADE: qE
			
GRÁFICO			
Equipamento: Centrífuga	PONTO: VE 4H LOA	TIPO: Tendencia de vibração	UNIDADE: gE
			

Figura 4 – Laudo análise de vibração

Fonte: Dados da empresa

3.4 Análise de ruídos

Análise de ruídos conhecido também como emissão acústica é, segundo a empresa fabricante do analisador SKF (2019), a determinação de problemas inoportunos com componentes de máquinas por meio da detecção de ruídos ou vibrações da máquina. A respeito, Costa, Maruyama e Neto (2014) declaram que ocorre quando uma interrupção da continuidade é submetida a solicitação térmica ou mecânica, na qual uma área onde encontra-se defeitos é uma área de concentração de tensões que, uma vez estimulada, origina uma redistribuição de tensões localizadas, este mecanismo ocorre com a liberação de ondas de tensões na forma de ondas mecânicas transientes. No estudo realizado por Só, Brun e Coronado (2010, p. 6) fala que “normalmente o ruído surge primeiro como vibração, sendo a variação de força que gera uma vibração entre os componentes, e é transmitida ao redor da estrutura”. Somente quando a vibração excita as paredes que o ruído é produzido. O objetivo é avaliar a condição de integridade, localizando e classificando as áreas ativas quanto ao grau de comprometimento que eventuais descontinuidades impõem à integridade estrutural. O aparelho utilizado para realizar a análise é um estetoscópio eletrônico (figura 5).



Figura 5 – Estetoscópio eletrônico

Fonte: <http://www.skf.com/br/products/condition-monitoring/basic-condition-monitoring-products/stethoscopes/index.html>

3.5 Análise termográfica

Análise Termográfica segundo Costa, Maruyama e Neto (2014) a técnica faz o acompanhamento da temperatura e também a formação de imagens térmicas de um componente, equipamento ou processo, a partir da radiação infravermelha. Através dessa tecnologia é possível detectar em estágio inicial, processos de falha gerados por anomalias térmicas em um determinado componente antes que ocorra interrupção de funcionamento dos equipamentos, podendo classificar e quantificar. Multierre (2017) afirma que quando utilizada em equipamentos mecânicos permite identificar problemas causados pelo atrito entre peças devido à lubrificação deficiente ou inadequada, desalinhamento de eixos pelo aquecimento nos dispositivos de acoplamento quando realizada em equipamentos estáticos, busca basicamente a identificação em superfícies de regiões onde exista deficiência de isolamento térmico. Essa radiação é emitida pelas variações de temperatura dos objetos, formando imagens térmicas que auxiliam na prevenção de defeitos e interrupções dos

processos produtivos, permitindo uma programação de manutenção, minimizando mão-de-obra e recursos envolvidos. É importante ressaltar que esta análise é realizada com os equipamentos e sistemas em pleno funcionamento, de preferência nos períodos de maior demanda, quando os pontos deficientes se tornam mais evidentes, possibilitando a formação do perfil térmico dos equipamentos e componentes nas condições normais de funcionamento no momento da inspeção.



Figura 6 – Aparelho de análise termográfica

Fonte: Autor

Medições		°C
EI1	Max	63,3
	Min	41,9
	Average	52,3
Parâmetros		
Emissividade		0.95
Temp. refl.		30 °C
Nota		
		TAMBOR DA CENTRÍFUGA

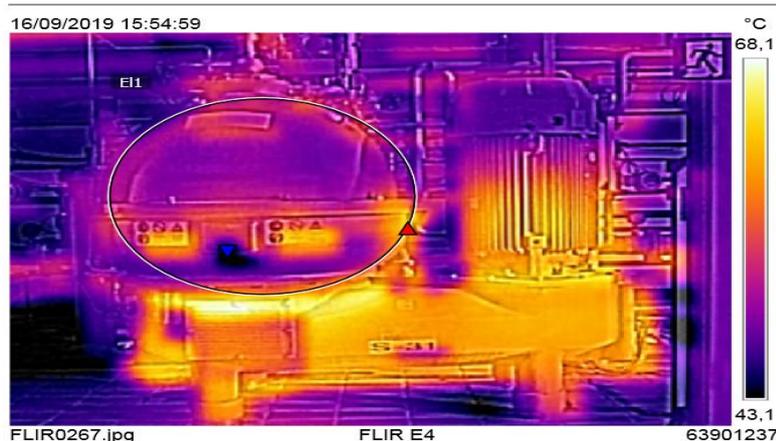


Figura 7 – Laudo análise térmica

Fonte: Dados da empresa

4. Resultados e Discussões

Por meio gráfico é possível enxergar o aumento da disponibilidade entre os períodos de 2008 a 2019, onde inicialmente era mínimo a programação de parada para manutenção corretiva para a Centrifuga de levedo HFB 130 S31, e que conforme a implantação da manutenção preditiva juntamente com a compra dos equipamentos de monitoramento e a capacitação da mão de obra, os resultados passaram a ser positivos com a redução de paradas não programadas.

Disponibilidade x Parada não programada

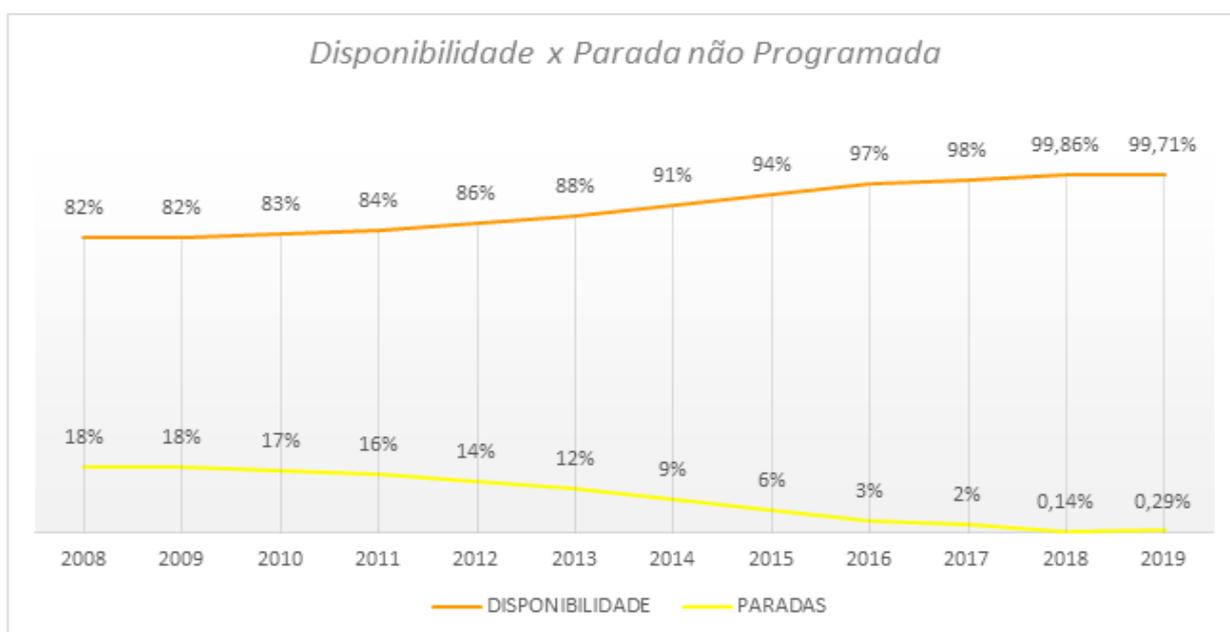


Figura 8 – Gráfico Disponibilidade x Parada não programada
Fonte: Dados da empresa

Para termos uma visão melhor do aumento da disponibilidade do equipamento, os gráficos a seguir nos mostram quão grande foi a redução das paradas não programadas de 2008 para 2019, sendo ela de 17,7%.

Redução das paradas não programadas

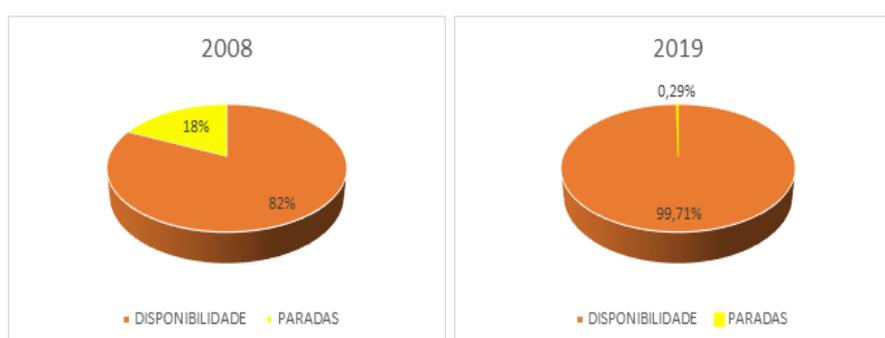


Figura 9 – Gráfico Redução das paradas não programadas
Fonte: Dados da empresa

Portanto, o resultado obtido nos leva enxergar que há uma clara mudança de que ao investir na manutenção preditiva em equipamentos, nesse caso de alta criticidade, o retorno será gradativamente percebido até que a disponibilidade passe a ser totalmente satisfatória sem que haja surpresas indesejáveis.

4 Conclusão

Neste artigo, propôs-se a mostrar que por meios de manutenções preditivas e monitoramento de uma centrífuga HFB 130 S31 podemos aumentar o tempo de vida útil do equipamento e sua disponibilidade de produção, entre os períodos de 2008 a 2019, onde inicialmente era mínimo a programação de parada para manutenção corretiva para a Centrífuga de levedo HFB 130 S31, e que conforme a implantação da manutenção preditiva juntamente com a compra dos equipamentos de monitoramento e a capacitação da mão de obra, os resultados passaram a ser positivos com a redução de paradas não programadas.

O investimento em equipamentos de análise e monitoramento como Análise de Óleo, Análise de Vibração, Análise de ruídos, Análise termográfica e Inspeção Visual junto à capacitação da mão de obra especializada para a realização da manutenção preditiva, de início, é alto, mas com o passar do tempo, todo o investimento feito se reverteu em resultados satisfatórios devido a eliminação de paradas não programadas e conseqüentemente a redução dos custos, mantendo a disponibilidade do separador como também o prolongamento da sua vida útil.

Para termos uma visão melhor do aumento da disponibilidade do equipamento e o quão grande foi a redução das paradas, em 2008 tínhamos 18% de paradas não programadas da Centrífuga HFB-130 S31 e em 2019 passamos por 0,29% sendo um ganho de 17,7%.

À atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada.

Referências

ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva**: Confiabilidade e Qualidade. 2000. Disponível em: <<http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>>. Acesso em 25 agosto. 2019.

COMITTI, A. **Engenharia de Manutenção**: Técnica da Inspeção Visual. 2012. Disponível em: <<http://eletricidade-eletronica-telecom.blogspot.com.br/2012/08/engenharia-de-manutencao-tecnica-da.html>>. Acesso em 26 agosto. 2019.

COSTA, Augusto Henrique; MARUYAMA, Max Hiroo; NETO, Rubens Roberto Ingraci. **Manutenção Preditiva**. 2014. 5 p. Artigo (Engenharia Mecânica) - Unesp, Júlio de Mesquita Filho, [S.I.], 2014. Disponível em: <http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_8.pdf>. Acesso em: 27 agosto 2019.

DANILO, Silvio. **Manutenção Preditiva**: Técnicas de Manutenção Preditiva. 2012. 1 p. Trabalho escrito (Tecnologia em Manutenção Industrial) - Unimar, Universidade de Marília, [S.I.], 2012.

Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABN2YAJ/manutencao-preditiva-trabalho-escrito>>. Acesso em: 08 setembro 2019.

FILHO, H. R. P. **Manutenção Preditiva**: Acompanhando as Condições dos Equipamentos. 2010. Disponível em: <<https://qualidadeonline.wordpress.com/2010/03/08/manutencao-preditiva-acompanhando-as-condicoes-dos-equipamentos/>>. Acesso em 30 agosto 2019.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção**: função estratégica. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.

MULTIERRE, MR. **Análise termográfica**. Disponível em: <<http://www.multierri.com.br/analise-termografica>>. Acesso em: 23 agosto 2019.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

SKF, Fabricante. **Estetoscópios**: Identifica facilmente ruídos em rolamentos e máquinas. Disponível em: <<http://www.skf.com/br/products/condition-monitoring/basic-condition-monitoring-products/stethoscopes/index.html>>. Acesso em: 15 setembro 2019.

SÓ, Augusto Canella Andrade; BRUN, José Carlos; CORONADO, Maurício. **Ruído e Vibração em Redutores**: Estudo e prática nas Análises Vibracionais. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/255685468/Ruido-e-Vibracao-Em-Redutores>>. Acesso em: 25 agosto 2019.