

## **IMPLANTAÇÃO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA**

### **MANAGEMENT'S MAINTENANCE IMPLEMENTATION IN A SUGARCANE FACTORY**

Lucas Junior do Nascimento<sup>1</sup>

Miguel Otávio Gallon<sup>2</sup>

Paulo Afonso Frazon Manoel<sup>3</sup>

#### **RESUMO**

Atualmente o segmento sucroenergético assimila todas as ações agrícolas e industriais do Brasil. Assim a competitividade entre as empresas, que precisam estar preparadas para atuar em um mercado concorrente só aumenta, por conta de clientes cada vez mais exigentes. Sendo assim, a manutenção passa a ter um papel fundamental no planejamento das empresas, aumentando a vida útil de ferramentas, máquinas e instalações. Neste estudo, a implantação de um sistema de gestão da manutenção revelou estar associados à diminuição de falhas de equipamentos e redução de paradas não programadas, justificando o investimento de recursos e adequações.

Palavras-chave: Manutenção Corretiva. Manutenção Preventiva. Manutenção Preditiva. Manutenção de Confiabilidade.

#### **ABSTRACT**

*Nowadays, the sugarcane sector takes in all the Brazilian's agriculture and industrial actions, therefore, there is an increase in the competitiveness between the companies, which needs to be prepared to perform in a competitor's market, due the more demanding and demanding costumers. Therefore, the maintenance is*

---

<sup>1</sup> Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE, Bebedouro SP. E-mail: lucasjrncascimento@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE, Bebedouro SP. E-mail: migueloctgallon@hotmail.com

<sup>3</sup> Docente no Centro Universitário UNIFAFIBE, Bebedouro SP. E-mail: paulo.manoel@gmail.com

*fundamental to increase the life cycle of the equipments, tools and installations. In the present work, the maintenance system implementation showed to be associated to failure index decreased and reduction of unscheduled outages, justifying the investment of resources and adjustments.*

*Keywords: Corrective Maintenance. Preventive Maintenance. Predictive Maintenance. Reliability Maintenance.*

## **1. INTRODUÇÃO**

A indústria sucroenergética brasileira integra todas as atividades agrícolas e industriais focalizando a produção de açúcar, etanol e bioeletricidade. No Brasil tais produtos se originam de maneira quase exclusiva através do processamento de cana-de-açúcar utilizada para propósitos industriais (NASTARI, 2012).

O primeiro processo de transformação da cana em etanol ou açúcar é a extração do caldo que é obtido após os processos de corte, desfibramento e moagem da matéria-prima. Dos inúmeros equipamentos, máquinas e ferramentas que fazem parte do processamento da cana-de-açúcar os primeiros a terem contato com a mesma são as facas, os martelos e desfibradores que são utilizados para realizar o processo citado acima com a função de proporcionar maior competência na extração da sacarose. Portanto estes ativos são sujeitos a rígidas ações de desgaste por causa da ação abrasiva do bagaço (PARANHOS, 2006).

O impacto considerável com a cana e a presença de elementos indesejados no processo como pedaços de madeira, ferro e areia fazem com que as ferramentas sofrem um desgaste intensificado, a progressividade desta atividade faz com que as ferramentas reduzam o seu desempenho ocasionando as falhas (LIMA; WINCK, 2006).

Qualquer estrutura física designada a realizar determinadas funções estará sujeita a uma variedade de esforços. Estes esforços podem causar a fadiga da estrutura fazendo assim com que ela se deteriore e venha a falhar, também diminuindo seu tempo de vida útil. Dependendo das condições de uso da máquina ou equipamento, a falha poderá ocorrer precocemente, cabe à equipe de manutenção retardá-la ou impedir que a falha aconteça (MOUBRAY, 1997).

De acordo com Simei (2012), manutenção fundamenta-se em corrigir ou restaurar ativos que deixam de exercer a sua função pré-determinada, através da realização de reparos, ajustes e ações técnicas essenciais que promovem o permanente funcionamento harmônico das instalações, máquinas, equipamentos e ferramentas.

Manutenção corretiva segundo Kardec e Nascif (2012), são atividades realizadas com o propósito de corrigir uma falha ou após a mesma já ter ocorrido em uma máquina, ferramenta, equipamento ou instalação.

Manutenção preventiva é um conjunto de medidas de prevenção adotadas com o objetivo de evitar que eventuais falhas aconteçam. Tem como propósito promover a melhoria contínua e aumentar a disponibilidade dos equipamentos para que estejam a disposição frequentemente no processo, conseqüentemente elevando a eficiência produtiva (PEREIRA, 2011).

Manutenção preditiva é um processo de manutenção de ativos com propósito de detectar por meio de monitoramento e medições de parâmetros as condições funcionais de um equipamento até que sejam atingidos determinados limites de deterioração pretendidos. Esta manutenção auxilia na identificação dos problemas e contribui para evitar falhas inesperadas. Essa atividade aplicada colabora na redução de custos, pois a troca de componentes é realizada apenas no momento adequado, ou seja, a substituição de componentes é realizada antes que a falha aconteça (LOBO, 2012).

A definição da atividade de confiabilidade é aplicável por meio de modelagem, através de ordenação de probabilidade do tempo de vida do ativo em estudo até a sua falha. A modelagem proporciona dados importantes como a probabilidade de tempo de funcionamento, o tempo médio até uma possível falha e funções de risco (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

O presente trabalho promove um acompanhamento da implantação de gestão da manutenção em uma indústria sucroenergética avaliando suas vantagens ou desvantagens oriundas da implantação através de indicadores da produção que demonstraram a viabilidade do projeto ou resultados que proporcionaram estratégias mais adequadas para o setor.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Manutenção é um conjunto de ações técnicas realizadas após a ocorrência de uma pane ou de uma falha em um equipamento, ferramenta, máquina ou instalação, que tem como objetivo fazer com que o ativo volte a executar com eficiência a sua função predeterminada como determina a NBR 5462:1994 (ABNT, 1994).

### 2.1 Manutenção Corretiva

De acordo com Kardec e Nascif (2012), é o ato de realizar um trabalho de reparo em um ativo que apresenta a ocorrência de falha ou desempenho ineficiente acompanhado de variáveis operacionais ou de funcionamento, deste modo a principal característica da manutenção corretiva é *corrigir* ou *restaurar* um equipamento de forma que o mesmo execute a sua função requerida com eficiência (restaurar o equipamento ao seu estado inicial). Manutenção corretiva é dividida em dois tipos de classes sendo eles: Manutenção Corretiva Não Planejada e Manutenção Corretiva Planejada.

Manutenção corretiva não planejada também conhecida como manutenção emergencial é a manutenção realizada após a ocorrência de fatos, sejam eles por perda de desempenho do equipamento ou uma falha no mesmo. Neste tipo de manutenção não a tempo para planejar o serviço ou preparar componentes, pois, a falha deve ser corrigida de modo aleatório a fim de evitar maiores consequências (NASCIF; KARDEC, 2012).

Manutenção corretiva planejada consiste no ato de haver uma falha ou condições anormais na atividade de um equipamento e a sua correção só é realizada após uma decisão gerencial em relação a um acompanhamento preditivo ou a continuação da atividade até a quebra. A adoção de manutenção corretiva planejada origina se por vários fatores tais como: planejamento de parada do processo produtivo juntamente com a equipe de operação, garantia de peças e ferramentas aptas a substituição, necessidade de serviços humanos como, por exemplo, serviços terceirizados (NASCIF; KARDEC, 2012).

## 2.2 Manutenção Preventiva

Machado (2013) define manutenção preventiva como a realização de atividades que tem como propósito evitar que aconteçam falhas nos ativos adotando medidas de prevenção, podendo ser realizada de duas formas sendo elas:

Manutenção Preventiva Sistemática quando um tipo de manutenção que se realiza após um período de tempo em que o equipamento esteve em funcionamento. Os equipamentos são sujeitos a ajustes e medições que demonstram o seu estado atual de conservação, caso a manutenção seja pré-estabelecida pelo fabricante ou por motivos externos de referência deverá estar programada a substituição de peças mantendo assim um bom estado de funcionamento do ativo (MACHADO, 2013).

Manutenção Preventiva Condicionada que consiste em um tipo de atividade realizada somente em peças dos equipamentos e de acordo com o mal estado em que se encontra o ativo. Conhecida como manutenção inteligente só é realizada quando se manifesta a necessidade, é uma manutenção preventiva, executada após a detecção por um sensor, medida de desgaste ou qualquer outra forma de se indicar a degradação dos equipamentos (MACHADO, 2013).

## 2.3 Manutenção Preditiva

Manutenção preditiva é definida por atividades de correção realizadas com base em dados analisados por meio de parâmetros e condições de desempenho do equipamento, também e conhecida como manutenção sob condição ou manutenção baseada no estado do ativo, o principal objetivo dessa manutenção é a prevenção de falhas através de princípios que se podem estabelecer comparação nos equipamentos e instalações permitindo assim que os mesmos possam continuar executando com eficiência a sua função pré-determinada pelo maior período de tempo possível (RIBEIRO; GOMES, 2016).

Através da manutenção preditiva se faz o acompanhamento da evolução da falha do equipamento, que quando necessário se faz a correção da mesma, através de uma corretiva programada (KARDEC; NASCIF, 2012).

Segundo Almeida (2011), manutenção preditiva demonstra as reais condições de operação das máquinas, com base em dados adquiridos nas análises, demonstrando o grau de degradação ou desgaste das peças.

A garantia de qualidade que se espera do serviço é através da manutenção preditiva, feito através de análises periódicas centralizadas ou por amostragem afim de reduzir ao máximo a manutenção preventiva e principalmente a manutenção corretiva é a manutenção que designa o tempo de vida útil dos equipamentos e a forma de como ele vai ser aproveitado.

Uma das atividades da manutenção preditiva é a análise termográfica que segundo Kardec e Nascif (2012) uma das técnicas de manutenção preditiva que possibilita verificar a temperatura dos equipamentos e seus componentes, também acompanhar as imagens térmicas. Tudo isso é feito através de uma câmera, que tem seu software instalado em uma máquina, possibilitando o armazenamento de dados, a geração de relatório e também acompanhar as tendências.

Paralelo a análise termográfica a análise de vibração também é uma atividade importante da manutenção preditiva sendo uma técnica da manutenção preditiva que é muito utilizada para encontrar falhas de elementos girantes, como eixo e rolamentos, também detectar equipamentos que estão desbalanceados ou com problemas na base. Ela é um monitoramento sob condição, acompanhado por medidores de vibração que pode ser instalado no equipamento, é feita centralizada ou por amostragem e acompanha a evolução da vida útil de elementos girantes, (PEREIRA 2011).

De acordo com Kardec e Nascif (2012), a análise de vibração é uma das técnicas preditivas mais utilizadas, esta técnica é aplicada em equipamentos que possuem movimentos giratórios que por sua vez geram pontos de excitações, pontos estes que são captados através de alguns sensores que proporcionam parâmetros de medidas de velocidade, deslocamento e aceleração, permitindo assim realizar um acompanhamento na evolução da falha nos elementos rotativos.

## **2.4 Manutenção Centrada em Confiabilidade**

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), a manutenção centrada em confiabilidade (MCC) pode ser explicada como atividades que reúnem técnicas de

engenharia que ao serem realizadas proporcionam mais confiabilidade nos equipamentos de uma planta industrial com garantia de que os mesmos realizarão suas funções determinadas. Por conta de sua abordagem racional e organização, as atividades de MCC são reconhecidas como a forma mais eficiente de lidar com as questões de manutenção. Essas atividades proporcionam as empresas o alcance da excelência na realização da manutenção, aumentando a disponibilidade dos ativos e minimizando custos relacionados aos acidentes, falhas, reparos, substituições e paradas inesperadas no processo.

De acordo com Kardec e Nascif (2012), a manutenção centrada em confiabilidade, está baseada em um estudo do equipamento e seus componentes, analisa suas falhas e como elas podem ocorrer, estuda como se pode prevenir a falha e reduzir as perdas que acontecem devido ao equipamento ter deixado de exercer sua função. Todo equipamento ou processo tem seus padrões que são pré-definidos pelo fabricante de acordo com seu projeto. A manutenção centrada em confiabilidade tem como objetivo principal, dar continuidade a manter esse padrão que foi fornecido, através de dados quantitativos.

## **2.5 Diagrama de Causa e Efeito**

Também conhecido como diagrama de Ishikawa ou de espinha de peixe é uma ferramenta da qualidade que proporciona a o seu usuário encontrar a causa raiz de um determinado problema analisando o passo a passo da execução de um determinado processo. Criado por Kaoru Ishikawa na década de 60, a ferramenta leva em consideração cada ponto do processo que possa gerar uma falha, sendo assim, a utilização dessa ferramenta reduz as chances de esquecer algum detalhe (Jeison; Meire, 2012).

## **2.6 Análise dos Cinco Porquês**

Segundo Jeison e Meire (2012) a análise dos Cinco porquês é uma ferramenta da qualidade que tem o objetivo de detectar a principal causa da ocorrência de falha, esse processo de detecção do problema é realizado ao questionar de cinco formas vezes o motivo causador do problema. Entretanto, não é

necessário fazer exatamente cinco perguntas, pois a causa raiz do problema pode ser detectada antes disso.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

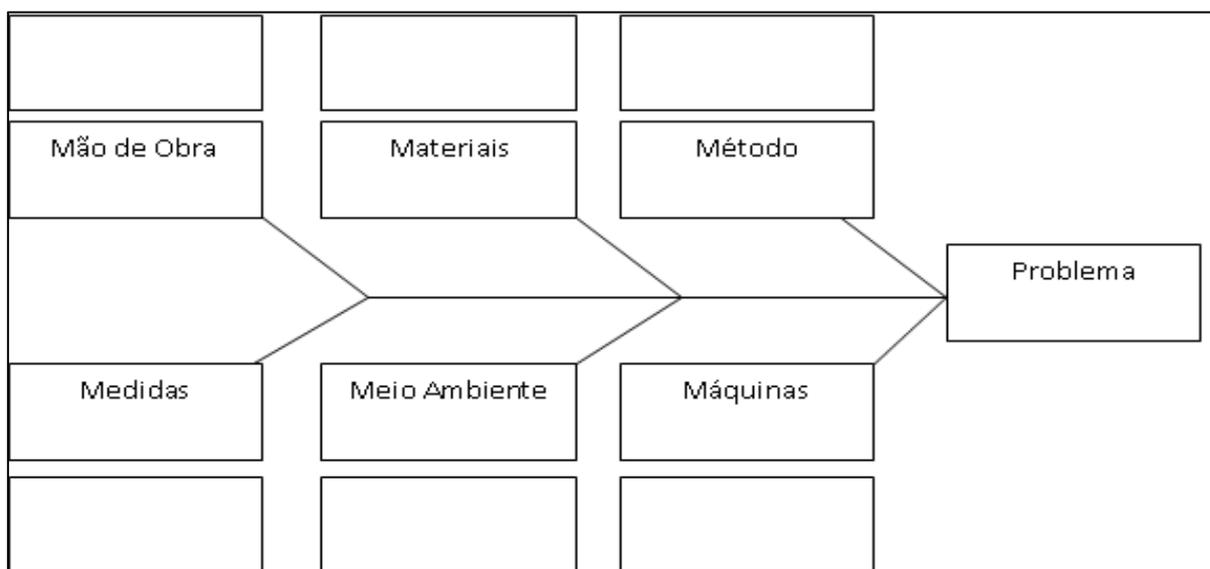
Na implantação da gestão da manutenção foram utilizadas as ferramentas da qualidade análise dos Cinco Porquês, Figura 1, e diagrama se cauda e efeito, Figura 2, para encontrar a causa raiz de falhas em determinadas operações, máquinas, ferramentas e equipamentos (JEISON; MEIRE, 2012).

**FIGURA 1: ANÁLISE DOS 5 PORQUÊS**

5 PORQUES					
Causa Potencial Provável	1º Porquê (Porque esta causa está ocorrendo?)	2º Porquê (Porque isto (resposta 1º porquê) está acontecendo?)	3º Porquê (Por isto (resposta 2º porquê) está acontecendo?)	4º Porquê (Porque isto (resposta 4º porquê) está ocorrendo?)	5º Porquê (Porque isto (resposta 5º porquê) está ocorrendo?)

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

**FIGURA 2: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO**



FONTE: PRÓPRIO AUTOR (2017).

Entretanto, se a análise dos cinco por quês não proporcionar o resultado esperado, então os responsáveis pela investigação foram instruídos a utilizar como segunda alternativa o diagrama de causa e efeito. Pois, com esta ferramenta dificilmente a causa raiz do problema continuará identificada, mesmo que o tempo da investigação se prolongue, já que este processo verifica os materiais utilizados, a mão de obra, as máquinas, o meio ambiente de trabalho, as medidas e os métodos até que o problema principal seja determinado.

Também foi elaborada pela equipe do PCM uma folha de verificação, Figura 3, para ser empregada como método de avaliação de equipamentos. Uma vez preenchida a folha e capaz de apresentar dados relevantes sobre o estado atual do equipamento e atual condição de trabalho.

**FIGURA 3: FOLHA DE VERIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS**

MANUTENÇÃO PREDITIVA MECÂNICA Data:									
Tag.	Descrição aplicação	Maq. Parada?	Medição de temperatura $\leq 80^{\circ}\text{C}$			Inspeccionar se há		Reapertar gaxeta	Há necessidade de intervenção ?
			L.A	L.O.A	CORPO	Ruido	Vibração	Reapertada ?	
RED0454									
MEL0401									
MEL0392									
RED0430									
MEL0090									
MEL0334									
BBA0217									
MEL0382									
MEL0394									
RED0505									
MEL0895									
VNT0025									
MEL0953									
RED0426									
SEC0003									

**FONTE: CAETANO (2017).**

A folha de verificação contém os seguintes campos a serem preenchidos: a primeira coluna contém o TAG do equipamento, no qual é identificado o número do patrimônio da empresa e a qual família ele pertence – redutor, motor ou bomba. Na segunda coluna está a descrição do equipamento, que determina onde a sua função e localização do mesmo. Na terceira coluna informa-se o estado atual do equipamento, se este se encontra parado (em manutenção) ou em funcionamento. Se estiver parado, não é realizada a inspeção do mesmo e a equipe continua seu trajeto até o equipamento seguinte, caso esteja em funcionamento a inspeção é iniciada de acordo com os seguintes procedimentos: (a) com um medidor de temperatura infravermelho, os colaboradores responsáveis pela execução inspeção preditiva no equipamento devem fazer a medição da temperatura no lado acoplado do equipamento que é representado na folha de verificação pela sigla L.A., (b) a mesma medição é realizada no lado oposto ao acoplamento, representado por L.O.A. e (c) é realizada a medição no corpo do ativo.

As temperaturas encontradas devem ser menores ou iguais a 80° C, caso os dados coletados mostrem temperatura acima deste valor é necessário elaborar uma programação para que seja realizada a manutenção no equipamento.

Após atividade anterior ser realizada o passo seguinte é a verificação da existência de ruídos ou vibração no equipamento, a análise deve ser realizada com uma ferramenta de análise preditiva (caneta de medição devidamente calibrada), então é medida a aceleração dos rolamentos e o nível de vibração do equipamento para identificar qual o motivo da divergência na atividade realizada pelo ativo e, então, efetuar o reparo adequado relacionado à anomalia detectada.

Por último, é verificado se há algum tipo de vazamento indevido nos equipamentos que possa proporcionar o mau funcionamento ou perda do desempenho do equipamento por escassez de óleo, graxa ou água. Além disso, deve ser realizada a inspeção associada à necessidade de reapertar as gaxetas, efetuar a troca de retentor ou selo mecânico.

Após a verificação dos itens mencionados a folha de verificação, devidamente preenchida, é entregue à equipe de PCM, que será responsável pela avaliação da gravidade dos problemas encontrados, a necessidade e a urgência de uma possível intervenção ou se o equipamento tem a capacidade de desempenhar sua atividade

por um período de tempo determinado, sendo levado até a proximidade da falha, ou seja, o mantendo em operação durante o maior intervalo de tempo possível de forma segura, que por sua vez permitirá que a produção mantenha sua atividade por mais tempo sem a presença de interrupções ocasionadas por paradas não programadas ou constantes manutenções no ativo.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi realizado com base no acompanhamento de implantação da gestão de manutenção em uma indústria sucroenergética do norte paulista, onde no ano de 2016 (ano anterior à implantação) constatou se um alto índice de manutenção corretiva emergencial.

Após uma coleta de documentos (apontamentos manuais de colaboradores), apresentada por meio da Tabela 1, da safra anterior (2016/2017), a equipe de PCM organizou estes arquivos de ocorrências atendidas e observou que o desempenho da empresa estava comprometido devido ao número de falhas provenientes da falta de uma estratégia de manutenção eficaz.

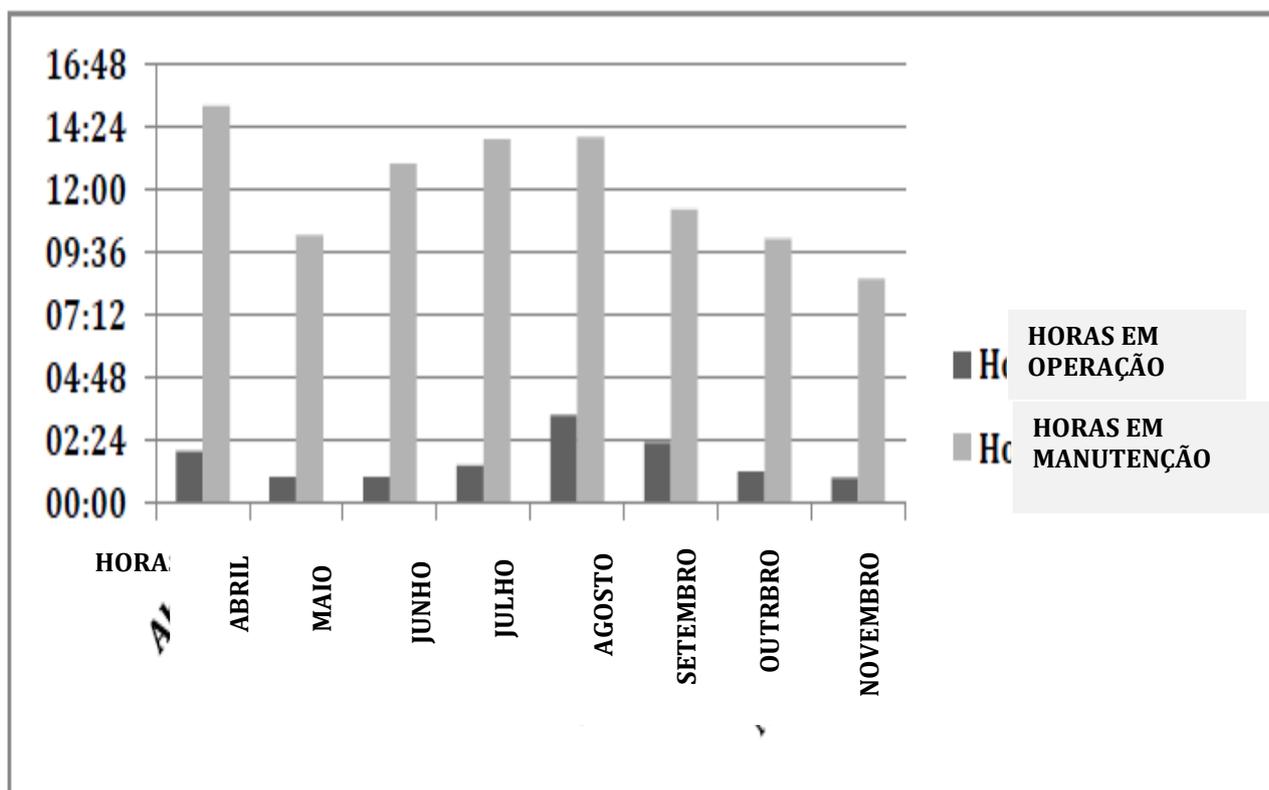
**TABELA 1: QUANTIDADE DE MANUTENÇÕES REALIZADAS NA SAFRA (2016/2017)**

TIPOS DE MANUTENÇÃO	PERÍODO DE SAFRA							
	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO
MACÂNICA	115	75	98	145	154	75	83	45
INSTRUMENTAÇÃO	2	21	36	16	19	38	12	14
CALDERARIA	8	26	41	11	14	27	16	9
ELÉTRICA	0	32	39	47	46	25	19	32
TOTAL	255	154	214	219	233	165	130	100

FONTE: CAETANO (2016)

A empresa realizava apenas manutenção corretiva emergencial e por este motivo apresentava um alto índice de quebra em seus equipamentos, que ocasionava perda de desempenho dos mesmos. As paradas não programadas ocasionavam prejuízos consideráveis para a empresa, falta de confiabilidade em seus ativos e horas ociosas, quando havia a necessidade de realizar manutenção em algum equipamento o operador do mesmo ficava em espera até a falha ser corrigida e quando o problema era em um equipamento de caráter estratégico e indispensável para a realização do processo, como a moenda por exemplo, toda a empresa ficava ociosa enquanto aguardava a finalização da manutenção, gerando uma parada industrial. O Gráfico a seguir demonstra as horas ociosas supracitadas.

**GRÁFICO 1: HORAS OCIOSAS DA SEFRA (2016/2017)**



**FONTE: FELIPE (2016)**

Para obter uma análise mais precisa das causas da quantidade excessiva de manutenção realizada pela empresa, foi sugerido pela equipe de PCM a utilização das ferramentas da qualidade diagrama de causa e efeito e análise dos Cinco Porquês.

#### **4.1 Implantação da Gestão da Manutenção**

Para minimizar as ocorrências de manutenção corretiva não programada, foi sugerido um estudo de causa raiz das falhas, através das ferramentas da qualidade. Para cada equipamento que a manutenção ultrapasse uma hora, ou que haja ocorrências com muita frequência para ele, é feito uma análise dos Cinco Porquês, se caso não chegue à causa raiz do problema é feito uma análise de causa, através do diagrama de causa e efeito. Com essas análises realizadas a manutenção será efetuada com mais eficiência e provavelmente evitando que a falha volte a acontecer no equipamento.

Como plano de ação imediato foi determinado pela equipe de PCM que houvesse gestão em manutenção preventiva e preditiva através de rotas traçadas em todo o chão de fábrica, elaboradas pela própria equipe após estudos de causas e locais com altos índices de manutenção.

A primeira ação adotada na implantação de gestão da manutenção foi selecionar um eletricista e um mecânico que ficaram responsáveis por fazer rotas sensíveis e preditivas, verificando a ocorrência de vibração nos equipamentos, sustentação do equipamento, as acoplagens, as condições de correias, temperatura e vazamentos.

A indústria foi dividida em quatro rotas sendo que cada uma delas é constituída por setores próximos entre si (preparo de cana, moenda e tratamento de caldo, caldeiras, estação de tratamento de água, destilaria, fabrica de açúcar, fábrica de levedura e salão de açúcar) onde a cada dia os responsáveis fiscalizavam as mesmas, observando os motores, bombas e redutores dos locais e preenchendo uma folha de verificação como apresentado na Figura 3.

No período da tarde com a folha de verificação preenchida era feito o encaminhamento da mesma para a equipe de PCM onde, verificavam os itens que

foram encontrados fora dos conformes e, em seguida, era realizada a abertura de uma ordem de serviço de caráter “manutenção corretiva programada” a mesma era inserida em uma lista de pendências e passada para equipe de manutenção do turno seguinte, para realizar a manutenção necessária, aumentando assim a confiabilidade dos equipamentos e evitando futuras falhas.

Uma vez por mês era feito a análise termográfica nos painéis de controle de motores, para verificar aquecimento nos componentes dos painéis, esse tipo de análise gerava um relatório com imagens e descrições dos pontos superaquecidos que era encaminhado para o setor do PCMI onde seriam abertas ordens de serviços para correção dos pontos.

Apesar de haver vários tipos aparelhos para coletas de dados na empresa (aparelho de análise de vibração, câmera termográfica, aparelho de análise de espessura e aparelho de medição de temperatura infravermelho) era realizada muito raramente a manutenção preditiva, a não realização dessa atividade fazia com que as ferramentas de análise preditiva se deteriorassem, também era considerada como um investimento inútil já que não era feito o uso delas, por este motivo também foi estipulada uma programação para a realização deste tipo de manutenção, já que ela pode identificar possíveis falhas que estão prestes a acontecer e proporcionar uma programação para que haja uma intervenção.

A Tabela 2 apresenta um comparativo dos meses de abril até agosto entre as safras (2016/2017) e (2017/2018) no qual era evidente a diminuição significativa nos números de manutenção corretiva emergencial realizadas na empresa após a implantação do sistema de gerenciamento de manutenção, essa tabela é a junção dos dados anteriores a implantação e posteriores a ela.

**TABELA 2: COMPARATIVO DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS ENTRE AS SAFRAS  
(2016/2017) E (2017/2018)**

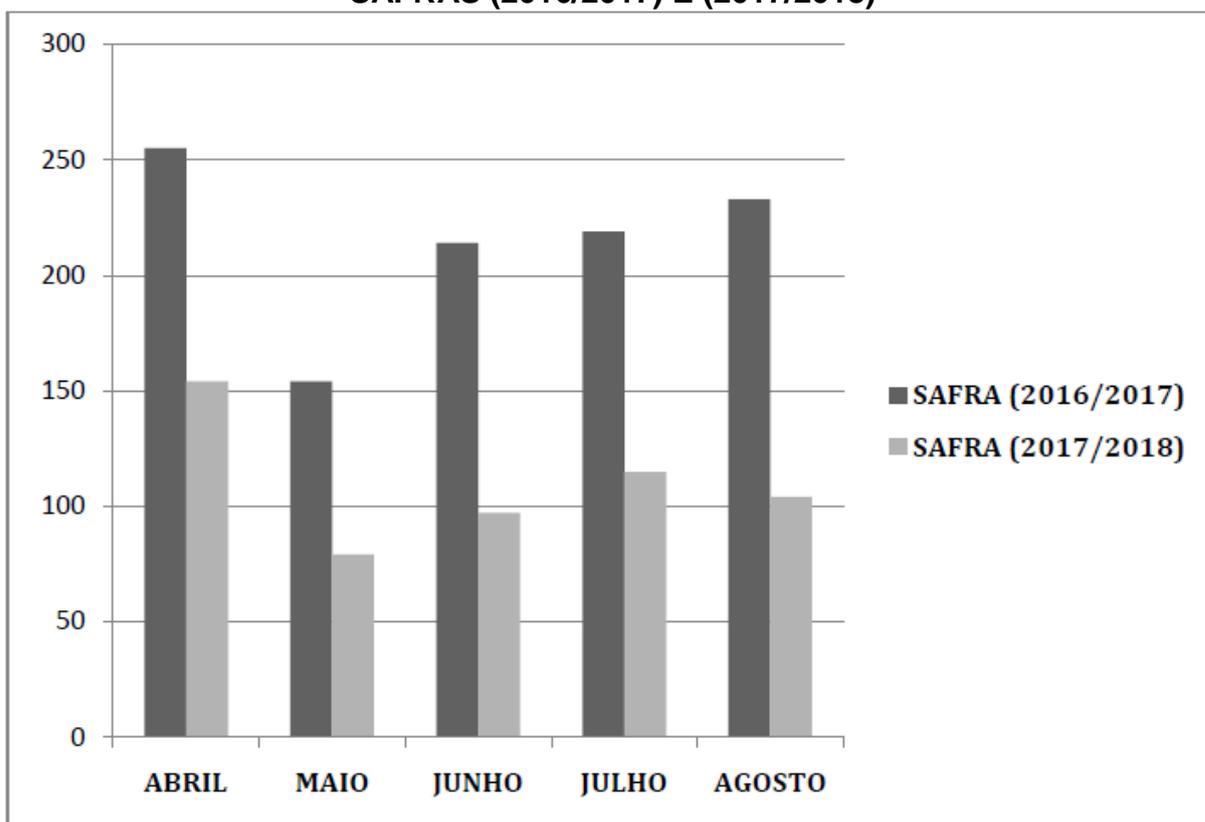
TIPOS DE MANUTENÇÃO	PERÍODO DE SAFRA				
	2016/2017	2016/2017	2016/2017	2016/2017	2016/2017
	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO
MACÂNICA	115	75	98	145	154
INSTRUMENTAÇÃO	42	21	36	16	19
CALDERARIA	38	26	41	11	14
ELÉTRICA	60	32	39	47	46
<b>TOTAL</b>	<b>255</b>	<b>154</b>	<b>214</b>	<b>219</b>	<b>233</b>
	2017/2018	2017/2018	2017/2018	2017/2018	2017/2018
	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO
MACÂNICA	63	37	45	68	63
INSTRUMENTAÇÃO	24	11	12	13	10
CALDERARIA	21	14	22	9	8
ELÉTRICA	46	17	18	25	23
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>	<b>79</b>	<b>97</b>	<b>115</b>	<b>104</b>

**FONTE: PRÓPRIO AUT**

Com a implantação do sistema de gestão da manutenção a empresa passou a contar com manutenções corretivas programadas, preventivas e preditivas com maior frequência, essas atividades realizadas de forma planejada pela equipe de PCM proporcionaram a redução de falhas, o aumento no desempenho e mais confiabilidade aos seus equipamentos, ferramentas, maquinas instalações e sistemas.

A seguir o Gráfico 2, mostra de forma mais ilustrativa e perceptiva a redução do número de ocorrências entre a safra passada (2016/2017) para a safra atual (2017/2018), embora os dados sejam parciais (até o mês de agosto) a viabilidade da aquisição do sistema de gestão da manutenção já pode ser notada com essas parciais.

**TABELA 2: COMPARATIVO DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS ENTRE AS SAFRAS (2016/2017) E (2017/2018)**



**FONTE: PRÓPRIO AUTOR**

Com os resultados obtidos através da implantação de gestão da manutenção na empresa, é possível observar que as atividades de manutenção aplicadas de forma planejada pela equipe, foram efetuadas de maneira eficiente de acordo com as definições teóricas citadas no trabalho, cada tipo de manutenção citada com seus objetivos individuais propriamente ditos colaborou para que houvesse a redução de falhas, e promoveu competência para a equipe de manutenção de se adiantar as mesmas quando possível e acompanhar a vida útil de cada equipamento da empresa.

As melhorias que a gestão da manutenção promoveu a empresa basta são demonstradas ao realizar um comparativo com as referências, mostrando as vantagens de se adquirir gestão de manutenção no planejamento empresarial.

Segundo Kardec e Nascif (2009), ao adquirir um sistema de manutenção corretiva programada, podem-se acarretar várias situações, como por exemplo: a possibilidade de intervir no momento em que o processo permite de acordo com os interesses da produção, atividades visando à segurança, aperfeiçoamento de atividades de manutenção, planejar a compra de ativos sobressalentes, proporciona a criação de equipes de manutenção com recursos que possibilitam a realização de serviços em quantidades precisas, mesmo que haja terceirização.

A implantação de manutenção preventiva torna se conveniente quando o problema tem facilidade em ser resolvido com simplicidade de substituição evitando a ocorrência de uma falha futura que pode vir a causar custos elevados por ocorrência indevida e colocando em risco a segurança pessoal e operacional. Este tipo de manutenção é muito comum em processos contínuos onde não se tolera falhas inesperadas que ocasionam paradas que prejudicam o processo produtivo (MACHADO, 2013), então a manutenção supracitada e uma excelente ferramenta para a empresa fonte do estudo onde seu processo é longo e não pode haver paradas não programadas.

Um exemplo de perda por paradas emergenciais nesta empresa é: a quebra de um rolo de moenda que quando acontece causa a parada de todo o processo e até o seu conserto, sendo assim a cana já colhida fica em espera para ser processada, se a manutenção do rolo ultrapassar 200 horas a cana perde algumas de suas propriedades químicas que a impedem de produzir o açúcar podendo assim ser utilizadas somente na produção de etanol.

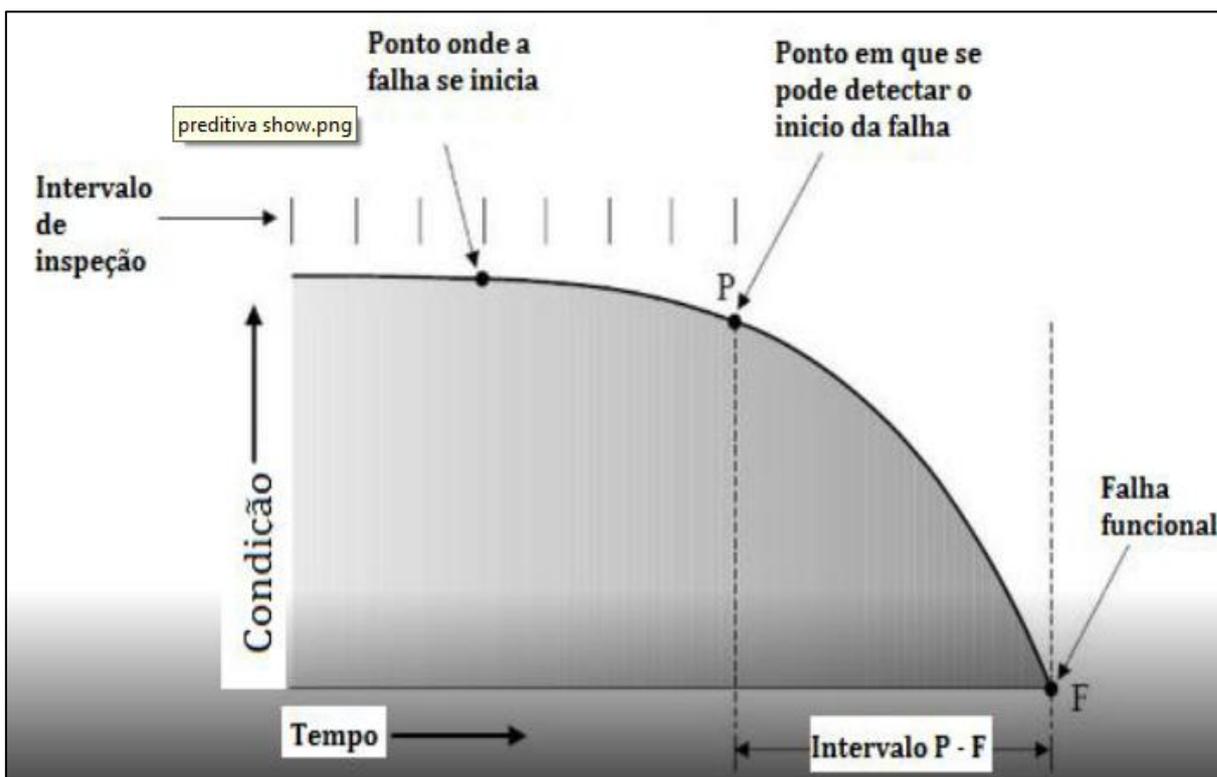
A manutenção preditiva é o caminho para reduzir custos de manutenção e proporcionar mais confiabilidade ao funcionamento dos equipamentos aproveitando ao máximo os ativos sem intervir nas plantas, na produção, propondo segurança e maior tempo de disponibilidade.

Quanto melhor o conhecimento da equipe de manutenção e quanto mais avançados forem os equipamentos mais benefícios e confiabilidade ela proporcionaram. Entretanto para adoção desta manutenção, segundo KARDEC & NASCIF (2009), é imprescindível que a instalação, equipamento ou sistema, seja

propício a monitoramento e medição e que também seja viável relacionado aos custos submetidos. Além disso, os aparelhos têm que ter a capacidade de coletar os dados e armazená-los em um sistema para que sejam convertidos em diagnósticos para a tomada de decisões.

De acordo com Cyrino (2017) diz que, é caracterizada falha quando um equipamento é incapaz de desempenhar uma função requerida, mas diferentemente de uma quebra, a falha trata-se de um *evento*, enquanto a quebra determinada como um *estado*, ou seja, é possível haver o evento de uma falha que não necessariamente impedira o funcionamento do equipamento, entretanto pode limitar alguns recursos do mesmo após um período de tempo. Baseado neste conceito entende-se que as falhas podem evoluir para uma eventual quebra se nada for feito nesse período determinado, devemos então considerar que a maioria das falhas não acontece de maneira repentina, elas são desenvolvidas com o passar do tempo, por isso, o gráfico de evolução de falhas mostrado na figura 4, é a forma preditiva de acompanhar o andamento dessas falhas e indicar os períodos em que devem ser realizadas as intervenções.

**FIGURA 4. INDICADOR DE AÇÃO DE MANUTENÇÃO PREDITIVA**



FONTE: BENI (2015)

Sendo assim a implantação da gestão de manutenção na empresa até o presente momento mostra inteiramente viável, como representa o gráfico 4, em comparação à safra passada (2016/2017) o número de ocorrências no mês de abril que é o maior relacionado a quantidade de falhas diminuiu de 255 para 154 na safra atual ou seja quase aproximadamente 40% a menos, lembrando que os dados comparados são de abril até agosto das safras (2016/2017), (2017/ 2018) já que a safra atual ainda não tem um resultado definitivo em relação a manutenção por ainda estar em andamento.

Sob este aspecto as empresas devem adotar desde seu início um programa de manutenção em sua estrutura, pois de acordo com o acompanhamento realizado é constatado a viabilidade de contar com um planejamento de manutenção principalmente centrada em confiabilidade, pois de acordo com Lafraia (2001) a implantação de MCC pode beneficiar a empresa com: diminuição de paradas emergenciais, minimização de custos operacionais e manutenção, aumento na segurança do trabalhador, aumento da utilização da capacidade total estabelecida dos equipamentos e ação na causa raiz das falhas.

## **5. CONCLUSÃO**

A implantação do sistema de gestão da manutenção em uma indústria sucroenergética do norte paulista proporcionou melhorias significativas para o seu processo produtivo, provando ser viável contar com o sistema de gestão implantado.

No entanto, foram enfrentadas dificuldades como a necessidade de mudança cultural no ato da implantação do novo sistema e a resistência por parte dos colaboradores.

Analisando os gráficos comparativos é possível concluir que as vantagens que a inserção das manutenções corretiva programada, preventiva, preditiva e MCC proporcionaram para a empresa em questão, minimizando os números de falhas inesperadas, proporcionando mais confiabilidade em seus equipamentos, colaborando com a segurança do trabalho e aumentando a produtividade.

Visando a melhoria contínua, se houver investimento (por parte da empresa) em treinamento dos gestores e colaboradores que compõem a equipe de manutenção e aquisição de equipamentos adequados e atuais, os índices de manutenção podem apresentar resultados mais satisfatórios, levando a uma eficiência produtiva capaz de tornar a empresa mais competitiva no mercado.

Recomenda-se para estudos futuros o monitoramento dos índices relacionados à manutenção durante um intervalo maior de tempo, mínimo de cinco anos, para avaliar se as alterações no sistema de manutenção continuam proporcionando os mesmos resultados e se a unidade é capaz de manter-se neste modelo a médio e longo prazo.

## REFERÊNCIAS

ABREU, A. M.; SOARES, Í. M.; SOUZA, S. T O. *Termografia em manutenção preditiva: conceitos e aplicabilidades em máquinas e equipamentos industriais*. 2011. Disponível em:

<<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/viewFile/2398/1287>>. Acesso em: 09 maio 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: *Confiabilidade e Manutenibilidade*. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 37 p.

BENI, E. A. *A importância de se implantar uma manutenção preditiva no motor PT6B-37A do AW119*. 2015. Disponível em: <<https://www.pilotopolicial.com.br/a-importancia-de-se-implantar-uma-manutencao-preditiva-no-motor-pt6b-37a-do-aw119-mkii/>>. Acesso em: 11 set. 2017.

CALDAS, A. N. *Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão para a Manutenção Preditiva dos ativos de uma Subestação Elétrica*. 2015. 109 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia Informática e Computação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

CYRINO, L. *Manutenção em Foco: Consultoria e Treinamento*. 2017. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/falhas-evolucao-ate-quebra/>>. Acesso em: 29 out. 2017.

MOUBRAY. J. *Reliability-centered maintenance*. 2 ed. New York: Industrial Press Inc., 1997.

CORREA, R. F; DIAS, A. Modelagem matemática para otimização de periodicidade nos planos de manutenção preventiva. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 267-278, Jun. 2016. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2016000200267&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2016000200267&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 18 set. 2017.

KARDEC, A; NASCIF, J. *Manutenção: Função Estratégica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 368 p.

KARDEC, A; NASCIF, J. *Manutenção: Função Estratégica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

LIMA, A. C; Winck, L. B. *Análise Comparativa de Dois Eletrodos Revestidos Utilizados na Aplicação de Revestimentos Duros em Facas Picadoras de Cana-de-Açúcar*. XXXII Consolda – Congresso Nacional de Soldagem, Belo Horizonte, MG. 2 a 5 de outubro, 2006.

LOBO, B. A. Acetatos de apoio à cadeira de Gestão da Manutenção. Feup, 2012

MACHADO, M. P. N. M. *Manutenção Preventiva em um Edifício Hospitalar*. 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2561/1/Dissertação.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2017.

NASCIMENTO, J. C. R. *Plano de manutenção baseado nos preceitos da manutenção centrada em confiabilidade em um processo de produção de refrigerantes*. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NASTARI, P. M. *A importância do setor sucroenergético no Brasil*. Mercado & Negócios, p.16-17, mar. 2012.

PARANHOS, R. P. R. *Especialista Fala da Importância da Soldagem para o Setor*. Jornal ProCana On Line. 2003. Disponível em: <<http://www.procana.com.br/index.html>>. Acesso em: 26 out. 2017.

PEREIRA, Mario Jorge. *Engenharia de Manutenção: Teoria e Prática*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2011. 228 p.

PEREIRA, R. M. C. *Análise e desenvolvimento de sistema de gestão da manutenção industrial*. 2013. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

RIBEIRO, J. B; GOMES, M. C. *Manutenção preditiva em motores de combustão interna por análise do óleo lubrificante*. 2016. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campos do Goytacazes.

SIMEI, L. C. *A Definição da Manutenção*. Set. 2012. Disponível em: <<http://manutenabilidade.blogspot.com.br/2012/09/a-definicao-da-manutencao.html>>. Acesso em: 23 abril 2017.

XAVIER, J. A. N; PINTO, A. K. *Manutenção: Função Estratégica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012. 413 p.

Recebido em 4/12/2017

Aprovado em 17/12/2017