

ANÁLISE E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NA ÁREA DE MANUTENÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

Nilza Cristina de Sousa Lima (UEPA)

xcristina_lima@hotmail.com

Iury Rocha Alvim (UEPA)

iurywb@gmail.com

Lana Karoline Pinheiro do Nascimento (UEPA)

Lananascimento1@hotmail.com

Isaias de Oliveira Barbosa junior (UEPA)

isaiasbjunior@yahoo.com.br

gabrielly amaral silva (UEPA)

gabriellyamaral05@hotmail.com



Com a preocupação dos fabricantes em cumprir seus prazos de entregas e ainda ter que controlar seus custos, qualquer parada de máquina que não seja programada pode implicar em grandes problemas. Sendo assim, o artigo pretende mostrar como uma possível solução a gestão de manutenção que, embora muitas vezes não seja discutida na fábrica como algo importante, a mesma é aplicada quando uma máquina falha e tem que ser reparada. Sendo assim, através com um estudo de caso que tem por objetivo aplicar indicadores de manutenção e FMEA (Análise dos Modos e Efeito de Falhas) e, assim, demonstrar a importância de uma gestão de manutenção eficiente. A metodologia utilizada foi de natureza aplicada e quantitativa com as ferramentas aplicadas em uma máquina de grande importância para a produção. Baseado em entrevistas e dados disponíveis pela empresa foi selecionada uma máquina como objeto de estudo. A partir disso calculou-se os índices de manutenção e por meio das análises, foi identificado a falha de maior índice e que a sua causa é proveniente pelo manuseio incorreto da máquina por parte do operador. Dessa maneira, notou-se a necessidade de capacitação dos operadores e também um plano de manutenção diferente do que é atualmente utilizado.

Palavras-chave: Manutenção, Índices de Manutenção, FMEA.

1. Introdução

A manutenção industrial pode ser definida como a maneira pela qual é feita a intervenção dos equipamentos, sistemas ou instalações (KARDEC E NASCIF, 2009). Ou seja, diz respeito ao pareamento de todas as atividades técnicas, de gestão e administrativas durante o ciclo de vida de um bem, para mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.

A manutenção é necessária, pois pode de minimizar custos, otimizar as condições de funcionamento, aumentar a vida útil do bem, ela também pode melhorar a segurança no ambiente de trabalho. Logo, a manutenção traz consigo benefícios que vão além do que evitar o atraso da produção.

A expansão industrial trouxe novas metodologias sobre manutenção - que antes não tinham tanta importância para as empresas - por conta do aumento do número e diversidade dos itens físicos a serem mantidos que foram evoluindo e assim aumentando o nível de complexidade sobre a organização da manutenção e as suas responsabilidades.

Sendo assim, o objetivo do artigo consiste em aplicar indicadores de manutenção e ferramentas de análise de falhas numa máquina pré-determinada em uma indústria que produz embalagens plásticas, afim de obter resultados que comprovem a importância de um plano de manutenção adequado para antever problemas, minimizar o número de paradas decorrentes de falhas nos equipamentos e, conseqüentemente, reduzir custos com manutenção, ociosidade de operários, aumentar a produção, vida útil da máquina e o faturamento da empresa.

A pesquisa utilizará como parâmetro para os cálculos, dados históricos do equipamento-chave estudado, e tempos médios registrados pelo histórico da empresa, para calcular os índices de manutenção (confiabilidade, manutenibilidade, disponibilidade); fazer a análise FMEA e com o auxílio de algumas ferramentas será proposto possíveis melhorias.

2. Referencial teórico

2.1. Gestão da manutenção

Segundo Gonçalves (2005), a combinação de todas as ações e técnicas aplicadas aos bens (sistemas, equipamentos e/ou instalações) para otimização do ciclo de vida, isto é, ações que mantenham ou reparem um sistema de modo a restaurar sua condição inicial de bom funcionamento, caracteriza-se como uma manutenção.

Mouta (2011) diz que os objetivos da manutenção industrial têm que ser ligados aos objetivos globais da empresa, já que a manutenção afeta a rentabilidade do processo produtivo. Por isso, afirma também que o segredo é encontrar o ponto de equilíbrio entre benefício e custo que maximize o contributo positivo da manutenção para a rentabilidade da empresa.

Assim, é necessário encontrar um balanceamento entre os conjuntos de ações destinadas a encontrar e a situar o nível de manutenção desejado e/ou necessário. Tal balanceamento entende-se como a gestão da manutenção e, uma eficiente gestão regulariza os gastos evitando que se produzam elevados custos. Por isso é visto também como uma questão estratégica. (MOUTA, 2011)

A maneira pela qual é feita a intervenção para manutenção nos equipamentos, sistemas ou instalações caracteriza os vários tipos de manutenção e, segundo Gonçalves (2005), o modelo de manutenção a ser implantado deve ser em função das características da instalação industrial, devendo ser coerente com os equipamentos existentes e com a sua exploração.

2.2. Classificação da manutenção

Há uma variedade muito grande para classificar a atuação da manutenção, o que acaba gerando confusão na caracterização dos tipos de manutenção. Dessa maneira, é importante uma classificação objetiva dos tipos de manutenção existentes para que se possa gerenciar melhor. Relevante para esta pesquisa apenas quatro foram explanadas.

2.2.1. Manutenção corretiva não planejada

Segundo Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva não planejada vem a ser a correção da falha de maneira aleatória, isto é, uma atuação da manutenção em um fato já ocorrido e

sem preparação do serviço. Por isso, implica em altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda de qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção. Além disso, as paralisações são sempre mais demoradas e a insegurança exige estoques elevados de peças de reposição.

Apesar de todos os transtornos que a manutenção corretiva não planejada causa, nos dias de hoje ainda é o tipo de manutenção mais utilizado pelas empresas. (NOGUEIRA, GUIMARÃES E SILVA, 2012)

2.2.

2. Manutenção corretiva planejada

Nogueira, Guimarães e Silva (2012) afirmam que a manutenção corretiva planejada vem a ser a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra.

Neste tipo de manutenção há grande dependência da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento preditivo e possibilita um planejamento para a execução das tarefas, diferente da não planejada que não há tempo para preparação. Dessa maneira, os custos tendem a ser menores que no tipo de manutenção anterior, pois a falha ou a perda de rendimento é esperado. (NOGUEIRA, GUIMARÃES e SILVA, 2012)

2.2.3. Manutenção preventiva

A manutenção preventiva visa evitar a falha do equipamento ou a queda do seu desempenho, obedecendo a um planejamento baseado em períodos estabelecidos de tempo. O uso de um intervalo de tempo para a paralização pode gerar duas situações diferentes: a primeira é quando há a desativação do equipamento antes do necessário para a manutenção do mesmo; a segunda situação é a falha do equipamento antes da parada pré-determinada com base no intervalo de tempo escolhido. (MACHADO e OTANI, 2008; NOGUEIRA, GUIMARÃES e SILVA, 2012)

Por isso, uma boa manutenção preventiva tem a determinação dos intervalos de tempo bem definidos e, segundo Nogueira, Guimarães e Silva (2012), realizada por pessoas experientes, que conheçam o equipamento a ser mantido, seguindo as informações do fabricante e, principalmente, dependendo das condições climáticas em que estes se encontram.

De acordo com Marcorin e Lima (2003), é importante ressaltar que, para cobrir a imprevisibilidade das falhas, Além do estoque elevado, a manutenção preventiva apresenta o inconveniente de intervenções muitas vezes desnecessárias, que reduzem a produtividade e elevam o custo operacional total. No entanto, esse tipo de manutenção pode ser a melhor alternativa para equipamentos e/ou peças que apresentam desgaste em ritmo constante e que representam um custo baixo, em comparação com o custo da falha, podendo-se prever estoques adequados e seguros.

2.2.4. Manutenção preditiva

Kardec e Nascif (2009) define a manutenção preditiva como “atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição de desempenho, cujo acompanhamento obedece uma sistemática”. Afirma também que “através de técnicas preditivas é feito monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, é realizada através de uma manutenção corretiva planejada”.

Vem a ser, segundo Nogueira, Guimarães e Silva (2012), nada mais que uma manutenção preventiva baseada na condição do equipamento, possibilitando maior disponibilidade, já que a intervenção ocorrerá apenas quando o equipamento estiver próximo ao limite estabelecido previamente pela equipe de manutenção, evitando também paradas desnecessárias e desperdício de peças.

Kardec e Nascif definem as condições básicas para se adotar a manutenção preditiva:

- a) O equipamento, o sistema ou a instalação devem permitir algum tipo de monitoramento/medição;
- b) O equipamento, o sistema ou a instalação devem merecer este tipo de ação, em função dos custos envolvidos;

- c) As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada;
- d) Seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado.

2.3. Índices de Manutenção

Kardec & Nascif (2009) afirma que essas os índices fazem parte do cotidiano da manutenção e todos possuem característica probabilística.

2.3.1. Confiabilidade

A confiabilidade é definida de maneira muito semelhante por diversos autores e possuem pontos de convergência que são: probabilidade, função/missão, tempo e condições. Por isso, pode ser definida como a probabilidade condicional de um sistema ou componente cumprir a sua missão dentro do tempo previsto e sujeito a um funcionamento normal sem avarias. (N'DONGA, 2010)

Complementando o outro autor, Kardec & Nascif (2009) também afirma que a confiabilidade é a probabilidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições definidas de uso durante um intervalo de tempo estabelecido. Berquó (2014) define também confiabilidade como sendo a probabilidade de um sistema ter um desempenho satisfatório, durante certo intervalo de tempo, em determinadas condições. A mesma pode ser expressa pela seguinte Fórmula (1):

$$R(t) = e^{-\lambda t} \tag{1}$$

R (t) = confiabilidade a qualquer tempo

e = base dos logaritmos neperianos (e = 2,718)

λ = taxa de falhas (número de falhas / número de horas de operação)

t = tempo previsto de operação

2.3.2. Disponibilidade

Berquó (2014) classifica disponibilidade como a probabilidade de que o sistema estará operacionalmente disponível, quando acionado de uma forma aleatória num ponto do tempo. A disponibilidade pode ser classificada em três: inerente, técnica e operacional, contudo para o presente artigo somente será levada em consideração somente a inerente.

A disponibilidade inerente, segundo Kardec & Nascif (2009), implica o fato de somente se levar em conta o tempo de reparo, excluindo do tempo médio para reparos todos os demais tempos – tempo de espera, logística, deslocamentos e etc. A sigla TMEF na disponibilidade inerente leva e consideração apenas as manutenções corretivas, a sua Fórmula (2) pode ser expressa assim:

$$\textit{Disponibilidade Inerente} = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100 \quad (2)$$

TMEF = Tempo médio entre falhas

TMPR = Tempo médio para reparos

2.3.3. Manutenibilidade

A Manutenibilidade (ou Mantenabilidade) pode ser conceituada como sendo a característica de um equipamento ou instalação permitir um maior ou menor grau de facilidade na execução dos serviços de manutenção (KARDEC & NASCIF, 2009). Outro conceito é trazido por Bequió (2014) como mantenabilidade é uma característica de equipamento ou instalação, que é expressa como a probabilidade de um item ser restaurado a uma condição definida, dentro de um determinado intervalo de tempo, quando a manutenção é feita de acordo com os procedimentos e recursos técnicos logísticos especificados. Sua Fórmula (3) está expressa a seguir:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (3)$$

$M(t)$ = a função manutenibilidade, que representa a probabilidade de que o reparo comece no tempo $t = 0$ e esteja concluído, satisfatoriamente, no tempo t (probabilidade da duração do reparo).

e = base dos logaritmos neperianos ($e = 2,718$)

μ = taxa de reparos (número de reparos efetuados / total de horas de reparo do equipamento)

t = tempo previsto de reparo.

2.4. Análise dos modos e efeito de falhas (FMEA)

Análise dos modos e efeito de falhas, mais conhecido pela sigla em inglês FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é, segundo Kardec e Nascif (2009), uma abordagem que auxilia na identificação e priorização de falhas potenciais em equipamentos, sistemas ou processos, que hierarquiza as falhas potenciais e fornece as recomendações para as ações preventivas. O FMEA tem por objetivo principal analisar as falhas, determinar os efeitos de cada uma e solucioná-las.

Os especialistas indicam que há três níveis de FMEA: projeto, processo e sistema

- FMEA no projeto: relacionado as falhas que poderão ocorrer no produto, dentro das especificações do projeto, focaliza em eliminar as falhas;
- FMEA no processo: relacionado as falhas que poderão ocorrer no planejamento do processo, levando-se em consideração as não conformidades apresentadas no produto, focaliza em como o equipamento é mantido e operado;
- FMEA no sistema: se preocupa com as falhas potenciais e gargalos no processo global, como uma linha de produção.

3. Metodologia

O estudo é de natureza aplicada, onde objetiva gerar conhecimentos práticos e dirigidos à solução de problemas específicos (Silva e Menezes, 2005). Também caracterizado como uma

abordagem quantitativa e descritiva, procurando descrever e traduzir, através de números, os conhecimentos gerados de uma realidade, normalmente através de diversas fontes de coletas de dados, como: documentação, registros de arquivos, entrevistas, observação direta e artefatos físicos. (SILVA E MENEZES, 2005; LACERDA, 2007; YIN 2015)

No presente estudo de caso, utilizou-se duas técnicas de coletas: registros históricos fornecidos pela empresa e entrevistas com responsáveis da área de manutenção. A empresa estudada dispõe no seu local de fabricação o total de 23 máquinas, onde a entrevista foi necessária para avaliar qual desses equipamentos é crucial na fabricação, levando em consideração problemáticas acerca do material desperdiçado, quantidades de paradas e quais os erros que as ocasionam.

Após essa análise, os registros foram averiguados afim de contabilizar a frequência de falhas e paradas desse maquinário, média de parada e o seu tempo de manutenção para o desenvolvimento dos cálculos necessários para o estudo. Com tais dados realizou-se os cálculos dos índices e também o FMEA com a análise da frequência e nível de criticidade. Logo em seguida aplicou-se ferramentas da qualidade com intuito de solucionar ou propor melhorias para o maquinário.

4. Estudo de caso

A empresa está localizada na cidade de Castanhal, no estado do Pará e é responsável pela fabricação de embalagens plásticas sob encomenda. A fábrica trabalha desde o beneficiamento do polietileno, para o surgimento do plástico, até o corte e solda da embalagem.

A mesma dispõe para a fabricação das embalagens plásticas um maquinário de 6 (seis) impressoras, 4 (quatro) extrusoras, 2 (duas) laminadoras, 4 (quatro) rebobinadoras e 7 (sete) máquinas de corte e solta.

No que se refere a manutenção desse maquinário, a empresa aplica a corretiva não planejada, atuando no maquinário apenas quando ocorre um defeito ou falha aparente, ocasionando a parada dessas máquinas. A equipe de manutenção é composta por 3 funcionários, um chefe de

manutenção, que possui um curso técnico de automação industrial, e outros dois operários que não possuem cursos técnicos.

4.1. Equipamento chave

A rebobinadora é a última máquina de todo o processo da fabricação da embalagem e é responsável pelo corte e alinhamento de bobinas grandes de embalagens para bobinas menores e a cautela em sua operação é indispensável, já que problemas em sua ação ocasionaria em produtos defeituosos e recursos desperdiçados das etapas anteriores.

Apontou-se esse equipamento como o prioritário para a análise, identificando as três falhas mais recorrentes, de acordo com os registros da empresa:

- i) Desalinhamento do corte;
- ii) Falha do rolamento do sensor;
- iii) Lâmina de corte não amolada.

5. Análise dos indicadores

Os cálculos dos indicadores foram realizados através da extração de informações dos registros fornecidos. Tais informações foram coletadas dos dois turnos de 4 (horas), totalizando 8 (oito horas) de funcionamento da empresa.

Coletou-se, em um período de 3 meses (90 dias), a número de falhas do maquinário estudado, tempo entre a ocorrência de falhas, duração das falhas, e quantidade e tempo de reparo dessas.

5.1. Confiabilidade

Primeiramente, calculou-se a taxa de falhas, usando o número de falhas registrados nesse período de 3 meses: 208 falhas, e o tempo de operação: multiplicando os dias coletados e a carga horária diária da empresa.

$$\lambda = \frac{208}{90 \times 8}$$

$$\lambda = 0,288$$

Assim, obtivemos a confiabilidade da máquina para um dia e uma semana. A confiabilidade para um dia foi de, aproximadamente, 9,9% da máquina não parar.

$$R(t) = e^{-0,288 \times 8}$$

$$R(t) = 0,099$$

Ou seja, a rebobinadora tem a confiabilidade de 9,91% de probabilidade de não parar no período de um dia, no turno de 8 horas. Os resultados encontrados provam que a confiança do funcionamento é baixíssima, o que é preocupante devido ao grau de importância das ações da máquina. As falhas são frequentes e afetam a produtividade da empresa, já que haverá a parada indesejada da rebobinadora em momentos frequentes e em curto espaço de tempo

5.2. Disponibilidade

Apesar da frequência de falhas, o tempo em manutenção da máquina é considerado baixo. A média do tempo de manutenção/reparo é de 0,127 hora e a do tempo entre a ocorrência de falhas é 1,267 hora.

Através do cálculo de disponibilidade, constatou-se que a máquina tem a disponibilidade de 90,88% de executar a sua função, com menos de 10% da sua disponibilidade para a manutenção.

$$\text{Disponibilidade Inerente} = \frac{1,267}{1,267 + 0,127} \times 100$$

$$\text{Disponibilidade Inerente} = 90,88 \%$$

5.3. Manutenibilidade

A manutenibilidade é a facilidade de concerto da máquina, levando em consideração, principalmente, o tempo de reparo e a quantidade de falhas que foram encontrados nos registros da manutenção.

Chegou-se no valor da taxa de reparos:

$$\mu = \frac{208}{26,44}$$

$$\mu = 7,86 \text{ h}$$

Usando o tempo médio de 0,127 hora (7,6 minutos) de reparo da empresa, obteve-se uma porcentagem de 63,14% de facilidade para a execução de manutenção da máquina.

$$M(t) = 1 - e^{-7,86 \times 0,127}$$

$$M(t) = 0,6314$$

Para uma melhor análise, aumentou-se esse tempo de reparo previsto, para se chegar em um percentual mais satisfatório. Assim, com uma média de 0,166 hora (10 minutos) a manutenibilidade da máquina foi para 72,87% e com o tempo de 0,2 hora (12 minutos), obtivemos um percentual de 79,23%.

$$M(t) = 1 - e^{-7,86 \times 0,166}$$

$$M(t) = 0,7287$$

$$M(t) = 1 - e^{-7,86 \times 0,200}$$

$$M(t) = 0,7923$$

Logo, observou-se que com um aumento no tempo para 0,2 hora de reparo, a manutenibilidade do maquinário é mais certa. Porém, é válido ressaltar que com o aumento do tempo maior será a parada da máquina, acarretando um agravante em sua produtividade.

5.4. Análise do Modo e Efeito de Falha – FMEA

A seguir, nas Tabelas de 1 a 3, tem-se as análises do modo efeito de falha para as falhas mais comuns relatadas anteriormente.

Tabela 1 – FMEA para falha de desalinhamento do corte

Componentes NPR	Classificação	Peso
Frequência da Ocorrência (F)	Alta	9
Gravidade da Falha (G)	Pouca Importância	2
Detectabilidade (D)	Alta	1
Índice de Risco NPR	Baixo	18

Fonte: Autores (2017)

Tabela 2 – FMEA para falha do sensor com a bobina

Componentes NPR	Classificação	Peso
Frequência da Ocorrência (F)	Pequena	5
Gravidade da Falha (G)	Grave	8
Detectabilidade (D)	Alta	1
Índice de Risco NPR	Baixo	40

Fonte: Autores (2017)

Tabela 3 – FMEA para falha da lâmina desamolada

Componentes NRP	Classificação	Peso
Frequência da ocorrência (F)	Pequena	5
Gravidade da falha (G)	Moderadamente Grave	5
Detectabilidade (D)	Alta	1
Índice de Risco NPR	Baixo	25

Fonte: Autores (2017)

5.5. Análise da Causa-Raiz de Falha

Para a análise da causa-raiz, o problema selecionado foi a falha do sensor da rebobinadora com a bobina colocada, pois foi a que apresentou maior índice de risco. Então, foram respondidos os três questionamentos desta análise: causa da falha, o efeito provocado e o modo de falha apresentado:

- a) Causa: Ocorre quando o rolamento que alinha a bobina maior através do sensor trava e não movimentada a bobina até o exato local de alinhamento;
- b) Efeito: A máquina não inicia o corte e alinhamento;
- c) Modo de Falha: O sensor não consegue ler a bobina descentralizada.

Após respondidos tais questionamentos, aplicou-se a ferramenta dos cinco porquês para melhor compreensão da causa raiz da falha. A mesma segue abaixo no Quadro 1.

Quadro 1 – Análise dos cinco porquês para a falha do rolamento do sensor

Pergunta	Resposta
Por que a máquina não inicia o corte e o alinhamento?	O sensor não conseguiu ler a bobina
Por que o sensor não conseguiu fazer a leitura da bobina?	A bobina estava desalinhada
Por que a bobina estava desalinhada?	O operador não alinhou a bobina com o sensor
Por que o operador não alinhou a bobina com o sensor?	O operador não recebeu treinamento para utilizar a máquina
Por que o operador não recebeu treinamento para utilizar a máquina?	A empresa não investe em treinamento para seus funcionários

Fonte: Autores (2017)

5.6. Técnica 5W1H para a análise de resultados (MASP)

Por último, aplicou-se a ferramenta 5W1H referente ao MASP para a falha de maior índice de risco. Gerou-se um quadro (Quadro 2) para a exposição dessa falha e as possíveis soluções importantes a serem tomadas para a sua reversão.

Quadro 2 – 5W1H para capacitação do operador da máquina

WHAT	Capacitação do operador da rebobinadora
WHY	Devido as falhas de descentralização de bobina ocasionada pelo mau manuseio do operador na máquina
WHERE	Centros de capacitação e treinamento
WHEN	O mais breve possível
WHO	Especialistas em manuseio de máquinas
HOW	Treinamentos acerca da máquina rebobinadora

Fonte: Autores (2017)

6. Considerações finais

Através da aplicação das ferramentas, foi possível identificar a falha de maior índice de risco, a falha do alinhamento do sensor com a bobina, que ocorre quando o funcionário não manuseia o maquinário adequadamente, impossibilitando o início da atividade dessa operação. Assim, foi possível verificar qual a causa-raiz de tal falha, que resultou na ausência de capacitação dos funcionários da manutenção e a necessidade de um plano de manutenção diferente do aplicado atualmente (manutenção corretiva não planejada).

A análise do plano de manutenção atual da empresa resultou em precariedades acerca dos funcionários, paradas frequentes do maquinário e impasses sobre a produtividade do maquinário-chave – que ocasiona paradas não planejadas, tempo de produção superior ao necessário e danos ao produto.

Logo, além da capacitação proposta, é necessário rever o atual plano e implementar na empresa um plano de manutenção preventiva inicialmente, já que a mesma não dispõe de investimento disponível, assim é preciso um tempo maior para gerar o controle e implantar esse tipo de manutenção.

Essa proposta seria a inicial, porém, para a maior efetividade de produtividade, custo e qualidade seria necessário a aplicação preditiva, considerada a mais eficaz para esse sistema de fabricação, onde os turnos são longos e as encomendas são feitas em grande quantidade, logo o maquinário tem sempre que está disponível e obedecer às paradas programadas e em tempo reduzido.

Com a implementação dessas soluções seria possível reduzir danos no maquinário, aumentando sua vida útil, diminuir custo exorbitantes com a manutenção corretiva, preparar funcionários mais capacitados e com melhores funções desempenhadas. Itens importantes para o firmamento da empresa nesse ramo do mercado, onde a melhoria, controle e manutenções eficazes são diferenciais.

REFERÊNCIAS

BELMONTE, Danilo Leal et al. **Gestão da Manutenção auxiliada pela Gestão do Conhecimento**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25, 2005, Porto Alegre. Anais. Bento Gonçalves, 2005. Disponível em: <http://pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/ebook/2005/E-book%202006_artigo%2034.pdf>. Acesso em 19 de abr. de 2017.

BERQUÓ, Jolan Eduardo. **Confiabilidade, Mantenabilidade e Disponibilidade: O trinômio da Operacionalidade**. (2014). Melhore Seus Conhecimentos (MSC), out. de 2014. Disponível em <http://www.dcabr.org.br/download/artigos/msc_49.pdf>. Acesso em 19 de abr. de 2017.

GONÇALVES, César Duarte Freitas. **Gestão da Manutenção de um Sistema de Cozedura na Indústria Cimenteira**, 2005, 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade de Nova Lisboa, Lisboa, 2005.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

LACERDA, Daniel Pacheco et al. Algumas caracterizações dos métodos científicos em Engenharia de Produção: uma análise de periódicos nacionais e internacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2007. Foz do Iguaçu - PR. Anais... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007.

LEMONS, M. A.; ALBERNAZ, C. M. R. M.; CARVALHO, R. A. de. **Qualidade na manutenção**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31, 2011, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_859_18052.pdf>. Acesso em 19 de abr. de 2017.

MARCORIN, W. R.; LIMA, C. R. C.; Análise dos custos de manutenção e de não-manutenção de equipamentos produtivos. Revista de ciência e tecnologia, v. 11, n. 22, p. 35-42, 2003.

MOUTA, Carla Sofia Pereira. **Gestão da manutenção**, 2011, 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electromecânica) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2011.

MEIRE. Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA). **Blog da Qualidade**, 2012. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/analise-de-modos-de-falhas-e-efeitos-fmea/>>. Acesso em: 21 de abr. de 2017.

N'DONGA, João Zola. **Gestão de manutenção orientada à confiabilidade de componentes de aviação da força aérea de nacional de angola (fana)**, 2010, 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2010.

NOGUEIRA, C.F.; GUIMARÃES, L. M.; SILVA, M. D. B. da. Manutenção industrial: implementação da manutenção produtiva total (TPM). **Revista e-xacta**, Belo Horizonte, v. 5, n. 01, p. 175-197, 2012. Disponível em: <<http://revistas2.unibh.br/index.php/dcet/article/view/735/452>>. Acesso em: 18 de abr. de 2017.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, Paraná, v. 04, n. 02, p. 01-16, 2008. Disponível em: <<http://www.labest.eng.ufba.br/sites/labest.eng.ufba.br/files/Texto%203.pdf>>. Acesso em: 18 de abr. de 2017.

SILVA, Edna L.; MENEZES, Estera M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**, 4a ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos**. Bookman editora, 2015.