

MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE

Alexandre Rafael de Moraes

Graduando em Engenharia Elétrica,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Gleiciane Martins de Oliveira

Graduanda em Engenharia Elétrica,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Henrique Alves da Silva

Graduando em Engenharia Elétrica,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Lucas Antônio de Souza Silva

Bacharel em Engenharia Elétrica – UNESP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

Com a evolução da tecnologia no setor industrial, percebe-se a crescente automatização dos equipamentos no processo de produção, desse modo à confiabilidade, eficiência, durabilidade tempo de resposta do serviço de manutenção se torna de extrema importância. Os sistemas industriais trabalham constantemente dentro de seus limites máximos, visando reduzir custos e a garantir a disponibilidade e confiabilidade. Com a necessidade do aumento de produção, a cada dia que passa é necessária nova metodologias para o aumento da eficiência e a diminuição de gastos, principalmente com manutenções. A manutenção é essencial em todo e qualquer equipamento sendo ele elétrico, mecânico, eletrônico. A manutenção centrada na confiabilidade (MCC) também conhecida em inglês por *reability centered maintenace* (RCM) oriundo da indústria aeronáutica, a qual visa o funcionamento de um equipamento, célula de produção, planta ou qualquer sistema funcionar normalmente em condições de projetos, por um determinado período de tempo preestabelecido. O presente trabalho faz uma revisão da literatura disponível, que visa agregar conhecimento aos acadêmicos e profissionais da área, descreve a evolução da manutenção, apresenta a MCC, sua forma de aplicação, as perguntas que busca responder, suas etapas do processo de implantação, discutindo ao fundo algumas delas e os benefícios obtidos com a implantação.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência; indústria; custo-benefício.

1 INTRODUÇÃO

A manutenção centrada na confiabilidade (MCC) sua origem é devido às análises das políticas de manutenção na indústria aérea americana, onde há a determinação das melhores políticas para gerenciar as funções dos itens físicos e suas falhas, que visa aumentar a vida útil dos itens físicos e combater os altos custos de manutenção.

De acordo com Moubray (1997), a MCC se trata de um processo que tem sua utilização voltada para a determinação das funções de um sistema industrial,

com o objetivo de garantir a realização das funções por seus itens físicos. Esse método origina na década de 1960, onde existe uma grande necessidade de aperfeiçoar a confiabilidade e qualidade dos equipamentos, associada a um controle dos custos de manutenção.

Na concepção de Souza e Marçal (2009) a MCC, também conhecida em inglês como *reability centered maintenance* (RCM), é tida como estratégia de gerenciamento voltada à manutenção, com ênfase na função dos equipamentos e sistemas, sua atuação envolve o planejamento, controle e a engenharia de manutenção, baseada exploração e investigação de possíveis falhas de máquinas, conjuntos e sistemas, dessa forma, aplicam-se tratativas corretivas ou preventivas, assim procura-se diminuir ou anular os efeitos e impactos das falhas.

Nos últimos anos, a MCC vem sendo aplicada no setor industrial na busca de excelência nos processos e da garantia da qualidade dos produtos. Em um mercado cada vez mais exigente e competitivo, a inovação dos produtos cresce cada vez mais, a organização busca cada dia mais a qualidade e confiabilidade nos processos produtivos, redução de custos de produção, respeito ao meio ambiente, agilidade, inovação dos produtos e eficiência.

A ideia de Takahashi e Osada (1993) defende o gerenciamento focado na função do equipamento e do sistema, compreendendo todos os níveis de gestão, dando enfoque à confiabilidade, à segurança, à manutenção e às características operacionais do processo de fabricação que são aspectos essenciais para que a qualidade seja alcançada, dentro da quantidade almejada e com custo coerente com as mudanças tecnológicas da sociedade.

Segundo Kardec e Nascif (2012), para alavancar a competitividade da empresa, por meio de um método eficaz de gestão da manutenção, é necessário buscar as melhores práticas disponíveis, observando o estágio atual em que a manutenção se encontra. Dentro dessas práticas se encontram a análise de modos de falhas e seus efeitos (FMEA) e a MCC. A FMEA permite identificar e priorizar falhas potenciais em equipamentos, sistemas ou processos, dessa forma é possível antecipar os modos de falhas conhecidos ou potenciais e recomendar ações corretivas para eliminar ou compensar os efeitos das falhas (LAFRAIA, 2001). A MCC, por sua vez, estudará o equipamento ou o sistema detalhadamente, realizando uma análise de suas possíveis falhas e definindo a estratégia de

manutenção mais correta a ser utilizada, sempre com a preocupação de reduzir ou evitar as consequências das falhas (KARDEC; NASCIF, 2012).

Em comparação com a manutenção tradicional, a MCC se destaca por ter uma visão mais ampla de gerenciamento. De acordo com Garza (2002) a manutenção tradicional se caracteriza por manter o foco no equipamento, com atuação sobre componente, considerando o que pode ser feito, apresentando dados com pouca ênfase e uma documentação reduzida com metodologia empírica e o combate a falhas, não tendo priorização. Já a MCC tem como características o foco na função dos equipamentos e sistemas, buscando preservá-los, considerando o que deve ser feito, apresentando dados com muita ênfase e documentação obrigatória e sistemática, com metodologia estruturada, combatendo as consequências das falhas, com priorização por função.

Dessa forma, tem-se na MCC a técnica mais eficaz para o gerenciamento de sistemas voltados a manutenção, com detalhamento do processo efetuado e das medidas cabíveis para a redução e anulação das possíveis falhas.

2 OBJETIVOS

O trabalho apresenta os tipos de manutenções existentes nas empresas e suas vantagens e como deve ser avaliada sua aplicação para que não ocorra mal aplicação ou uso desnecessário, com foco que foi feito o trabalho na manutenção centrada na confiabilidade, sua forma de aplicação, suas etapas no processo de implantação, e os benefícios obtidos com a implantação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas pesquisas em sítios virtuais, livros, artigos científicos e outros trabalhos de conclusão de cursos que apresentam a implantação da manutenção centrada na confiabilidade.

Foi iniciado com uma pesquisa sobre manutenção e confiabilidade, após uma revisão bibliográfica sobre o tema manutenção centrada na confiabilidade, foram definidos quais os assuntos seriam de grande importância para o tema como: o gerenciamento dos diversos tipos de manutenção, preditiva, preventiva, proativa, corretiva para enfim chegar na MCC, a qual foi apresentada seus conceitos,

métodos, tarefas, a forma de aplicação, as etapas do processo e os benefícios obtidos com a implantação.

4 GESTÃO A MANUTENÇÃO

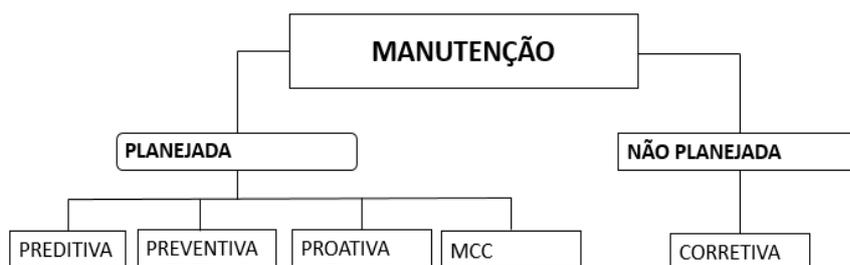
A manutenção existe há muito tempo na vida do homem, ela vem evoluindo e sendo cada vez mais valorizada e priorizada na vida do homem, principalmente na indústria, que tem a necessidade de uma boa manutenção. Pequena tarefa como troca de um parafuso, até troca total do equipamento se encaixa como manutenção. O objetivo da manutenção é tentar eliminar ao máximo ou extinguir qualquer falha nos equipamentos ou uma linha de produção, com intuito de se poder usar ao máximo todo trabalho do equipamento com confiabilidade, dentro de uma indústria (SOUZA; GOMES; FERNANDES, 2004).

Todo equipamento deve ter uma manutenção em algum dia, isso deve variar conforme o tipo e o qual a importância desse equipamento, qual o efeito que ele causa caso ele pare de funcionar, quebrar, qual o prejuízo pela parada da produção na indústria. Uma manutenção deve ser bem planejada e rápida para diminuir ao máximo ou eliminar prejuízos.

Para uma boa manutenção devem ser realizadas inspeções diárias, ser montado serviços de rotinas, monitoramento dos equipamentos e ter uma equipe bem treinada e preparada para tomar uma ação quando há problema no equipamento.

A manutenção evolui e cria alguns conceitos dentro dela procurando aperfeiçoar todo o funcionamento dos equipamentos e processos na indústria. A Figura 1 mostra os tipos de manutenções e como elas estão classificadas (BARAN; TROJAN; SOLA,2013).

Figura 1. Diagrama de Confiabilidade.



Fonte: Adaptado de BARAN; TROJAN; SOLA, 2013.

4.1 Manutenção Preditiva

Com as inspeções diárias e rotineiras em equipamentos, são obtidos dados que demonstram a condição do equipamento e suas peças acopladas, tais como desgaste e o processo de degradação. Esse tipo de manutenção tem como fins antecipar, determinar o tipo de serviço a ser feito em uma peça específica, aumentar a disponibilidade do equipamento e eliminar serviços de emergência podendo atrapalhar a produção. Para identificar essas falhas são feitas diversas análises nos equipamentos tais como vibração, temperatura, pressão, desempenho, para ter esses resultados confiáveis exige equipamentos adequados e capazes de registrar esses fenômenos. Sua vantagem é o aumento de vida útil do equipamento, controle de matérias, melhoria na produtividade, diminuição de estoque e segurança (SOUZA; GOMES; FERNANDES, 2004; SCHNEIDER et al., 2010).

Na manutenção preventiva todas as ações de manutenção são executadas enquanto o sistema apresenta condições operacionais, ainda que com algum defeito, podendo ser realizadas em intervalos de tempo predeterminados, em função da vida útil e do ciclo de operação ou em função de critérios operacionais (FILHO, 2008 apud BARAN; TROJAN; SOLA, 2013, p. 3).

4.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é realizada com o intuito de agir antes que aconteça a falha no equipamento. Esse trabalho é feito para aumentar a confiabilidade e segurança do equipamento, com o objetivo de reduzir ou impedir falha no equipamento. Mesmo planejando a manutenção preventiva através de monitoramento na máquina ou equipamento, ainda está sujeito a falha na troca e manutenção, podendo ser desvantagem em certo ponto (SCHNEIDER et al., 2010).

A manutenção preventiva pode ser observada como intervenção técnica, com propósito de práticas de manutenção previamente determinadas ou substituição de itens, antes da ocorrência de falhas ou avarias operacionais. Essa concepção busca prever a avaria do equipamento de maneira a garantir sua disponibilidade integral para produção. Para Otani et al. (2008), a manutenção preventiva é a verificação de variáveis e parâmetros de desempenho de equipamentos e máquinas, objetivando definir o momento correto da intervenção, com o máximo de aproveitamento do ativo. Utilizar a manutenção preventiva expressa a introdução do fator qualidade na atividade de manutenção. (MAGRINI, 2017, p. 3)

4.3 Manutenção Proativa

É a junção das características de manutenções preventiva, preditiva e corretiva, trabalhando junto para se obter os melhores resultados possível que

influência no equipamento e na produção. Na manutenção proativa ao invés de cuidar das falhas, como nas outras manutenções, irá ser feito um trabalho para remover a falha para que não ocorra novamente (STONNER, 2015).

4.4 Manutenção Corretiva

Esse tipo de manutenção não é muito viável, pois não dá confiabilidade para a máquina, pois só se realiza uma manutenção normalmente quando o equipamento está em um estado crítico, seja por falha ou quebrado, para depois se realizar a manutenção. Separasse a manutenção corretiva em duas situações sendo ocasional, quando a máquina apresenta o defeito, mas não interfere na produção ou qualidade do produto; e a manutenção corretiva inesperada, essa é a mais preocupante, pois essa faz com que tenha de parar a máquina, até mesmo a produção, onde causa prejuízo incalculável para empresa (SCHNEIDER, et al., 2010).

5 MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE

A MCC é uma abordagem criada no final dos anos 60, é derivada da análise das políticas de manutenção na indústria aérea americana, onde houve a determinação das melhores políticas para gerenciar as funções dos itens físicos e suas falhas, que visa aumentar a vida útil dos itens físicos e combater os altos custos de manutenção. (MOUBRAY, 1997; WANG e HWANG, 2004).

Com o sucesso da MCC no setor aéreo e com a elevação dos custos com manutenção no setor industrial, começa a ser aplicada a metodologia no planejamento da manutenção preventiva, visando aumentar a vida útil dos equipamentos e garantir a confiabilidade dos itens físicos.

5.1 Fundamentação

Na busca para determinar uma estratégia de manutenção eficaz, a MCC diferente da manutenção tradicional foca na função e não no equipamento, a qual busca reduzir ou até mesmo evitar o encadeamento de uma falha, assim o seu objetivo é preservar a função do item físico privilegiando as necessidades do processo de produção (MOUBRAY, 1997).

A MCC tem objetivos diferentes da manutenção tradicional. O Quadro 1 faz uma comparação entre as características e modelos de manutenção da tradicional e da MCC.

Quadro 1. Características entre manutenção tradicional com a MCC.

| Características | Manutenção Tradicional | MCC |
|-----------------|------------------------|---------------------------|
| Foco | Equipamento | Função |
| Objetivo | Manter o equipamento | Preservar a função |
| Atuação | Componente | Sistema |
| Atividades | O que pode ser feito | O que deve ser feito |
| Dados | Pouca ênfase | Muita ênfase |
| Documentação | Reduzida | Obrigatória e sistemática |
| Metodologia | Empírica | Estruturada |
| Combate | Falhas | Consequências das falhas |
| Normalização | Não | Sim |
| Priorização | Inexistente | Por função |

Fonte: Extraído de SIQUEIRA, 2009.

5.2 Processo de Implantação

Segundo Moubray (1997) afirma que para os ativos físicos continuar a fazer o que seus usuários querem que eles façam é necessário realizar a manutenção. A Manutenção centrada em confiabilidade é um processo usado para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico continue operando normalmente sem interrupções.

A MCC pode ser aplicada de diferentes formas, apesar de haver semelhanças em sua abordagem e objetivos, pode variar no número de etapas, ordem de implantação e ferramentas utilizadas, que dependera da necessidade do processo ou pela forma de trabalho do responsável pela implantação (BACKLUND, 2003).

As etapas do processo de implantação da MCC podem ser resumidas em sete etapas, demonstradas no Quadro 2 (MOUBRAY, 1997; SMITH; HINCHCLIFFE, 2004).

Quadro 2. Etapas da MCC.

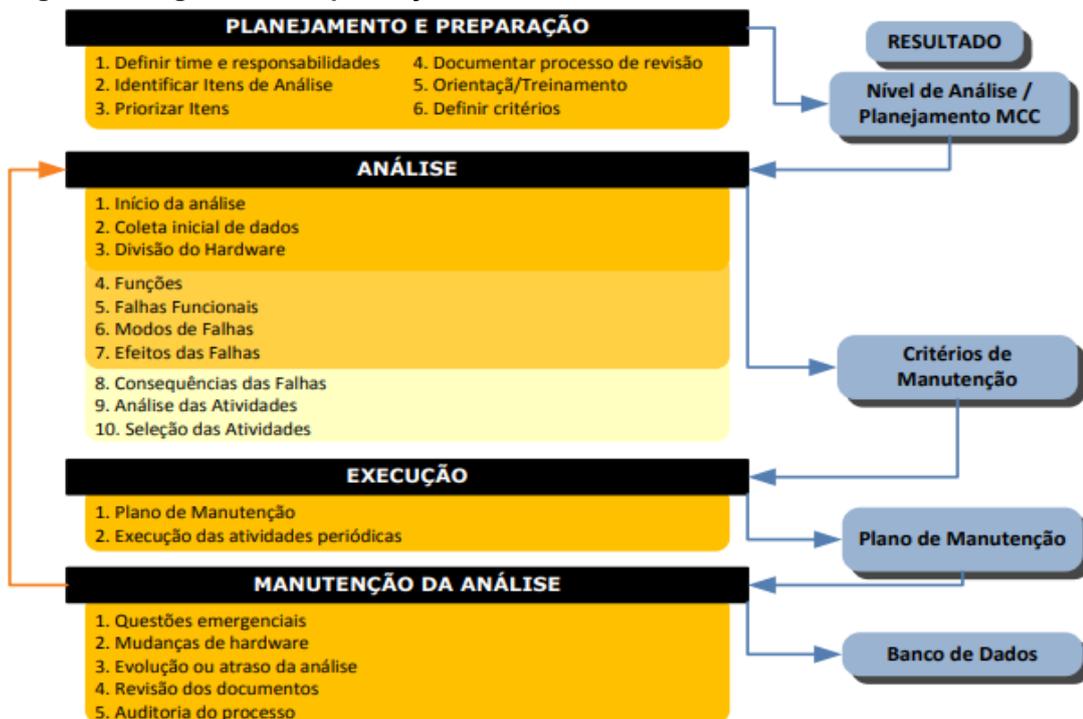
| | |
|---|---|
| Etapa 1: Identificação das Funções do Sistema | Etapa 5: Avaliação da Efetividade das Atividades |
| Etapa 2: Análise dos Modos de Falha e Efeitos | Etapa 6: Seleção das Atividades Aplicáveis e Efetivas |
| Etapa 3: Seleção das Funções Significantes | Etapa 7: Definição da Periodicidade das Atividades |
| Etapa 4: Seleção das Atividades Aplicáveis. | |

Fonte: Adaptado de MOUBRAY, 1997; SMITH; HINCHCLIFFE, 2004.

Segundo Siqueira (2009), ainda é possível aperfeiçoar o cálculo de frequência das atividades propondo-se uma etapa adicional para o processo de implantação da MCC. Esta etapa pode ser definida como etapa 8 (qual a frequência ideal para as tarefas?)

Os processos de análise e prováveis relacionamentos, que podem estar presentes em cada etapa da implantação da MCC, se tiverem resultados positivos, pode-se avançar as etapas, como demonstra a Figura 3.

Figura 3. Diagrama de Implantação da MCC.



Fonte: Extraído de LEVERETTE, 2006.

5.3 Análise de Falhas

Segundo Moubray (1997), falha é a alteração nos equipamentos que já não conseguem mais trabalhar na nominal que foram projetados. Identificada às funções de trabalho, acompanhamos o regime de funcionamento do mesmo para ver sua queda de rendimento.

Uma análise de falha se aplica ao decorrer de um processo, seja durante o funcionamento de uma linha de produção ou máquina, também ocorre durante a implantação de um sistema, até mesmo no papel, quando identificado facilita na correção antes mesmo de causar um problema ou prejuízo maior. A aplicação do MCC pode ser feita durante, ou antes, do processo de funcionamento, fazendo

algumas análises do processo e funcionamento pode ser aplicado outro tipo de manutenção.

5.4 Efeito das Falhas

Segundo Smith e Hinchcliffe (2004), essa etapa guia a análise de falhas sobre as consequências das falhas, obtendo a relação entre as falhas que causam efeito no sistema e as falhas do funcional não prejudicial ao sistema.

Conseguindo que as pessoas da manutenção executem mais tarefas nas preditivas visando um futuro melhor para a empresa e tentando atingir zero de parada por manutenção corretiva, afetando menos a produção.

5.5 Benefícios da MCC

Estima-se que a MCC corretamente aplicado aos sistemas de manutenção existentes tenha uma redução significativa da quantidade de trabalho de rotina, e trabalhos de emergência, entre 40 a 70%, 10 e 30%, respectivamente do total de trabalhos (KARDEC; NASCIF, 1999).

O uso de diversas técnicas e ferramentas em uma única metodologia para uma melhor aplicação na manutenção reduzindo gastos desnecessários, aumento da eficiência, melhor custo-benefício procurando extinguir falhas, que pode gerar grandes perdas. A aplicação da MCC só ajuda acarretar grandes benefícios às empresas, a máquina ou o processo em que se utiliza a MCC trabalha com mais segurança, proteção, desempenho e eficiência.

Utilizar a manutenção tradicional é um processo mais fácil quanto a MCC, porém quando se comparadas a valores e objetivos a MCC tem um destaque que da mais vantagem.

6 CONCLUSÃO

Com base nas pesquisas em artigos científicos, sites, relatórios e livros, o artigo apresenta a conclusão na eficiência da utilização da MCC comparada à manutenção tradicional, para ser utilizada em um processo na indústria e adaptando a política de manutenção nas mais diversas áreas de maquinários e processos de fabricação, pois o foco da MCC está na função que o item físico exerce no sistema, e não nos itens separadamente.

Existem diversos tipos de manutenções já conhecidos e aplicados na indústria, mas a utilização de um plano de manutenção mal planejada ou aplicado, pode causar prejuízo a indústria, e ao invés de trazer benefícios ao equipamento prejudica o seu trabalho e funcionamento. Todos os equipamentos utilizados na medição de dados são utilizados para gerar os relatórios deve ter uma atenção especial, devem estar em perfeitas condições e em com bom funcionamento, para os dados gerados ser confiáveis e o mais preciso possível, caso esses dados não estiver correto o sistema e aplicação da MCC será comprometida.

O caminho da metodologia deve ser seguido, sem pular nenhuma etapa do processo, o qual é fundamental para levantar os dados necessários para implantar no processo de manutenção os procedimentos da MCC.

REFERÊNCIAS

BACKLUND, F.; AKERSTEN, P. A. RCM introduction: process and requirements management aspects. *Journal of Quality in maintenance Engineering*, v. 9, n. 3, p. 250-264, 2003.

BARAN, L. R.; TROJAN, F.; SOLA, A. V. H. Manutenção centrada em confiabilidade (mcc) aplicada na redução das falhas funcionais em um sistema de tensionamento. 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_011_21956.pdf. Acesso em: 28 maio 2018.

GARZA, L. A Case Study of the Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) in the Acquisition of the Advanced Amphibious Assault Vehicle (AAAV). 2002. 85 f. Thesis (Master) – Naval Postgraduate School, United States Navy. California, 2002.

KARDEC, A; NASCIF, J. *Manutenção: Função Estratégica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 440 p., 2012.

LAFRAIA, J. *Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade*. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras 2001.

LEVERETTE, J. C. *An Introduction to the US Naval Air System Command RCM Process and Integrated Reliability Centered Maintenance Software*. In: RCM 2006 - The Reliability Centred Maintenance Managers' Forum. 2006. Anais.: p. 22-29.

MAGRINI, V. A. *Manutenção centrada na confiabilidade (MCC): estudo aplicado ao processo de manutenção de locomotivas visando redução de custos*. 2017.

Disponível em: www.aprepro.org.br/conbrepro/2017/down.php?id=2933&q=1>. Acesso em: 28 maio 2018.

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

Is Streamlined RCM Worth the Risk? Revista Maintenance Technology Online. Barrington, IL, USA, jan/2001. Disponível em <<http://www.mt-online.com/articles/01-01mm.cfm>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Reliability Centered Maintenance Guide for Facilities and Collateral Equipment. Washington, 356 p., 2000.

SCHNEIDER, C. F.; PERINAZZO, R. V.; SOUZA, A. S.; MAHLER, M.; TAUCHEN, J. A. Manutenção preventiva: Estudo de caso em um comércio varejista de automóveis seminovos. 2010. Disponível em: http://www.fahor.com.br/publicacoes/saep/2010_manutencao_preventiva_varejo_veiculos.pdf> Acesso em: 26 maio 2018

SIQUEIRA, Y. P. D. S. Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação. 1ª (Reimpressão). ed. Rio de Janeiro: Quality mark, 2009.

SMITH, A. M.; HINCHCLIFFE, G. R. RCM: gateway to world class maintenance. 2ª. ed. Burlington: Elsevier Butterworth–Heinemann, v. 1, 2004.

SMITH, A. M. Reliability-Centered Maintenance. 1ª. ed. Boston: McGraw-Hill, 1993.

SOUZA, A. V.; GOMES J. C.; FERNANDES R. S. Manutenção e lubrificação de equipamentos. QUALIDADE DA MÃO DE OBRA NA MANUTENÇÃO. 2004. Disponível em: http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_5.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2018.

SOUZA, J. B.; MARÇAL, R. F. M. Reability Centered Maintenance (RCM) e Failure Mode and Effects Analysis (FMEA): uma reflexão teórica-analítica. Artigo, XVI SIMPEP, 2009.

STONNER, R. Manutenção proativa. 2015. Disponível em: <https://blogtek.com.br/manutencao-proativa/>>. Acessado em: 29 jun. 2018.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. TPM/MPT: Manutenção Produtiva Total. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

WANG, C.; HWANG, S. A stochastic maintenance management model with recovery factor. Journal of Quality in Maintenance Engineering.