

CONCEPÇÃO DE UMA PROPOSTA DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DO RAMO DE ÓTICA

¹Klisma Felisardo Nunes Neto; ¹klismanunes21@gmail.com; ¹ Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos – UNITPAC;

²Lucas Oliveira Castro 1; ²lucas.o.castro23@gmail.com 1; ² Centro Universitário Presidente Antônio Carlos – UNITPAC 1;

³Thais Sousa Almeida ³, t1tsa@hotmail.com; ³ Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos – UNITPAC.

RESUMO: *Buscando garantir melhores estratégias para melhoria de desempenho, as empresas voltaram sua atenção para a área da manutenção, seja industrial ou em pequena escala, com o intuito de prevenir falhas dos equipamentos e instalações, garantindo a disponibilidade dos mesmos. Desta forma, o presente artigo tem como objetivo implantar o planejamento e controle da manutenção (PCM) em uma empresa de pequeno porte, do ramo de ótica, na cidade de Araguaína/TO, executando manutenções preventivas e corretivas, a fim de melhorar a produtividade, qualidade, e disponibilidade dos maquinários. O planejamento da manutenção foi efetuado conforme a demanda da empresa, de modo que as ações executadas venham trazer melhores resultados, com objetivo principal de procurar eliminar as falhas recorrentes nos equipamentos, reduzindo as paradas imprevistas, que acarretam na queda de produtividade, além de aplicar a manutenção preventiva para prolongar a vida útil do equipamento. Os resultados encontrados após o fim da pesquisa-ação na empresa comprovam que a metodologia proposta trouxe eficiência ao processo e atendeu as necessidades da empresa.*

PALAVRAS-CHAVE: *planejamento; manutenção; indicadores.*

ABSTRACT: *In order to guarantee better strategies for performance improvement, the business have turned their attention to the maintenance area, whether industrial or small scale, in order to prevent equipment and installations faults, guaranteeing their availability. In this way, the objective of this article is to implement maintenance planning and control (PCM) in a small company of the optical sector in the city of Araguaína/TO, performing preventive and corrective maintenance in order to improve productivity, quality, and availability of machinery. The maintenance planning was carried out according to the company's demand, so that the actions performed will bring better results, with the main objective of eliminating the recurring faults in the equipment, reducing unforeseen outages, which lead to a decrease in productivity, besides applying preventive maintenance to extend the life of the equipment. The results found after the end of the action research in the company prove that the methodology proposed brought efficiency to the process and met the needs of the company.*

KEYWORDS: *planning; maintenance; indicators.*

1. Introdução

No ritmo acelerado e mudanças constantes, a gestão da manutenção se mostrou cada vez mais crucial no gerenciamento estratégico das empresas, independente do seu porte. A principal função da gestão de manutenção, é garantir o bom funcionamento dos equipamentos e instalações possibilitando melhor eficiência na produção (XENOS, 1998).

A manutenção é um fator essencial para as empresas, e tem por intuito prevenir a degradação dos equipamentos e instalações. As degradações podem apresentar-se como: baixas de desempenho, interrupções na produção, fabricação de produtos com qualidade insatisfatória, poluição ambiental, entre outros. Fatores de desgaste têm uma grande influência na qualidade,

produtividade e eficiência, demonstrando que a gestão da manutenção é indispensável para a melhoria no rendimento da empresa, possibilitando ganhos potenciais (PEREIRA, 2010).

Nessas circunstâncias, a manutenção deve ser competitiva, e operar de forma ambientada com as demais áreas, à vista disso, a empresa mantém suas atividades em conformidade e buscando o melhor desempenho (MONCHY, 1987).

A Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (2013) divulgou o valor aproximado de 4,69% do PIB brasileiro em investimento com manutenção, comprovando a relevância significativa da área, e que a manutenção não deve ser exclusivamente abordada como uma simples prática de reparo.

Apesar da ampla divulgação dos conceitos de manutenção, muitas empresas não atendem aos requisitos mínimos para prevenção de perdas, principalmente as de pequeno porte, onde não são realizadas intervenções e análises para contribuir na otimização do maquinário.

Este artigo tem como objetivo estabelecer um planejamento e controle da manutenção na empresa estudada, com base nos indicadores. Essa primordialidade surgiu devido a carência da temática na empresa, e a proporção corretiva não planejada da manutenção que consequentemente traz altos custos e reduz a disponibilidade dos equipamentos, e acaba prejudicando a competitividade da empresa.

Desta forma, este artigo pode servir como exemplo para outras empresas do estado do Tocantins, ou até mesmo do Brasil que o planejamento e controle da manutenção é essencial, independente do porte da empresa.

2. Referencial Teórico

2.1 Gestão da Manutenção

O vigente papel da manutenção é um vasto desafio gerencial, a visão ordenada do negócio e alteração de padrão e de conceitos trará grandes inovações. As atividades de manutenção envolvem atitudes tomadas no dia-a-dia para precaver ou corrigir eventuais avarias ou falhas que são identificadas nos equipamentos, pelas equipes de manutenção e pelos operadores da produção. Além de conter técnicas de manutenção e atividades gerenciais, conhecidas como

funções de apoio ou funções gerenciais da manutenção (KARDEC E NASCIF, 2009; XENOS 1998).

Costa (2013) afirma que:

[...] mais importante do que limitar a política de manutenção a uma aproximação ou outra, é essencial fazer uso de uma metodologia apropriada de gestão do sistema de manutenção. Sendo assim, o papel da manutenção irá deixar de ser um gasto adicional para a empresa e passará a ser vista como fator estratégico para diminuição dos custos totais de produção [...].

Diante disso, frequentemente são utilizadas duas ferramentas/filosofias de manutenção: Manutenção Produtiva Total (MTP), Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) para planejamento e resolução de inconsistências nos equipamentos.

2.1.1 *Manutenção total produtiva (MTP)*

A TPM tem sua base de operação nas conhecidas seis grandes perdas motivadas pela redução do rendimento operacional geral dos equipamentos: (I) perda por quebras/paradas acidentais, (II) perda por modificação de linha, (III) perda por operação em vazio e pequenas paradas, (IV) perda por velocidade divergente da nominal, (V) perda por defeitos na produção, e (VI) perda por diminuição de rendimento (KARDEC e NASCIF, 2009).

2.1.2 *Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC)*

A RCM é um método que analisa um equipamento ou sistema em suas particularidades, estuda como ele pode falhar e indica a melhor forma de realizar manutenção de maneira a prevenir a falha ou diminuir as perdas provenientes das falhas. Deste modo, é uma ferramenta oferece suporte à decisão gerencial (KARDEC E NASCIF, 2009).

Ainda segundo Kardec e Nascif (2009) os seguintes passos para a execução da RCM são ressaltados:

- Escolha do sistema;
- Definição dos papéis e padrões de desempenho;
- Indicação das falhas operacionais e de padrões de desempenho;
- Análise dos modos e efeitos das falhas (FMEA);
- Histórico de manutenção e reavaliação da documentação técnica;
- Definição de ações de manutenção: tarefas, políticas, frequência.

2.2 Planejamento e controle na manutenção (PCM)

Na manutenção o planejamento é particularmente complicado e delicado, com demandas diversificadas e necessidade mais frequente, suas implicações são maiores que na produção. Os problemas a serem definidos pelo planejamento da manutenção são: dependência da produção; segurança; acompanhar os trabalhos realizados por terceiros; peças de reposição; meios de manutenção especiais; triagem das urgências de intervenções corretivas (MONCHY, 1987).

O PCM deve ser implantado mediante a estruturação de um método de Planejamento e Controle, podendo ser manual ou informatizado. De acordo com Reis et al. (2010) apud Tavares (1987),

“para que os envolvidos com tomada de decisão na área de manutenção possam ter informações confiáveis para basear a sua determinação é preciso que dados sejam buscados e gerados convenientemente no mais breve espaço de tempo possível, produzindo assim, relatórios, tabelas e gráficos com conteúdo preciso”.

O quadro 1 abaixo mostra as vantagens e desvantagens no uso de sistemas de gestão da manutenção manual e informatizado:

QUADRO 1- Sistema de controle manual X informatizado.

	Vantagens	Desvantagens
Controle Manual	- É de fácil e rápida implantação e execução. - Custo baixo. - Permite uma visão global da manutenção. - Aceita menor envolvimento do pessoal para implantação.	- Dispersão dos dados. - Necessidade de um grande número de pessoas para fornecer os dados.
Controle Informatizado	- Processamento de grandes volumes de informações, o que torna mais fácil a apresentação de relatórios. - É mais confiável. - Torna mais rápida a pesquisa de dados históricos dos equipamentos. - Os programas permitem um levantamento atualizado do que está acontecendo e quais os custos.	- Os custos e prazos para implantação são maiores. - Maiores cuidados no treinamento dos responsáveis pelos dados. - Perda da noção do conjunto do plano de manutenção. - Eventuais rejeições por parte dos colaboradores, por não gostarem de fazer “trabalhos demais”

Fonte: Reis et. al., 2010.

2.3 Indicadores da manutenção

Segundo Viana (2006), os indicadores de manutenção além de conduzir os desafios da manutenção, afeta também o seu dia-a-dia. Ainda esclarece que devem apresentar aspectos considerados importantes no processo da planta (linha de produção), e o PCM deve avaliar da melhor maneira o controle do processo, acompanhando o que agrega valor. Destacam-se alguns indicadores que serve como referência quando se fala de manutenção, são eles:

- *Mean Time Between Failures* (MTBF) ou Tempo Médio para Falhas (TMBF): é definido como a divisão do somatório de horas disponíveis do equipamento para o procedimento, pelo número de práticas corretivas neste equipamento no período;
- *Mean Time To Repair* (MTTR) ou Tempo Médio para Reparo (TMPR): consiste na divisão entre o somatório de horas de indisponibilidade da produção devido à manutenção, pela quantidade de intervenções corretivas neste intervalo de tempo;
- Disponibilidade: indica a capacidade de o item estar apto para exercer certa função durante um período determinado. Pode ser calculado levando em consideração os índices de MTBF e MTTR, através da seguinte equação:

$$D\% = \frac{MTBF}{MTTR+MTBF} \times 100 (1)$$

- Produtividade: é definido como a divisão entre a produção real e a produção teórica, dado em porcentagem;
- Qualidade: é o resultado dado em porcentagem, da divisão entre a quantidade de peças boas e o total de peças produzidas;
- *Overall equipment effectiveness* (OEE) ou Eficiência Global do Equipamento: calculado a partir da multiplicação dos três principais índices, através da seguinte equação:

$$OEE = \%Disponibilidade \times \%Produtividade \times \%Qualidade \quad (2)$$

Índice de retrabalho: representa o quantitativo de horas trabalhadas repetidas devido a problemas operacionais. Tem como propósito verificar a qualidade das atividades de manutenção, se as intervenções deverão ser definitivas ou paliativas, estabelecendo um

constante retorno ao maquinário.

3. Metodologia

Foram estabelecidas metas para coletar os dados na empresa, onde após a definição do setor de aplicação foram coletados tempos de trabalho por meio de cronometro a fim de verificar a eficiência produtiva durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2019.

O setor selecionado mostrou maior potencial de melhoria em relação à manutenção, este setor que é chamado de surfaçagem apresenta frequentes quebras e falhas em seus equipamentos, gerando baixa disponibilidade, sendo ideal para implementação das ferramentas de manutenção. Para confecção do plano de ação da pesquisa as seguintes etapas foram executadas:

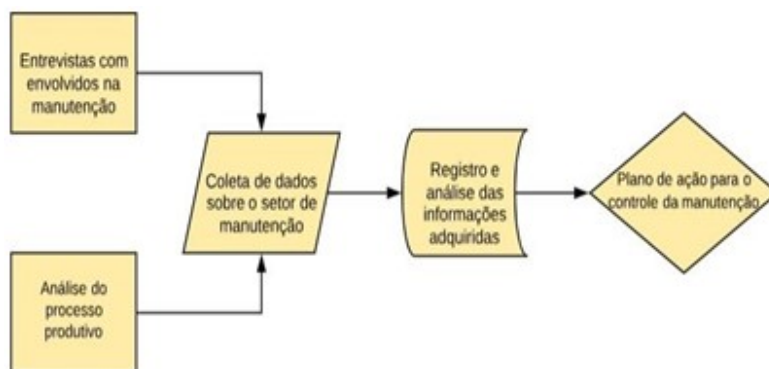


FIGURA 1- Metodologia para modelo de manutenção. Fonte: Autores (2019).

- **Entrevistas com envolvidos na manutenção:** Por meio das entrevistas foi possível notar como é estruturada a área e as razões de não existir um modelo de controle de manutenção ativo;
- **Análise do processo produtivo:** Ocorreu por meio da coleta de dados pertinentes ao processo, e segundo esta análise foi possível estabelecer a criticidade, carência de inspeções e manutenções;
- **Coleta de dados referente ao setor de manutenção:** Reuniu informações em que a empresa se baseia para considerar as melhores decisões. Nesta pesquisa, perceberam-se a inexistência de relatório gerencial, especificações técnicas dos equipamentos presente, e manual de manutenção;
- **Análise e Registro das informações:** Após a conclusão das etapas anteriores, foi realizada uma análise dos dados levantados visando à criação de uma metodologia de controle da manutenção.

3.1 Caracterizando a empresa

O estudo foi empreendido em uma empresa de pequeno porte no ramo de Ótica, método de produção utilizado pela empresa é puxado conforme especificações e necessidade do cliente expostas na receita médica. O produto produzido pela empresa são lentes orgânicas para confecção de óculos de grau.

A produção das lentes é composta por cinco maquinários, local de aplicação do artigo, tendo foco em três, sendo eles o pré-polimento, polimento e o compressor de ar que os alimentam.

3.2 Processo de fabricação das lentes

O processo produtivo das lentes passam por 7 etapas, sendo elas apresentadas na figura 5:

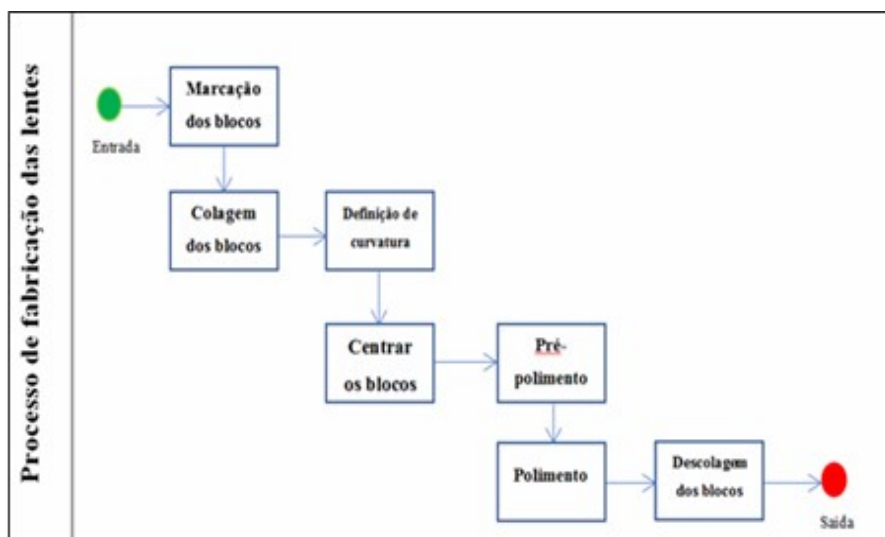


FIGURA 2- Processo de fabricação das lentes. Fonte: Autores (2019).

- **Marcação dos blocos semi acabados:** Marcação das lentes de acordo com a receita médica, definindo o grau que será aderido, e desenho do modelo da lente;
- **Colagem dos blocos semi acabados:** chapa de colagem é anexada ao bloco para utilização no gerador, maquinário de corte da lente;
- **Definição de curvatura da lente:** Através do que foram marcados anteriormente nos blocos, eles são cortados pelo gerador na curva que demanda para dar o grau da receita médica;
- **Centralização dos blocos:** faz os ajustes na espessura da lente após o corte do gerador;
- **Pré-polimento:** define a espessura da lente, e faz o pré-polimento;
- **Polimento:** Polimento da lente para que fique transparente, pois as etapas anteriores às deixam arranhada ao ponto de impossibilitar a visão do cliente;

- **Descolagem dos blocos:** onde são descoladas as lentes para encaminhar à montagem dos óculos.

3.3 Identificação das máquinas gargalo da linha produtiva

Após o mapeamento do processo, foi iniciado estudo de tempos nas operações de pré-polimento, polimento e compressor de ar, para determinação do gargalo da área de superfície.

Todas as medições foram feitas pelos autores para obtenção de dados confiáveis através do cronometro, e são demonstradas no quadro 2 a seguir:

Quadro 2: Tempo de ciclo dos equipamentos gargalo.

Máquina	Tempo de ciclo médio por lente fabricada
Pré - polimento	6 min
Polimento	4 min
Compressor de ar	10 min

Fonte: Autores (2019).

3.4 Tipologia das paradas nas máquinas de gargalo

Em geral as paradas de operação da empresa foram classificadas e divididas em 5 grupos nos equipamentos críticos.

- Parada do processo;
- Setup/troca de maquinário;
- Manutenção corretiva não planejada;
- Horas de trabalho improdutivo;
- Horas não trabalhadas.

3.5 Plano de manutenção

Foi realizado o plano de manutenção para empresa (PCM) Manutenção corretiva:

- Troca de cilindro pneumático (mês de abril);
- Melhoria na máquina de pré-polimento e polimento;
- Melhoria no Motor (recobrimento com cobre).

Manutenção Preventiva:

- Limpeza semanal das máquinas de pré-polimento, polimento;
- Troca de óleo do compressor a cada seis meses como recomendado;
- Esvaziamento do compressor (água condensada) semanalmente.

4. Resultados

A pesquisa foi iniciada no mês de janeiro e concluída no mês de abril, coletando os dados durante 26 dias em turnos de 8h diárias. Através desta coleta inicial, foi realizada uma média mensal de bom funcionamento e tempo de reparo, para posteriormente utilizá-los nos cálculos dos índices MTBF, MTTR e disponibilidade operacional.

A partir da coleta de dados percebeu-se que a quantidade de horas de paradas não planejadas advindas das máquinas gargalo dos processos de pré-polimento, polimento e do compressor de ar, eram decorrentes da inexistência de um programa de PCM adequadamente organizado e aplicado.

As tabelas a seguir demonstram o comportamento do processo durante os que antecedem a intervenção. É importante salientar para comparação e evidência das melhorias realizadas que no mês de abril foi aplicada a manutenção corretiva nos maquinários em estudo, fazendo adaptações e troca de peça defeituosa.

A tabela 1 expõe que para cada 6,5h de bom funcionamento, ocorrem 9 falhas; na qual para cada falha a produção é interrompida em média 0,17h, por isto, o tempo médio de reparo do mês de janeiro foi de 1,5h. O mesmo procedimento foi executado nos meses subsequentes. Os resultados estão dispostos na tabela 1 a seguir:

TABELA 1- Índice de Disponibilidade Mensal.

Meses	Média de bom funcionamento (horas)	Falhas	Média de reparo (horas)	MTBF (horas)	MTTR (horas)	Disponibilidade
Janeiro	6,5	9	1,5	0,72	0,17	81%
Fevereiro	6,3	10	1,7	0,63	0,17	79%
Março	6,0	12	2,0	0,50	0,17	75%
Abril	8,0	0	0	0	0	100%

Fonte: Autores (2019).

Ao analisar a tabela 1, percebe-se que a disponibilidade apresentou decréscimo linear durante os meses de janeiro a março de 2019, tendo a quebra do equipamento antes da intervenção. No mês de abril realizou-se a intervenção, onde a disponibilidade alcançou o resultado esperado de 100% de disponibilidade.

Como já mencionado a empresa onde foi empregado o estudo trabalha com produção puxada, desta forma, os dados presentes na tabela 2 são decorrentes da quantidade de pedidos dos

meses em que foi desempenhada a pesquisa. Os resultados de produção real, teórica e lentes em conformidade foram obtidos através da média diária no mês de janeiro e nos meses subsequentes, multiplicado pelos dias trabalhados. A produtividade é a relação da produção real e produção teórica e o índice de qualidade decorrente da divisão das lentes em conformidade pela produção real.

TABELA 2- Índice de Produtividade e Qualidade Mensal.

Meses	Produção Real	Produção Teórica	Lentes em conformidade	Produtividade	Qualidade
Janeiro	338	416	286	81%	85%
Fevereiro	312	416	234	75%	75%
Março	312	416	208	75%	67%
Abril	416	416	390	100%	94%

Fonte: Autores (2019).

Tais itens demonstram que sem a intervenção realizada, a qualidade no produto final diminuiria inclusive necessidade de retrabalho devido à compensação de graus ou eixo da receita médica. A tabela 03 apresenta os resultados da OEE.

TABELA 3- Resultados da OEE.

Meses	OEE
Janeiro	56%
Fevereiro	44%
Março	38%
Abril	100%

Fonte: Autores (2019).

Durante os meses de janeiro a março foi observado e relatado as horas produzidas e o período em que o operário estava ocioso, devido o tempo de reparo necessário para que o maquinário retorne ao funcionamento adequado. Pode-se notar através das tabelas acima, que o número de falhas mensal interfere diretamente nos índices de produtividade, qualidade e disponibilidade, desta forma, a produção real de lentes é reduzida e o nível de ociosidade aumenta.

Tal fato foi aferido pela quantidade de lentes produzidas nos meses de janeiro a março (em média 320 lentes mensais) em comparação com o mês de intervenção (abril) foi possível verificar a melhoraria na eficiência global com aumento de 30% da produção das lentes somente na eliminação das paradas não programadas.

As melhorias evidenciadas- no OEE só foram alcançadas com a aplicação da manutenção corretiva nos maquinários em estudo, através de adaptações (recobrimento do motor que impossibilitava a eficiência original do compressor) e troca de peça defeituosa (Cilindro pneumático) conforme previsto no PCM. Em seguida, implementada a manutenção preventiva: lubrificação adequada e limpeza semanal dos equipamentos.

Ao realizar a manutenção percebeu-se que as falhas provocadas no processo, eram ocasionadas pelo problema no cilindro pneumático das máquinas de pré-polimento e polimento, que exigia além da capacidade nominal do compressor de ar, pelo vazamento de ar.

Com a troca do cilindro observou-se a não ocorrência do superaquecimento em consequência a diminuição do tempo de ociosidade do operário. Logo se pôde observar que o trabalho não foi interrompido devido às falhas antes existentes. Assim, os índices anteriormente prejudicados, apresentaram excelentes resultados, confirmando a premissa imposta pela necessidade da gestão da manutenção no local.

5. Considerações Finais

O presente artigo abordou a utilização do PCM com base nos indicadores de desempenho, e o cálculo do OEE para medida de eficiência do equipamento e gestão da manutenção.

Através da pesquisa foi evidenciado uma melhoria de 30% do rendimento do equipamento, diminuindo assim a ociosidade do operador e consequentemente impactando positivamente no resultado da empresa.

O atendimento dos objetivos demonstrou vantagens na aplicação do PCM e medidas de eficiência na área de surfacagem como uma ferramenta de busca a melhoria contínua e porventura o alcance da máxima disponibilidade e confiabilidade dos maquinários.

As intervenções foram realizadas em tempo oportuno para visualização das melhorias propostas. A manutenção corretiva planejada permitiu que o gestor não sofresse prejuízo da quebra total da máquina, pois se as mesmas continuassem operando, sem intervenção, ocasionaria a quebra e eventual perda do ativo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS (Bahia) (Org.). A situação da Manutenção no Brasil. Salvador, 2013. 23 slides, color, 25x20. Disponível em: <http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2019. COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

FREITAS, Lais Fulgêncio. **Elaboração de um plano de manutenção em uma pequena empresa do setor metal mecânico de juiz de fora com base nos conceitos da manutenção preventiva e preditiva**. 96f. (Monografia de Bacharelado em Engenharia Mecânica). Juiz de Fora, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 384 p.

MONCHY, François. **A Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial**. 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987. 424 p.

PEREIRA, Mário Jorge. **Técnicas Avançadas de Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2010. 80 p.

REIS, Zaida Cristiane dos; DENARDIN, Carina Desconzi; MILAN, Gabriel Sperandio. **A Implantação de um Planejamento e Controle da Manutenção: Um estudo de caso desenvolvido em uma empresa do ramo alimentício**. In: VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010, Niterói. Disponível em:
<http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10_0268_0981.pdf>. Acesso em fev.2019.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2006. 167 p.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.