

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING À GESTÃO DA MANUTENÇÃO

André Genuino de Santana

Estudante de Engenharia Mecânica, Recife, Brasil, andregenuino.s@gmail.com

André Adriano da Silva Cruz

Professor do Curso de Engenharia Mecânica, UniFG, Recife, Brasil, E-mail,
andre.cruz@unifg.edu.br

RESUMO

Atender a necessidade central do cliente lhe proporcionando satisfação com um viés em combater cada vez mais os desperdícios gerados nos processos produtivos e de manutenção, tem sido o objetivo de várias empresas no cenário atual no mundo. Baseado no modelo conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) que promoveu a produção em escala de carros com qualidade, através da qualificação da mão de obra, redução de estoques, custos, desperdícios, falhas, a manufatura enxuta ou Lean Manufacturing utiliza-se dos processos produtivos e de manutenção, a fim de promover a melhoria contínua. O presente trabalho tem como objetivo principal responder a pergunta: “podemos aplicar a metodologia Lean Manufacturing à gestão da manutenção?”. Trazendo, através de revisões bibliográfica, conceitos, metodologias, filosofias e ferramentas utilizadas na gestão da manutenção baseadas nos princípios do Lean Manufacturing.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, produtividade, gestão da manutenção.

ABSTRACT

Given a need for customer centralization to provide satisfaction with a view in combating the waste generated in the processes of productive maintenance, it has the objective of several companies in the current scenario in the world. Based on the model known as the Toyota Production System (TPS) that promoted the scale production of quality cars, through the qualification of the workforce, reduction of stock, costs, waste, failures, lean manufacturing or Lean Manufacturing - of production and maintenance processes, in order to promote continuous improvement. The main objective of this work is to answer the question: "can we apply the Lean Manufacturing methodology to maintenance management?". Bringing tools through theoretical principles, methodologies, philosophies and tools used in maintenance management, in the basic concepts of Lean Manufacturing.

Keywords: *Lean Manufacturing, productivity, maintenance management.*

1. INTRODUÇÃO

Atender a necessidade central do cliente lhe proporcionando satisfação com um viés em combater cada vez mais os desperdícios gerados nos processos produtivos e de manutenção, tem sido o objetivo de várias empresas no cenário atual no mundo.

Esse processo que vem desde o estudo de mercado e concorrência, passando pelo processo de manufatura e manutenção até a necessidade e satisfação do cliente. Todo esse processo deve ser o máximo de enxuto o suficiente para que uma indústria se estabeleça no mercado altamente competitivo, maximizando os lucros pelo aumento de receita ou pela redução de custos.

Como citado, uma das formas de reduzir os custos em uma empresa é eliminar os desperdícios associados a processos que não criam valor, aumentando a produtividade da empresa. Outro ponto chave é o aumento da eficiência relacionado ao aproveitamento do tempo de funcionamento dos equipamentos e o que fazer para aumentar essa disponibilidade e qualidade na produção.

Baseado nesse modelo de atuação de mercado dentro de uma empresa/indústria, temos a metodologia Lean Manufacturing, ou simplesmente chamada de manufatura enxuta, que nada mais é do que uma forma de gestão voltada na eliminação do desperdício proveniente de um processo, reduzindo desta forma os custos inerentes e criando uma cadeia de valor para toda a hierarquia da empresa ao distribuir responsabilidades de melhoria contínua por todos os Colaboradores. Temos o destaque na imersão total dessa metodologia a Toyota, que colabora para a difusão do conhecimento da filosofia de produção enxuta.

Segundo Brito (1999), após o advento do modelo Fordista de produção em massa, idealizado por Henry Ford em 1913, que contribuiu para redução de custo do produto final em até 2/3 para o carro modelo T, aumentou também a capacidade produtiva para dois milhões de veículos por ano, enquanto a média para cada fabricante era de 1000 unidades através do modelo de produção artesanal em 1920. O modelo Toyota de manufatura surgiu como uma nova proposta gerencial ao sistema de produção em massa de Ford.

Um dos pilares para redução do custo de produção é a qualidade na Manutenção. De acordo com Bazi (2014), a elevação da qualidade contribui para redução dos custos com a manutenção. Nesse contexto, a expectativa de desenvolvimento de novos métodos na manutenção visa à redução dos custos que variam de 2% à 8% no faturamento das empresas segundo Verri (2007) e Xenus (2004).

Com isso, podemos afirmar que Manutenção Produtiva Total é o resultado natural do desenvolvimento do pensamento Lean na área da manutenção de equipamentos. Esta metodologia provou ser um pilar essencial no garante da estabilidade produtiva através da implementação de planos estratégicos na manutenção nas últimas décadas. Um dos objetivos visa a diminuição do número de paragens não planejadas das máquinas por antecipação das avarias, tanto através de manutenções preventivas como de manutenções preditivas.

Este trabalho tem como foco, a partir de uma área de estudo específica, apresentar e contribuir o entendimento do Lean Manufacturing e suas ferramentas aplicadas à gestão da manutenção.

2. MANUTENÇÃO

2.1. Conceito

Manutenção é toda atividade que visa manter o equipamento em plenas condições de operação, de forma a garantir a confiabilidade dos processos, bem como a segurança das operações realizadas. Uma boa manutenção deve garantir uma melhoria do equipamento, da operação, desempenho e confiabilidade. Com isso, alterações de projeto bem como adequações no sistema de gestão colaboram para redução de custo, aumentam a qualidade e capacidade de produção. Um planejamento estratégico de manutenção oferece as ferramentas necessárias para eficiência produtiva (MOTTER, 1992).

É a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante um ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida. Ainda segundo a mesma norma, a gestão da manutenção são todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspectos económicos (NP EN 13306, 2007).

O departamento de manutenção tem objetivos (Kardec, A; Nascif, J, 1998):

- Aumento da disponibilidade;
- Aumento do lucro;
- Aumento da segurança dos trabalhadores e das instalações;
- Redução da procura de serviços;
- Redução de custos.

2.2. História da Manutenção

A evolução histórica da manutenção está dividida por quatro fases a partir do século XX:

Fase 01: De 1901 até 1914 onde a manutenção tinha pouca importância, sem equipes especializadas em manutenção e as indústrias trabalhavam obtendo a máxima produção das máquinas até que estas avariassem ou parassem definitivamente.

Fase 02: De 1915 até 1930, diferente da primeira fase, era a época da “avaria-repara”, em função da Segunda Guerra Mundial decidiram criar um departamento de manutenção, para que houvesse uma preocupação não só em corrigir as avarias, mas também em evitá-las.

Fase 03: De 1940 a 1970, com o desenvolvimento da aviação comercial, houve uma expansão de critérios de manutenção preventiva, uma vez que não havia a possibilidade de executar a manutenção corretiva num avião com este em pleno voo.

Fase 04 – De 1970 até aos dias de hoje, com o aumento da indústria e a expansão dos computadores, sendo mais rápidos com softwares potentes, a manutenção passou a estar inserida nos processos mais sofisticados, tais como de controlo e análise, utilizado no dia-a-dia.

2.3. Tipos de Manutenção

Podemos classificar os vários métodos de manutenção, segundo Xenos (1998):

2.3.1. Corretiva

Manutenção corretiva como àquela que atua para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado. Além disso, o autor classifica a manutenção corretiva como: não planejada (que corrige a falha de maneira aleatória) e planejada (que é a correção do desempenho para patamar inferior ao esperado), Pinto e Xavier (2001).

Para Xenos (1998) este processo causa à empresa um grande custo relativo à manutenção das máquinas. O custo mais elevado é quando a produção pára, tendo custos com a paragem, estando em causa a qualidade e prazos de entrega dos produtos aos clientes.

2.3.2. Preventiva

Manutenção preventiva é aquela que ocorre periodicamente, via inspeções, reformas e trocas de peças antes da ruptura, falha ou limite de vida do equipamento. Ela deve ser a atividade principal e obrigatória nas empresas, e para o seu sucesso, procedimentos padronizados e treinamentos adequados necessitam ser definidos pelos gestores da manutenção (Xenos, 1998).

Pinto e Xavier (2001) afirma que manutenção preventiva é aquela que visa evitar a falha ou queda de rendimento, seguindo planejamento em intervalos definidos de tempo.

Já Kardec et al (2003) determina que manutenção corretiva planejada (Manutenção diferida) é a correção programada ou acompanhada através de métodos preditivos ou detectivos, até que a intervenção seja possível, sem afetar diretamente a produção.

2.3.3. Preditiva

Segundo Kardec et al (2003), Manutenção preditiva é aquela que aponta para a realização de ajustes nas máquinas ou equipamentos apenas quando elas necessitam, porém sem que elas avariem ou parem. Com um acompanhamento directo e constante, é possível prever falhas e saber quando será necessário fazer uma intervenção.

Visa aperfeiçoar as trocas das peças ou reformas dos componentes da produção. A preditiva, normalmente, é feita de forma mais sofisticada e com auxílio de ferramentas de melhor precisão (Xenos, 1998).

Siqueira (2005) determina que Manutenção Preditiva como sendo a busca pela previsão ou antecipação da falha, medindo parâmetros que indiquem a evolução de uma falha a tempo de serem corrigidas.

2.3.4. Produtiva

Manutenção Produtiva é a manutenção que pode ser entendida como a melhor aplicação dos diversos métodos de manutenção, visando a otimizar os fatores econômicos da produção, garantindo a melhor utilização e maior produtividade dos equipamentos e com o custo mais baixo, segundo Xenos (2004).

A manutenção produtiva abrange todas as etapas do ciclo de vida do equipamento desde a sua especificação até o sucateamento, e leva em consideração os custos de manutenção e a produtividade do equipamento ao longo do seu ciclo de vida. Siqueira (2005) afirma que é a manutenção que objetiva garantir a melhor utilização e maior produtividade dos equipamentos.

3. LEAN MANUFACTURING

3.1. História

A origem da filosofia de manufatura enxuta vem do Japão após a segunda guerra mundial. O termo bastante conhecido “Sistema Toyota de Produção” por ter nascido na fabricante de automóveis Toyota, quando o engenheiro Taiichi Ohno e seus colaboradores implementaram uma metodologia de gestão para competir com as automobilísticas americanas.

O termo enxuta (do original em inglês lean) foi incluído no final dos anos 80 por pesquisadores do International Motor Vehicle Program – IMVP, ligado ao Massachusetts Institute of Technology – MIT.

Como resultado da pesquisa uma metodologia em um sistema de produção ágil, flexível, inovador e eficiente.

A manufatura enxuta é incorporada na rotina produtiva das empresas complementando os avanços da indústria 4.0. Com a automação de serviços em grande escala, a troca de dados e a remodelagem de etapas de produção e processos com uso de máquinas, inteligência artificial e computadores, é ainda mais relevante que a qualidade da gestão operacional acompanhe o ritmo dos avanços.

Quando é feita uma revisão e “enxugamento” dos processos a automação e a digitalização entram nas atividades que agregam mais valor, evitando desperdícios de investimentos e baixa eficiência de entregas.

No Brasil, as empresas têm espaço para aumentar o uso de ferramentas, técnicas e métodos de manufatura enxuta. Segundo dados de 2019, de 15 técnicas associadas à produção enxuta, um terço das indústrias de transformação (34%) utiliza de 10 a 15 técnicas, ainda que de forma isolada, mas outros 27% não utilizam nenhuma ou utilizam até 3 técnicas.

As técnicas de produção enxuta estão, atualmente, entre as melhores práticas de gestão de operações aplicadas em sistemas produtivos, sendo determinantes para a competitividade da indústria.

A falta de conhecimento das técnicas e o alto custo de implantação são as principais dificuldades para adoção das técnicas de manufatura enxuta, segundo as empresas consultadas.

A falta de qualificação dos trabalhadores aparece como a terceira dificuldade mais citada. Para auxiliar as empresas e os profissionais interessados em fazer uso da manufatura enxuta, o Sistema SENAI lança cursos rápidos sobre manufatura enxuta, com técnicas para aperfeiçoamento, comparativo dos sistemas tradicional e enxuto, filosofia lean, como ser um consultor ou multiplicador em lean manufacturing.

Com essa capacitação, os profissionais e as empresas ficam preparados para adotar esse modelo de gestão e obter reconhecimento e melhores resultados.

3.2. Fundamentos da metodologia

O Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta, em português) foi a metodologia responsável por revolucionar o sistema de produção ao redor do mundo. O seu principal objetivo é aumentar a eficiência produtiva por meio da eliminação de desperdícios nos processos das organizações.

Desenvolvida por Taiichi Ohno (engenheiro da Toyota, na época), O Lean Manufacturing, tem como principal objetivo o aumento da qualidade e da eficiência nos processos produtivos de uma empresa por meio da eliminação/redução de erros e desperdícios.

Segundo Ohno (1997), o Lean Manufacturing visa eliminar todas as atividades, que demandam tempo, custo e que não agregam valor ao produto. Ohno (1997) ressalta que todo desperdício é o sintoma e não a causa raiz do problema. Na manufatura enxuta devem-se eliminar desperdícios e manter empregos. A manutenção dos empregos garante a melhoria contínua, proporciona a troca de experiências entre os funcionários, que se desenvolvem à medida que interagem com o meio produtivo.

Assim, no pensamento Lean, existe um maior cuidado com a qualidade. Este conceito consagra no cliente e no fazer melhor, o seu objetivo, dessa forma procura-se garantir que não só as linhas de produção, mas também toda a organização se envolva em redor de um mesmo objetivo – assegurar a criação e manutenção de processos de melhoria contínua que permitam garantir a satisfação do cliente (Simões, 2010).

Slack; Chambers; Johnston apud Ferraz (2006) em uma de suas afirmações, alegam que, além dos 7 processos que se aplicam à desperdícios, podemos descartar 04 vinculados a manutenção:

- espera: inclui o tempo ocioso dos trabalhadores em executar uma tarefa, uma peça que demora a chegar ou entrar em uma linha de produção/manutenção, que poderá aumentar o tempo de processamento da

mesma devido a não coordenação das informações a fim de que elas possam chegar aos interessados no momento exato e com o devido detalhamento;

- processamento: ocorre naturalmente nas linhas de produção ou de manutenção, caso os procedimentos e escolha de peças para reparo e produção não forem adequados;
- estoque: se dá quanto há armazenamento excessivo de matéria-prima e de produtos, o que gera um aumento do custo de manutenção dos mesmos. Além disso, o espaço ocupado por esses itens em excesso poderia ser utilizado para outros fins que pudessem gerar valor à empresa;
- defeito: defeitos na produção ou em serviços provocam desperdício material de quatro formas: os materiais são consumidos, a mão-de-obra utilizada não é recuperável, é novamente requisitada para repetir/corrigir o trabalho, e é necessário utilizar recursos sobretudo humanos, para responder a qualquer queixa futura por parte do cliente.

3.3. Ferramentas Lean

A metodologia Lean assenta sempre na conjugação de eliminação do desperdício, envolvimento dos funcionários e esforço no sentido de alcançar a melhoria contínua. Mas para alcançarmos tal êxito, precisamos aplicar as ferramentas dessa metodologia, as mais utilizadas são:

KAIZEN – Sistema de processos de melhoria contínua, através da progressiva implementação e revisão de mudanças no sistema;

JUST IN TIME (JIT) – Procura-se fornecer a quantidade necessária, no momento necessário e não antes do tempo ou maior quantidade – uma vez que isso implica gastos relacionados com o armazenamento de stock – nem abaixo da quantidade ou depois do tempo, visto que isso levaria a gastos relacionados com o tempo de espera e não satisfação do cliente;

5S – A filosofia dos 5S's iniciou-se no Japão visando um conceito de qualidade não só no produto, mas também no ambiente de trabalho. Uma definição aceitável para os 5 S's pode ser a seguinte: Seiri (Senso de Utilização), Seiton (Senso de Organização), Seiso – (Senso de Limpeza), Seiketsu (Senso de Padronização), Shitsuke (Senso de Disciplina);

SMED (Single Minute Exchange Die) – É mais uma das metodologias Lean que tem o objetivo de reduzir o desperdício num processo de fabricação. Fornece uma forma rápida e eficiente de conversão de um processo de fabricação, realizando o produto atual com vista à execução do próximo produto. Esta transição rápida é fundamental para reduzir tamanhos de lotes de produção e, assim, melhorar o fluxo;

TPM (Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total) – É um dos pilares da manutenção Lean. É uma iniciativa para otimizar a confiança e eficácia de determinado equipamento. A TPM assenta na base do termo equipa, aspirando a uma manutenção proativa que envolve toda a organização. A TPM conjuga todo o ciclo de vida de um sistema de produção e constrói um sistema firme que se define pela prevenção de todas as perdas. Consiste principalmente em dotar todos os intervenientes do processo, que tenham contacto com o equipamento, de conhecimentos para aplicar intervenções de manutenção preditiva, obtendo um conhecimento total da forma de trabalhar e ganhando.

3.4. Lean aplicado na Manutenção

TPM (ou MPT) é um programa de manutenção que envolve o conjunto de todos os empregados da organização, desde a alta administração até os trabalhadores da linha de produção. Segundo Mirshawka (1994) a TPM abrange todos os departamentos incluindo-se:

- Manutenção;
- Operação;

- Transportes e outras facilidades;
- Engenharia de Projetos;
- Engenharia de Planejamento;
- Engenharia de Construção;
- Estoques e Armazenagem;
- Compras;
- Finanças e Contabilidade;
- Gerência da Instalação (segurança).

O desenvolvimento da filosofia TPM é suportado por atividades que podem ser representados por oito pilares de sustentação. Cada pilar encontra-se inserido num sistema de gestão integrado, Segundo Sobral (2011).

Para Bormio (2000), na manutenção produtiva total, a preocupação maior é com a relação entre a manutenção e a operação, buscando a melhoria da disponibilidade do equipamento, a sua confiabilidade, busca construir no próprio local de trabalho mecanismos para prevenir as diversas perdas, sempre visando:

- A melhoria do pessoal através de treinamentos adequados;
- A melhoria contínua dos equipamentos, que deverão ser mais eficientes e que contribuam para uma operação com maior confiabilidade;
- Garantir a eficiência global das instalações com o trabalho dentro das especificações;
- Aumentar o ciclo de vida dos equipamentos através de um programa de manutenção via preventiva/preditiva/autônoma;
- Integração de todos os setores envolvidos no plano de elevação da eficiência;
- Criação de equipes de trabalho focadas em melhoria contínua da manutenção;

Segundo Nakajima (1989), a OEE (Overall Equipment Effectiveness” ou eficiência Geral do Equipamento) medirá a eficiência do equipamento e não do operador, mas, como contempla a disponibilidade, qualidade e desempenho do equipamento trarão dados relevantes da produção para as áreas administrativas, não há uma norma de como utilizar os dados fornecidos pelo OEE, cada empresa define as ações que deverão ser tomadas a partir do conhecimento desses indicadores. Porém, são dados bastante robustos para iniciar o trabalho de planejamento de melhorias.

Para avaliar o desempenho do pilar da Manutenção Planejada podem-se utilizar indicadores universais, MTBF, MTTR e OEE, descritos a seguir:

Os indicadores MTBF e o MTTR são indicadores usados há mais de 60 anos no setor industrial, são ferramentas bastante eficientes para a gestão da manutenção e para a gestão financeira de uma indústria. Possibilitam gerar um diagnóstico mais preciso sobre o que vem sendo feito na manutenção dos ativos da empresa.

$$MTBF = (TOP - TF) / NF \quad 31$$

Onde:

MTBF > Tempo Médio entre Falhas (Mean Time Between Fails);

TOP > Tempo de operação prevista;

TF > tempo de falhas;

NF > Número de falhas

Já o MTTR analisa a eficiência nas ações corretivas durante esse período de análise, assim o calculamos da seguinte forma:

$$MTTR = TTPF / NF$$

Onde:

MTTR > Tempo Médio de Recuperação (Mean Time to Recovery);

TTPF > Tempo Total das Paradas das Falhas;

NF > Número de falhas.

Diante dos resultados gerados por esses dois indicadores pode gerar ainda um terceiro indicador, que traz informações relevantes sobre as condições apresentadas por esses ativos, bem como as ações planejadas para que se pudessem manter as condições de utilização.

$$\text{DISPONIBILIDADE} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Porém, devem-se considerar outros fatores para a análise, pois a disponibilidade do equipamento pode ser alta, contudo o fator de qualidade não acompanhar esse mesmo desempenho, afinal não há empresa no mundo que deseje ter uma boa disponibilidade do equipamento sem que se tenha qualidade ou performance do mesmo, para isso deve-se entender o OEE “Overall Equipment Effectiveness” ou eficiência Geral do Equipamento.

Para o cálculo do OEE basta utilizar a seguinte fórmula:

$$\text{OEE} = \text{Fator Disponibilidade} \times \text{Fator Performance} \times \text{Fator Qualidade} \times 100\%$$

Sendo:

Fator de Disponibilidade = tempo total disponível / tempo total planejado;

Fator Qualidade = Qtde peças produzidas – qtde refugo – qtde retrabalho / Quantidade de peças produzidas
32;

Fator de Performance = Quantidade de Peças Produzidas / Quantidade a serem produzidas;

Fator de disponibilidade = Período de Produção / Período de Produção + Tempo de Paradas

4. RESULTADOS E DISCURSÕES

Através de revisão bibliográfica, o presente trabalho buscou trazer o conhecimento conceitual de Manutenção e relaciona com a do Lean Manufacturing aplicada à gestão da manutenção.

É notório que a manufatura enxuta (Lean Manufacturing) na gestão da manutenção é um conceito imprescindível para o sucesso das empresas embora seja pouco explicada no processo de produção, onde há as maiores perdas referentes aos excessos de tempo de espera, perda da disponibilidade das máquinas, entre outros fatores.

Como a manutenção envolve a prestação de serviços a clientes internos (setor de produção) e clientes externos (pessoas físicas, etc.), a aplicação do Lean Manufacturing possibilita várias melhorias no setor de manutenção, que carece de metodologias específicas para coordenar e difundir metodologias efetivas de redução de desperdícios.

Como trazemos nessa revisão bibliográfica, são os pequenos ajustes e planejamentos da filosofia Lean que alcançamos os melhores resultados no produto final e na redução dos custos, levantando as ferramentas utilizadas baseadas no TPM.

Com isso temos a principal resposta para a pergunta inicial, podemos aplicar a metodologia Lean Manufacturing à gestão da manutenção? Sim.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisarmos o Lean Manufacturing inserido à gestão da manutenção percebemos o quão importante é para avaliarmos a evolução dessa metodologia e conceito aplicado nas empresas. Além da aplicabilidade do Lean Manufacturing e Eficiência Global do Equipamento (OEE) na gestão da manutenção.

BIBLIOGRAFIA

- BRITO, A. J. (1999), A inteligência da produção enxuta. VI SEMEAD. Ensaio de Administração Geral. Campinas, São Paulo. Disponível em: <
<http://www.ead.fea.usp.br/semead/6semead/ADM%20GERAL/040Adm%20%20A%20Intelig%EAncia%20da%20Produ%E7ao%20Enxuta.doc>> Acessado em: 29/05/22.
- BAZI, F. L., TROJAN, F. (2014), Análise de falhas: uma visão holística da melhoria contínua através da manutenção produtiva total (TPM) em um estudo de caso. Gestão da Produção e Logística. Revista ADMPG Gestão Estratégica, Ponta Grossa, v. 7, n. 2, p.51-61.
- VERRI, L. A. (2007), Gerenciamento pela qualidade total na manutenção industrial: aplicação prática. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- XENOS, H. G. (1998), Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Desenvolvimento Gerencial.
- MOTTER, Osir. (1992), Manutenção Industrial: O Poder Oculto na Empresa. São Paulo: Hemus.
- PINTO, A. K., XAVIER, J. A. N. (2001), Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymak.
- Kardec, A; Nascif, J (2003), Manutenção: função estratégica. Qualitymark.
- Kardec, A; Nascif, J (1998), Manutenção: função estratégica. Qualitymark.
- SIQUEIRA, Iony Patriota de. (2005), Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- OHNO, T. (1997), O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre, RS: Bookman. xiii, 149 p.
- SIMÕES, F. M. C. (2009), Lean Healthcare – O conceito Lean aplicado à realidade dos serviços de saúde, Dissertação não publicada em Gestão da Tecnologia, Inovação e Conhecimento, Aveiro: Universidade de Aveiro
- MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão L. (1994), TPM á Moda Brasileira. São Paulo: Mcgraw-hill.
- NAKAJIMA, Seiichi. (1989), Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos.
- SOBRAL, (2011), Apontamentos da unidade curricular “Manutenção Produtiva Total e Gestão Lean”, ISEL.