FACULDADE METROPOLITANA DE MARACANAÚ
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CÍCERO LIDIANO FELÍCIO DOS REIS

O APERFEIÇOAMENTO DO TPM EM SETORES INDUSTRIAIS DO ESTADO DO CEARA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MARACANAÚ
2020

CÍCERO LIDIANO FELÍCIO DOS REIS

O APERFEIÇOAMENTO DO TPM EM SETORES INDUSTRIAIS DO ESTADO DO CEARA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção da FACULDADE METROPOLITANA DE MARACANAÚ como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, sob a orientação do Prof. Dr. Túlio Oliveira.

MARACANAÚ

2020

R375a Reis, Cícero Lidiano Felício dos.

O aperfeiçoamento do TPM em setores industriais do Estado do Ceará: uma revisão bibliográfica. / Cícero Lidiano Felício dos Reis. – Maracanaú, 2020.

42 f. ; 30 cm.

Monografia – Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Metropolitana de Maracanaú, Maracanaú, 2020.

Orientação: Dr. Tulio Ítalo da Silva Oliveira.

1. Manutenção Produtiva Total - TPM. 2. Redução de Custo. 3. Indústria. I. Título.

CDD 670

CÍCERO LIDIANO FELÍCIO DOS REIS

O APERFEIÇOAMENTO DO TPM EM SETORES INDUSTRIAIS DO ESTADO DO CEARA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Monografia apresentada no dia 11 de junho de 2020 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção da FACULDADE METROPOLITANA DE MARACANAÚ tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof. Dr. Túlio Ítalo da Silva Oliveira
Orientador – FACULDADE METROPOLITANA DE MARACANAÚ

_____
Prof.ª Dra. Karla Lucia Batista Araújo
Professora – FACULDADE METROPOLITANA DE MARACANAÚ

_____
Prof. MSc. Luiz Claudio Magalhães Florêncio
Professor – FACULDADE METROPOLITANA DE MARACANAÚ

Dedico este trabalho primeiramente a DEUS, único digno de toda honra e toda glória. Ele que me conduziu, dando-me forças e sabedoria, até chegar este momento. Dedico também aos meus pais, irmãos e esposa, por sempre terem acreditado em mim e dado apoio.

AGRADECIMENTOS

Aos meus professores e colegas de curso, a meu orientador prof. Dr. Túlio Oliveira e à empresa onde trabalho e me dedico profissionalmente há 19 anos. Sem o apoio destes, esse trabalho não seria possível.

“Só fazemos melhor aquilo que repetidamente insistimos em melhorar. A busca da excelência não deve ser um objetivo, e sim um hábito.”

Aristóteles

O APERFEIÇOAMENTO DO TPM EM SETORES INDUSTRIAIS DO ESTADO DO CEARA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

RESUMO

Este estudo verificou a aplicabilidade da metodologia TPM nos setores industriais do estado do Ceara. Apresenta uma revisão bibliográfica da atividade de manutenção, destacando as modernas e diferentes formas de sua atuação. Também se realizou a descrição da configuração de um setor de produção na indústria em questão, detalhando a unidade observada nos aspectos relacionados à operação, manutenção e principais melhorias observadas. Assim são feitas sugestões para implementação da metodologia, com base na teoria exposta e na situação encontrada. Por meio da proposta de implementação exposta, pode-se concluir que a metodologia tem forte potencial de viabilizar ganhos para a empresa, através da redução dos custos de manutenção e do número de quebras dos equipamentos. Para atingir esse fim, realizou-se uma pesquisa bibliográfica. A TPM é um conjunto de atividades cujo compromisso está voltado para os resultados positivos dentro de uma empresa ou indústria independente do seu segmento, que tenha interesse em atingir a máxima eficácia do seu sistema de produção e assim elevar ao máximo o ciclo de vida útil dos equipamentos utilizando todos os seus recursos existentes, tendo como objetivo principal a perda zero. É imprescindível elaborar cuidadosamente os fundamentos para um programa TPM bem-sucedido. Daí a importância da formação de uma boa equipe multidisciplinar capaz de pensar e agir de forma adequada durante todo o processo produtivo. O cenário atual extremamente competitivo faz com que as empresas tenham uma busca constante de melhoria de seus processos. As empresas industriais, em particular, precisam garantir uma performance acima dos concorrentes.

Palavras-chave: Indústria. TPM. Redução de custo. Manutenção. Engenharia de Produção.

ABSTRACT

This study verified the applicability of the TPM methodology in the industrial sectors of the state of. Ceara. It presents a bibliographic review of the maintenance activity, highlighting the modern and different forms of its performance. A description of the configuration of a production sector in the industry in question was also carried out, detailing the unit observed in aspects related to operation, maintenance and main improvements observed. Thus, suggestions are made for implementing the methodology, based on the exposed theory and the situation found. Through the exposed implementation proposal, it can be concluded that the methodology has a strong potential to enable gains for the company, through the reduction of maintenance costs and the number of equipment breaks. To achieve this end, a bibliographic search was carried out. TPM is a set of activities whose commitment is focused on positive results within a company or industry independent from its segment, which has an interest in achieving the maximum efficiency of its production system and thus maximizing the life cycle of its customers. Equipment using all its existing resources, with zero loss as the main objective. It is imperative to carefully lay the groundwork for a successful TPM program. Hence the importance of forming a good multidisciplinary team capable of thinking and acting properly during the entire production process. The extremely competitive current scenario means that companies are constantly looking to improve their processes. Industrial companies, in particular, need to ensure performance above competitors

Keywords: Industry. PMS. Cost reduction. Maintenance. Production engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os Oito pilares do TPM 17
Figura 2 - Fatores para determinação do OEE 31
Figura 3 - Sistema de Produção 34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
1.1 Objetivos 11
1.1.1 Objetivo Geral 11
1.1.2 Objetivos Específicos 11
2 REFERENCIAL TEÓRICO 11
2.1 Os Novos Doze Passos do Programa de Desenvolvimento do TPM 15
2.2 OS OITO PILARES DO TPM 17
2.2.1 Melhorias Específicas 17
2.2.2 Manutenção Autônoma 18
2.2.3 Manutenção Planejada 20
2.2.4 Educação e Treinamento 21
2.2.5 Controle Inicial 22
2.2.6 Manutenção da Qualidade 23
2.2.7 TPM em Departamentos de Apoio e Administrativos 26
2.2.8 Segurança e Meio Ambiente 28
2.3 OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) 29
2.4 MÉTRICAS FINANCEIRAS 33
3 METODOLOGIA 36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 39

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia, pode-se observar as empresas em uma incansável busca pela melhoria dos seus produtos e processos a fim de se manterem vivas no mercado, quer através da conquista de novos clientes, quer através da fidelidade dos já existentes. Em outras palavras, o que elas buscam é serem cada vez mais competitivas.

Neste sentido, as companhias têm utilizado diversas metodologias e ferramentas de gestão. Muitas destas abordam a empresa como um todo, outras são mais específicas para determinados setores. Independente da abordagem, essas metodologias estão sempre voltadas para o resultado do negócio.

Na literatura são encontradas inúmeras definições para o TPM, sendo que Bresciani (2009) ressalta que estes conceitos estão em evolução, alterando-se com o avanço tecnológico constante em que vivemos, além disso se modifica de empresa para empresa, pois cada uma aplica esse programa de acordo com suas características e necessidades (BRESCIANI, 2009).

Nestas indústrias, as falhas nos equipamentos geram desde perdas consideráveis de faturamento, com poucas horas de parada, até acidentes com grandes danos materiais, humanos e ambientais.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Verificar a aplicabilidade e implementação da metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total) em setores industriais do estado do Ceara.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar uma revisão bibliográfica atual sobre a atividade de manutenção e o programa TPM (Manutenção Produtiva Total).

- Descrever propostas de aplicações práticas dos conceitos do TPM acerca dos aspectos estruturais e humanos.
- Incentivar estudos e sugestões para modificação dos equipamentos existentes a fim de melhorar seu rendimento.
- Abordar o conceito de engajamento da equipe operacional ressaltando que é possível que os mesmos conduzam a manutenção primária de forma voluntaria.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O TPM (*Total Productive Maintenance* ou Manutenção Produtiva Total): é um sistema desenvolvido no Japão a fim de eliminar perdas, reduzir paradas, garantir a qualidade e diminuir custos nas empresas com processos contínuos. A sigla TPM foi registrada pelo JIPM ("Instituto Japonês de Manutenção de Planta"). A letra "T", de "Total", significa o envolvimento de todos os empregados. O propósito do TPM é atingir o menor número possível de acidentes, defeitos e avarias.

Iniciou-se no Japão na década de 70, em uma das integrantes do Grupo Toyota, a Nippon Denso KK, mas chegou ao Brasil somente em 1986. Derivada da manutenção preventiva, original dos Estados Unidos, teve sua evolução conforme apresentam NASCIF e KARDEC (2009):

- Manutenção Preventiva em 1950: inicialmente adotada dentro do conceito de que intervenções adequadas evitariam falhas e apresentariam melhor desempenho bem como uma maior vida útil nas máquinas e equipamentos
- Manutenção com introdução de melhorias em 1957: criação de facilidades nas máquinas e nos equipamentos, objetivando facilitar as intervenções da Manutenção Preventiva e aumentar a confiabilidade.
- Prevenção de Manutenção em 1960: significa incorporar ao projeto das máquinas e equipamentos a não necessidade da manutenção. Aqui está a quebra de paradigma; a premissa básica para os projetistas é totalmente diferente das exigências vigentes.
- TPM em 1970: vários fatores econômico-sociais imprimem ao mercado exigências cada vez mais rigorosas, o que obriga as empresas a serem cada vez mais competitivas para sobreviver.

O TPM primeiramente foi implementado na indústria automobilística e rapidamente se tornou parte da cultura de corporação de companhias como Toyota, Nissan, Mazda, e seus fornecedores e afiliados. Posteriormente foi utilizado em indústrias de eletrodomésticos, microeletrônicos, ferramentas de máquinas, plásticos, filmes, e muitas outras.

Um grande número de indústrias de processo introduziu o TPM nos últimos anos em indústrias tais como: comida, borracha, refinamento de óleo, produtos químicos, farmacêuticos, gás, cimento, fabricação de papel, ferro e aço, e impressão, dentre outros.

A inovação tecnológica nos anos 80 começou com a eletrônica. A despeito das reduções dos investimentos na fábrica, do número de funcionários e do consumo de energia provocado pela primeira crise de petróleo, o Produto Nacional Bruto (PNB) do Japão cresceu 14%, devido à inovação de tecnologia da fábrica e à instituição da produção com participação total, manutenção e tecnologias de controle de qualidade (Takahashi e Osada, 1993).

O TPM objetiva eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos. Também prepara e desenvolve pessoas e organizações aptas para conduzir as fábricas do futuro, dotadas de

automação. Se as pessoas forem desenvolvidas e treinadas, é possível promover as modificações nas máquinas e nos equipamentos.

Os operadores passam a executar tarefas mais simples, que antes eram executadas pelo pessoal de manutenção tais como lubrificação, limpeza de gaxetas, medição de vibração e temperatura, troca de lâmpadas, sintonia em controladores, limpeza e troca de filtros, substituição de instrumentos, dentre outros, permanecendo a manutenção com as tarefas de maior complexidade.

Em resumo, é verdadeiro afirmar que a pessoa que mais conhece o equipamento e tem condições de afirmar quando bem treinado, onde exatamente está o problema do equipamento é o operador. Este conhecimento e a autonomia fazem com que o rendimento da máquina e a eficiência da linha sejam muito maiores. (Nascif e Kardec, 2009)

Companhias que praticam o TPM invariavelmente alcançam resultados positivos, particularmente na redução de paradas de equipamento, minimizando perdas de tempo e pequenas paradas, diminuindo defeitos de qualidade e reclamações, impulsionando a produtividade, reduzindo trabalho, custos, inventários, eliminando acidentes, e promovendo o envolvimento dos empregados.

Através do TPM, um ambiente sujo, enferrujado, coberto de graxa, com vazamento de fluídos, e coberto de poeira, pode renascer um ambiente agradável e seguro. Clientes e visitantes ficam impressionados com tais mudanças, e confiam nos produtos da companhia.

Ao começar as atividades de TPM com a melhoria do ambiente de trabalho, minimização das paradas e melhoria da qualidade, os empregados se tornam motivados, aumentam o seu envolvimento e elaboram sugestões de melhoria: as pessoas começam a pensar no TPM como parte do trabalho. (SUZUKI, 1994)

Nascif e Kardec (2009) indicam que na filosofia TPM, existe outro conceito importante que é o de Quebra Zero, por ser a quebra o principal fator a prejudicar o rendimento operacional. Considerando que as máquinas são projetadas para trabalhar com Zero Defeito, passa a ser obrigatório o equacionamento das medidas e soluções para atingir esse objetivo.

Importante ressaltar que quebra zero quer dizer máquina funcionando 100% do tempo em que estava programada para operar, o que não quer dizer que a máquina não pode parar. Para obtenção da quebra zero, é de suma importância:

- Garantir as condições básicas para operação tais como limpeza, lubrificação e ordem;
- Observar as condições de uso e operar os equipamentos dentro dos limites estabelecidos;
- Recuperar os equipamentos por envelhecimento para evitar possíveis quebras, eliminar e/ou minimizar as causas deste envelhecimento, restaurar periodicamente devolvendo as características originais do equipamento e ter o domínio das anomalias que provocam a degradação dos componentes internos;
- Corrigir os pontos falhos originados ainda no projeto e corrigi-los;
- Refazer a previsão da vida média útil por meio de técnicas de diagnóstico;
- Treinar e desenvolver as pessoas para que possam diagnosticar e atuar de acordo com a necessidade da empresa.

Shingo (1996) afirma que o Zero Defeitos pode ser alcançado não como resultado de um “programa” milagroso e salvador, mas como resultado de uma abordagem científica que se desdobra em um processo de aprimoramento contínuo, sempre sintonizado com a eliminação de todo e qualquer desperdício.

Segundo Suzuki (1994), para refletir a tendência de aplicação de TPM nos diversos departamentos, tais como: pré-produção, desenvolvimento do produto e comercial, foi necessária uma nova definição de TPM, com os seguintes componentes estratégicos:

1. Construir uma constituição incorporada que maximizará a eficácia dos sistemas de produção;
2. Usando uma metodologia de chão de fábrica, construir uma organização que previna todo tipo de perda, assegurando Zero Acidentes, Zero Defeitos e Zero Falhas na vida útil do sistema de produção;
3. Envolver todos os departamentos na implementação do TPM, incluindo desenvolvimento, vendas e administração;
4. Envolver todos – desde a alta gerência até os empregados de chão de fábrica;
5. Conduzir atividades de zero perda através de atividades de grupos pequenos.

Segundo Nakajima (1988), a implantação do TPM requer observação das 12 etapas conforme apresentado a seguir.

- 1ª etapa – Manifestação formal sobre a decisão de se implementar o TPM, ou seja, fazer com que todos os empregados sejam informados da mudança para a nova cultura do TPM;
- 2ª etapa – Iniciar a campanha de divulgação e treinamento para introdução do TPM;
- 3ª etapa - Estabelecer a estrutura para implantação do TPM;
- 4ª etapa - Criar as diretrizes para implementação do TPM;
- 5ª etapa - Desenhar um plano diretor para a implementação do TPM;
- 6ª etapa - Iniciar da implementação do TPM;
- 7ª etapa - Estabelecer o sistema para a melhoria da eficiência das máquinas;
- 8ª etapa - Estabelecer a implantação da manutenção espontânea;
- 9ª etapa - Estruturar a manutenção programada;
- 10ª etapa - Treinar para melhorar o nível de capacitação da operação e da Manutenção;
- 11ª etapa - Estruturar para condução da gestão dos equipamentos na sua fase inicial;
- 12ª etapa - Implementar efetivamente o TPM e a melhoria contínua de seus métodos.

2.1 Os Novos Doze Passos do Programa de Desenvolvimento do TPM

Semelhante aos passos de Nakajima, o TPM é normalmente implementado em quatro fases (preparação, introdução, implementação e consolidação), que podem ser divididas também em 12 passos, segundo tabela 01 - (Suzuki, 1994).

Tabela 01 - Os Novos Doze Passos do Programa de Desenvolvimento do TPM.

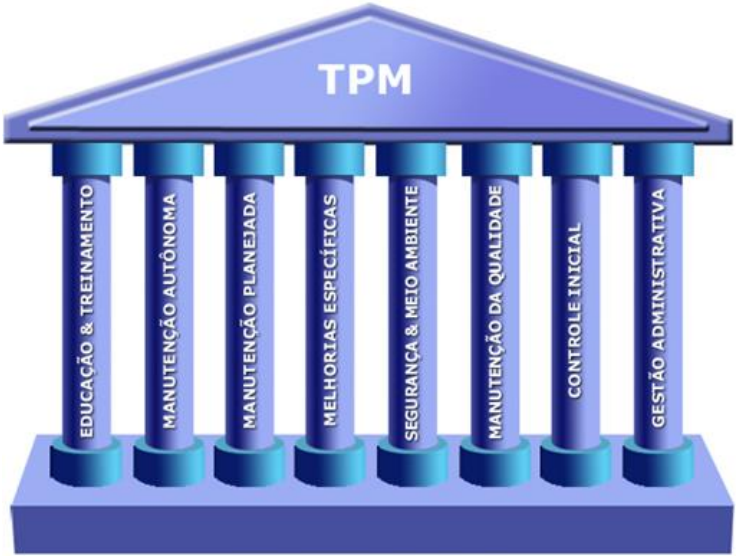
Passo	Ponto Chave
Preparação 1. Formalmente anunciar decisão tomada de introduzir o TPM	A alta direção anuncia o programa em uma reunião interna; publicação em revista da companhia.
2. Conduzir educação introdutória e campanha publicitária do TPM	* Gerente sênior: treinamento de grupo para níveis específicos de gerentes. *Empregados: apresentação em slides
3. Criar uma organização de promoção do TPM	* Comitê diretivo e sub-comitês especializados. *Coordenação do TPM
4. Estabelecer política e objetivos básicos do TPM	* Estabelecer linhas de base e alvos. * Prever efeitos
5. Esboçar um plano mestre de implementação do TPM	Do estágio de preparação ao de aplicação para o Prêmio PM.
Introdução 6. Começo das iniciativas do TPM	Convidar clientes, afiliados e sub-contratantes.
Implementação 7. Construir uma constituição corporativa designada a maximizar a eficiência da produção	Perseguir a máxima eficiência de produção.
7.1 Conduzir atividades de melhoria focada	Atividades de time de projetos e de grupos pequenos de trabalho.
7.2 Estabelecer e organizar programa de manutenção autônoma	Proceder passo-a-passo com auditorias e certificados de aprovação em cada passo.
7.3 Implementar programa de manutenção planejada	* Manutenção corretiva * Manutenção de parada * Manutenção preditiva
7.4 Conduzir treinamento de habilidade de operação e manutenção	Educação de grupo para líderes de grupo os quais, então, passarão o treinamento para os membros.
8. Construir um sistema de gestão antecipada para novos produtos e equipamentos	Desenvolver produtos que são fáceis de se usar e equipamentos que são fáceis de se usar.
9. Construir um sistema de manutenção da qualidade	Estabelecer, manter e controlar as condições para zero defeitos.
10. Construir um sistema eficaz de administração e apoio	* Aumentar a eficiência da produção – apoio. * Melhorar e tornar mais eficiente as funções administrativas e os ambientes de escritórios.
11. Desenvolver um sistema para gerenciar saúde, segurança e meio ambiente	Assegurar ambientes sem acidentes e poluição.
Consolidação 12. Manter uma completa implementação do TPM e aumentar níveis	* Inscrever-se para o Prêmio PM. * Objetivar melhores alvos.

Fonte: SUZUKI (1994)

2.2 OS OITO PILARES DO TPM

O TPM se encontra apoiado sobre oito pilares conforme se vê na (Figura 1), os quais constituem a base de um sistema que visa atingir o máximo de eficiência produtiva.

Figura 1 - Os Oito pilares do TPM



Fonte: NASCIF e KARDEC (2009)

Estes serão mais bem explicados a seguir.

2.2.1 Melhorias Específicas

Para Nascif e Kardec (2009), este pilar significa focar a melhoria global do negócio, procurando reduzir os problemas para melhorar o desempenho. Com o aumento da eficiência dos equipamentos, é possível obter a eliminação das perdas.

Atividade de melhoria enfocada é uma prioridade em qualquer programa de desenvolvimento do TPM e está no topo da lista dos seus oito fundamentos de desenvolvimento. É uma das mais importantes atividades do plano mestre do TPM, e sua implementação começa simultaneamente com o seu lançamento.

Para garantir a quebra de um círculo vicioso que impede a consolidação de uma Melhoria Específica, é necessário seguir o seguinte procedimento: (Nascif e Kardec, 2009).

- Selecionar um tópico
- Formar um time de projeto
- Registrar o tópico
- Implementar a melhoria
- Avaliar os resultados

A melhoria específica inclui todas as atividades que maximizam a eficácia global dos equipamentos, processos e plantas através de uma intolerante eliminação de perdas e da melhoria de rendimentos.

Uma melhoria feita de acordo com este procedimento é uma melhoria focada, distinguida da geral melhoria contínua do dia a dia. Ela é caracterizada pelos times de projetos que incluem engenharia, manutenção, produção e pessoal especializado e por uma metodologia cuidadosamente planejada e monitorada. (Suzuki, 1994)

2.2.2 Manutenção Autônoma

Também conhecido como Jishu Hozen, é considerado um dos pontos de maior destaque da metodologia TPM. Consiste na participação dos operadores na realização de atividades de manutenção mais simples, tais como lubrificação, limpeza e inspeção.

Xenos (1998) afirma que, com a realização de pequenas atividades de manutenção, os operadores se aproximam mais dos equipamentos. Consequentemente, eles passam a conhecê-los melhor e adquirem uma capacidade apurada de detecção de anomalia nos equipamentos, possibilitando que falhas sejam evitadas. Essas atividades também ocasionam mudanças na rotina dos operadores, podendo funcionar como agente motivador.

Segundo Suzuki (1994), a Manutenção Autônoma é um processo de capacitação de operadores, tornando-os aptos a manter os equipamentos em situação básica e sugerindo melhorias, mudando o conceito de “eu fabrico, você conserta” para “do meu equipamento cuido eu”.

A Manutenção Autônoma é desenvolvida nas habilidades dos operadores em sete passos: (Suzuki, 1994)

- 1º passo: Limpeza inicial;
- 2º passo: Eliminação de fontes de sujeira e locais de difícil acesso;
- 3º passo: Elaboração de normas provisórias de limpeza, inspeção e lubrificação;
- 4º passo: Inspeção Geral;
- 5º passo: Inspeção Autônoma;

- 6º passo: Padronização;
- 7º passo: Gerenciamento autônomo.

Segundo Yamaguchi (2005), limpar, lubrificar e verificar as peças do equipamento frequentemente inibe o aparecimento de falhas. Esta prática realizada pelos operadores permite que o pessoal de manutenção se concentre nas atividades mais sofisticadas.

Para viabilizar o lema “do meu equipamento cuido eu” são necessárias além de capacidade de fabricar produtos, quatro habilidades para se realizar a manutenção dos equipamentos pelo pessoal da operação.

- Capacidade para descobrir anormalidades: possuir visão acurada para distinguir os problemas e, em alguns casos, prevenir maiores prejuízos. Campos (1999) define as anomalias como “quebras de equipamentos, qualquer tipo de manutenção corretiva, defeitos de produtos, refugos, retrabalhos, insumos fora de especificação, reclamações de clientes, vazamentos de qualquer natureza, paradas de produção por qualquer motivo, atrasos nas compras erro em faturas, erro de previsão de vendas, etc. Em outras palavras, são todos os eventos que fogem do normal”.
- Capacidade de tratamento e recuperação: conseguir executar com rapidez as medidas corretas em relação às anormalidades. De acordo com o grau da anormalidade, é necessário tomar medidas mediante as avaliações precisas, relatando ao superior, à manutenção ou a outros departamentos.
- Capacidade para estabelecer condições: saber definir quantitativamente os critérios de julgamento de uma situação normal ao anormal. Para isto, nos equipamentos devem estar definidos os níveis de trabalho no que se referem às pressões, temperatura, velocidade e outros.
- Capacidade de controle para manutenção da situação: cumprir rigorosamente as regras definidas. A prevenção antes da ocorrência da anomalia é que vai permitir a utilização segura do equipamento. Para tanto, é necessário cumprir as regras definidas, tais como: normas básicas de limpeza, lubrificação e inspeção autônoma.

Por outro lado, quando as regras não podem ser cumpridas, devem-se examinar as razões pelas quais elas não são respeitadas, revisando-se os métodos de inspeção e promovendo melhorias no equipamento de forma a facilitar o cumprimento das regras.

2.2.3 Manutenção Planejada

Para Nascif e Kardec (2009), este pilar significa ter o controle e planejamento da manutenção, o que exige treinamento em técnicas de planejamento (software), utilização de um sistema mecanizado de planejamento da programação diária e do planejamento de paradas.

A gestão do equipamento assegura que o mesmo funcione e desempenhe como é esperado por toda sua vida útil: do planejamento até a fabricação, instalação e operação até o produto final.

Segundo Suzuki (1994), a manutenção planejada normalmente se estabelece para alcançar dois objetivos: manter o equipamento e o processo em condições ótimas e alcançar a eficácia e eficiência em custos. Em um programa de desenvolvimento de TPM, a manutenção planejada é uma atividade metodicamente estruturada para buscar esses objetivos.

No TPM, a manutenção planejada se baseia em dois pontos: na manutenção autônoma da produção e no departamento de manutenção especializada. Em um sistema de manutenção planejada, o pessoal de manutenção realiza dois tipos de atividades:

- Atividades que melhoram o equipamento: apoio à manutenção autônoma, manutenção planejada em 6 passos, manutenção por melhoria, prevenção da manutenção, manutenção preditiva.

- Atividades que melhoram a tecnologia e habilidades de manutenção: capacitação dos especialistas de manutenção, capacitação para reparo de equipamentos, capacitação de inspeções e medições, capacitação e técnicas de diagnóstico, novas tecnologias de manutenção.

Segundo Suzuki (1994), estabelecer um sistema de manutenção planejada exige uma preparação cuidadosa e muito trabalho. Tentar fazer tudo de uma só vez é ineficaz. É necessário desenvolver as atividades na sequencia abaixo, com todos os departamentos relevantes cooperando em cada passo:

- Passo 1: Avaliar o equipamento e entender as condições atuais;
- Passo 2: Restaurar a deterioração e corrigir os pontos fracos;
- Passo 3: Construir um sistema de gerenciamento de informação;

- Passo 4: Construir um sistema de manutenção periódica;
- Passo 5: Construir um sistema de manutenção preditiva;
- Passo 6: Avaliar o sistema de manutenção planejada.

2.2.4 Educação e Treinamento

Segundo Suzuki (1994), as companhias ostentam por desenvolver continuamente seus recursos humanos e assegurar que todos os empregados exerçam seu potencial total.

O TPM objetiva criar ambientes cooperativos capazes de responder positivamente ao clima de transformações dos negócios, aos avanços tecnológicos, à sofisticação do equipamento e à inovação do gerenciamento.

São essenciais nestes ambientes, pessoas que entendam do equipamento intimamente. Os operadores devem estar dispostos e serem capazes de cuidar dele sozinhos. Enquanto isso, o pessoal da manutenção deve adquirir a tecnologia e as técnicas indispensáveis para agir como guardiões profissionais. Igualmente, os projetistas do equipamento e os engenheiros de produção devem dominar a tecnologia de engenharia, as técnicas de gerenciamento e as habilidades gerenciais para cumprir suas funções exigidas. Sem isto, os benefícios do esforço do TPM em grande escala permanecem como um sonho impossível.

A Manutenção Produtiva Total (TPM) é uma metodologia que visa o engajamento de toda a organização nas atividades de manutenção, de acordo com suas responsabilidades e posição hierárquica, incluindo os operadores das máquinas, passando pelos grupos de apoio, até a direção. A incumbência dos cuidados que a linha precisa não é apenas da equipe de manutenção, os operadores que por sua vez contribuem com sua análise e conhecimento, os gestores são responsáveis pelo direcionamento das atividades e a direção alocar os recursos necessários. Segundo Oliveira et al (2009),

Na prática, os departamentos de produção tendem a focar exclusivamente na produção, enquanto os departamentos de manutenção se preocupam com a grande quantidade de quebras. As companhias que negligenciam a tecnologia de manutenção e o treinamento das técnicas se tornam mais propícios às falhas do equipamento, tempo inativo, pequenas paradas e defeitos de qualidade originados pelo equipamento. (SUZUKI, 1994)

Segundo Tavares (1999), busca-se planejar a capacitação dos operadores, mantenedores e engenheiros de produção (operação e manutenção) com o objetivo de que alcancem as características relacionadas abaixo:

- Operadores: profissionais capazes de realizar atividades de manutenção, de forma espontânea (limpeza, lubrificação, inspeção, pequenos ajustes e medição);
- Mantenedores: profissionais capazes de realizar atividades múltiplas (originalmente mecatrônico = mecânico + eletrônico, hoje ampliado ao desenvolvimento de atividades de análise de ocorrências - aplicação das sete ferramentas da qualidade total);
- Engenheiros de produção: profissionais capazes de avaliar, revisar e projetar equipamentos com reduzida necessidade de intervenção e alta manutenabilidade.

Também é papel do pilar de educação e treinamento identificar as deficiências existentes, para que possam ser eliminadas. Além disso, deve promover o desenvolvimento das habilidades existentes.

Assim, este pilar tem como objetivo promover um sistema de desenvolvimento de todas as pessoas, tornando-as aptas para o completo desempenho de suas atividades.

2.2.5 Controle Inicial

Segundo Tavares (1999), o controle inicial consiste no estabelecimento de um sistema que gerencie a fase inicial de novos projetos e equipamentos. Ele deve, de uma maneira sistematizada, evitar a ocorrência de falhas no início dos projetos e estabelecer políticas de monitoramento.

A participação junto ao fornecedor nas etapas de especificações do projeto, através da troca de informações, é outro importante ponto deste pilar para o alcance de melhor desempenho de seus novos equipamentos.

Segundo Suzuki (1994), à medida que os produtos fornecidos aos clientes se diversificam e seus ciclos de vida se tornam mais curtos, cresce a importância de se encontrar maneiras de tornar mais eficiente o desenvolvimento de novos produtos. Um dos objetivos do TPM é de otimizar o tempo de desenvolvimento inicial até a produção em escala e atingir um funcionamento correto.

É vital desenvolver produtos de qualidade prontamente assegurada, que antecipa as necessidades do usuário, competitivos, fáceis de serem vendidos e produzidos.

Ao mesmo tempo, no entanto, a transição entre o desenvolvimento e a produção em escala deve ser rápida e com o mínimo de problemas. Para cumprir isso, deve-se identificar as variáveis de produção (equipamento, material, pessoal e métodos) exigidas para colocar os produtos no mercado, e maximizar o retorno de investimentos.

Particularmente em indústrias de processo, itens de equipamentos são frequentemente personalizados para especificações individuais (desenho, fabricação e instalação com urgência). Sem um Controle Inicial rigoroso, tal equipamento inicia a fase de operação de teste com muitos defeitos escondidos.

Isso é descoberto pela frequência com a qual o pessoal da manutenção e da produção descobre os defeitos suscitados no desenho, fabricação e instalação durante as paradas de manutenção e reinício de funcionamento. (SUZUKI, 1994)

Para Nascif e Kardec (2009), o TPM dá a mesma importância ao controle inicial do produto, ao controle inicial do equipamento, e às outras atividades do TPM. A base do controle inicial é a avaliação do desempenho econômico (otimizar o custo do ciclo de vida) e o projeto de manutenção preventiva.

Na prática, quando o equipamento é remodelado ou recentemente instalado, os problemas que surgem na fase de comissionamento, atrasam com frequência a sua conclusão. Isso ocorre quando, durante a fase de controle inicial, os times de projetos falham na confiabilidade, manutenabilidade, operabilidade, economia e segurança. Para encurtar a operação de teste e atingir um início imediato, livre de problemas, é necessária a utilização de todas as habilidades técnicas para depurar os problemas potenciais nas fases de planejamento, ou seja, exige o estabelecimento de um sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos e equipamentos. Também implica eliminar falhas iniciais e implantar sistemas de monitoramento.

2.2.6 Manutenção da Qualidade

Para Haroldo Ribeiro (2010), a manutenção da qualidade consiste de atividades que estabelecem condições dos equipamentos que não produzem defeitos no produto. Estes defeitos são prevenidos através de verificação e medição periódicas das condições dos equipamentos. Que se torna possível a partir estabelecimento dos componentes do programa de gestão da qualidade, que são: liderança, envolvimento dos funcionários (Empowerment), ou seja, empoderamento da equipe, excelência do produto ou processo e o foco no cliente. (FAVORON, 2012).

Desta forma, os defeitos potenciais são previstos pela análise de tendências de valores relacionados aos limites específicos e posteriormente tomadas de ação. As origens dos defeitos podem ser classificadas conforme abaixo.

- Materiais: a correta especificação de materiais e o desenvolvimento de fornecedores qualificados trazem como consequência a tendência de produtos sem defeitos.

- Equipamentos: pesquisar equipamentos que não produzem defeitos e melhorar os que produzem é outra forma de atingir produtos livres de defeitos;
- Métodos: encontrar métodos que não criam defeitos além de melhorar aqueles que criam é fundamental para a obtenção do Zero Defeito;
- Pessoas: desenvolver operadores competentes através da manutenção autônoma e treinamento em habilidades tem como consequência óbvia a detecção de anormalidades, a correção e restauração e a manutenção e controle da qualidade.

Segundo Suzuki (1994), a qualidade depende grandemente das condições dos equipamentos. A manutenção da qualidade é indispensável, principalmente em indústrias de fabricação e montagem que estão se tornando grandemente automatizadas. Em ambientes onde a intervenção humana está diminuindo, os objetivos da manutenção da qualidade são de manter e constantemente melhorar a qualidade através de uma manutenção eficaz do equipamento.

Em muitas indústrias, a qualidade do produto é obtida através do processo. As etapas de desenvolvimento de novos produtos, entretanto, estão acelerando, e a grande diversidade de matéria prima e produtos atuais necessitam ainda mais de frequentes mudanças. Para cooperar com isso, departamentos de produção têm o objetivo de garantir qualidade através do gerenciamento do equipamento.

Para Takahashi e Osada (1993), a manutenção da qualidade do produto e a garantia da sua homogeneidade têm se tornado importantes tarefas das atividades de produção. O trabalho no equipamento é um dos pontos centrais da produção, pois as condições das máquinas afetam significativamente a garantia da qualidade. Desta forma, a ideia básica é assegurar a continuidade e o aprimoramento de um alto nível de qualidade através da manutenção efetiva dos equipamentos. Eles dividem a manutenção da qualidade em 10 etapas:

1. Confirmação do estado atual: obter pontos de referência e metas para a manutenção da qualidade;
2. Pesquisa dos processos que geram defeitos e obstruem a qualidade;
3. Pesquisa e análise das condições da fábrica: quais materiais, equipamentos, energia, métodos ou verificações eliminam defeitos, examinando-se desenhos, padrões, linhas e produtos, usando-se as condições de 4 Ms. Essas condições são julgadas e os pontos defeituosos são extraídos, caso as condições não atendam os padrões;
4. Estudar medidas de combate: os pontos defeituosos identificados da etapa 3 são relacionados para cada processo da unidade para um estudo das medidas de

combate. Se as medidas puderem ser tomadas imediatamente, as pessoas encarregadas delas são selecionadas para implantar o Kaizen;

5. Analisar as condições para produtos não defeituosos que não estão confirmadas: se as medidas adotadas na etapa 4 não podem ocorrer, analisa-se a lista de defeitos através de outras técnicas tais como a Análise PM;
6. Kaizen de defeitos: implanta-se o Kaizen através das medidas de combate na etapa. Os resultados devem ser avaliados há um determinado tempo, verificando se as características de qualidade definidas foram satisfeitas;
7. Definir as condições da fábrica: as condições e padrões que impedem os defeitos da fábrica obtidos na etapa 3 são novamente examinados;
8. Aprimorar método de verificação: as condições da fábrica definidas na etapa 7 devem ser tomadas e inspecionadas;
9. Decidir o valor do padrão de verificação;
10. Revisar o padrão: determinar se as condições de cada um dos padrões que evitam defeitos estão sendo mantidas.

Segundo Tavares (1999), um programa de manutenção da qualidade gera lucros através de atividades fundamentais de TPM, tais como, a manutenção autônoma, a melhoria específica, a manutenção planejada e o treinamento de operação e de habilidade de manutenção. No entanto, há varias pré-condições para um programa de manutenção da qualidade com sucesso: eliminar a deterioração acelerada, eliminar problemas de processo e desenvolver operadores competentes.

O departamento de controle de qualidade deve ser responsável por promover a manutenção de qualidade em toda a companhia ou planta. Os projetos que atravessam uma grande variedade de processos ou que exigem tecnologia avançada devem ser enfrentados por times de projetos liderados pelos gerentes do departamento. Projetos mais fáceis podem ser direcionados por pequenos grupos no local de trabalho. Após os times estabelecerem as condições para zero defeito, os operadores devem manter e controlar a maioria destas condições como parte da manutenção autônoma.

Portanto, manutenção da qualidade é estabelecer um programa de zero defeito, eliminando todas as perdas relativas à qualidade do equipamento que estejam afetando diretamente o produto.

2.2.7 TPM em Departamentos de Apoio e Administrativos

As companhias têm a necessidade de implementar TPM em departamentos de apoio e administrativos pois necessitam se diferenciar de seus competidores em qualidade e custo. Estes são alguns desafios que os gerentes enfrentam. (Takahashi e Osada, 1993)

Para Suzuki (1994), os departamentos administrativos devem cooperar intensamente para assegurar que o departamento de produção não tenha desperdícios.

Enquanto isso, as companhias devem estabelecer regras de fabricação de uma maneira que possibilite que o departamento de produção preencha as encomendas na hora certa, na qualidade e custo que os departamentos de desenvolvimento e de engenharia prescrevem. Isto não é responsabilidade do departamento de produção sozinho, existe a exigência de um programa de TPM que abrace a companhia toda, incluindo os departamentos administrativos e de apoio.

Os departamentos administrativos aumentam sua produtividade pela documentação dos sistemas administrativos e pela redução das perdas e dos desperdícios. Eles podem ajudar a levantar a eficácia do sistema de produção pela melhoria de cada tipo de atividade organizada que apoia a produção. Suas contribuições para a direção do negócio devem ser mensuráveis.

Diferente dos departamentos de produção, os departamentos tais como o de planejamento, desenvolvimento, engenharia, e de administração não acrescentam valor diretamente. Como peritos em sua área particular, sua responsabilidade principal é processar informação, aconselhar e ajudar com as atividades do departamento de produção e de outros departamentos, e auxiliar na redução de custos.

Segundo Tavares (1999), a informação dos departamentos, tais como o de engenharia e de administração, desencadeia ação no departamento de produção. Por isso, a qualidade, a precisão e o tempo desta informação afetam a produção.

O modo como a informação é manipulada é a principal preocupação do TPM nos departamentos de apoio e administrativos. No TPM o trabalho em tais departamentos é tratado como análogo a um processo de produção (ex: como a fabricação da informação), com procedimentos administrativos vistos como contrapartida do equipamento de produção. Para Suzuki (1994), a abordagem descrita a seguir, sistematiza a experiência de muitas companhias que implementaram o TPM em seus departamentos de apoio e administrativos.

Os principais elementos são:

- Começar com o conceito de criar “fábricas de informação”;
- Aplicar a abordagem do equipamento ao trabalho de apoio e administrativo;

- Criar uma visão de como cada departamento deve ser e empenhar-se para realizar este ideal;
- Empenhar-se para alcançar resultados mensuráveis.

Um departamento administrativo produz informação. Idealmente, ele inclui informação bruta e acrescenta valor a ela pelo processamento e compilação da mesma. A informação que ele fornece deve ser de alta qualidade, precisa, de baixo custo, e suprida de uma maneira que seja útil para aqueles que precisam dela. No tempo adequado é igualmente importante.

Para alcançar isso, os processos que produzem a informação, como os processos de produção, devem ser fáceis de ver e monitorar.

De acordo com Nakajima (1989), a visão de um departamento é uma imagem ideal de suas funções exigidas, baseada na natureza dos negócios da companhia. Estabelecer uma visão clara é o dever dos gerentes do departamento. Sua missão é o trabalho que ele deve desempenhar para realizar sua visão. A missão estabelece como o departamento deveria desempenhar para cumprir suas funções essenciais. Por isso, a declaração da visão e da missão de um departamento mapeiam as condições ótimas do departamento ou o estado ideal.

O objetivo da campanha do TPM de qualquer departamento é trazer sua visão e missão para a realidade. Se, no entanto, as funções dos diferentes departamentos não se engrenam suavemente sem brechas ou descontinuidades, várias perdas podem surgir durante o ciclo de vida do sistema de produção. Essas perdas atrapalham os esforços para melhorar a eficácia total do sistema. Quando promover o TPM em um departamento de apoio e administrativo, é importante estabelecer uma visão e uma missão compatíveis com aquelas de outros departamentos.

Enfim, o TPM em departamentos de apoio e administrativos tem como objetivo a disseminação do programa nas áreas administrativas visando o aumento de sua eficiência e otimização da geração de informações.

2.2.8 Segurança e Meio Ambiente

Para Tavares (1999), o pilar de segurança e meio ambiente tem como objetivo estabelecer um sistema que previna a ocorrência de acidentes, garanta condições de trabalho que não comprometam a saúde do trabalhador e evite que qualquer tipo de agressão ao meio ambiente ocorra.

Também é tarefa deste pilar avaliar os custos diretos e indiretos dos acidentes e afastamentos, além de acompanhar o andamento das ações planejadas para a garantia do zero acidente.

Segundo Suzuki (1994), assegurar a confiabilidade do equipamento, prevenir o erro humano, e eliminar acidentes e poluição são doutrinas básicas do TPM. É por isso que a Gestão de Segurança e do Ambiente é atividade chave em qualquer programa de desenvolvimento do TPM. Implementar completamente o TPM melhora a segurança de muitas maneiras, por exemplo:

- O equipamento com falhas é uma fonte comum de perigo, assim as campanhas para zero falha melhoram a segurança;
- A aplicação minuciosa dos princípios de 5S (como parte da manutenção autônoma) elimina vazamentos e derramamentos e torna os locais de trabalho limpos, arrumados e bem organizados;
- A manutenção autônoma e as melhorias focadas eliminam as áreas inseguras;
- Os operadores treinados no TPM cuidam de seu próprio equipamento e são mais capazes de detectar anomalias mais cedo e tratá-las prontamente;
- Os operadores assumem responsabilidades por sua própria saúde e segurança;
- Os padrões e regulamentos desenvolvidos em um programa de TPM são aderidos mais minuciosamente.

Uma fábrica é um complexo vasto de máquina e homens. Para eliminar acidentes e poluição, é necessário dar passos específicos para fortalecer a organização e a gestão de ambos (pessoas e equipamentos). É um requisito, construir um sistema de gestão para toda a companhia que possa apoiar, promover e dirigir a criação de locais de trabalho seguros, livres de poluição e hospitaleiros.

Dois fatores ajudam as pessoas a adquirirem atitudes gerais de zero acidente, zero poluição (Suzuki, 1994):

- A prática diária como parte do gerenciamento do local de trabalho e de materiais no piso da fábrica;
- O pessoal da planta e os funcionários devem entender um ao outro e trabalhar eficazmente juntos.

As fábricas têm o potencial para causar acidentes, e os acidentes podem ocorrer se o pessoal não tratar das anomalias corretamente. Isso não implica, no entanto, que os acidentes são inevitáveis. Para prevenir acidentes originados no equipamento, é necessário a implementação das estratégias de segurança relacionadas ao TPM.

Para Takahashi e Osada (1993), as melhores garantias de segurança são pequenos grupos de operadores de alto conhecimento que conhecem bem seu equipamento e processos. Para criar um sistema livre de acidentes, livre de poluição, o ideal é que se estabeleça um programa de atividades diárias que os operadores realizem sozinhos. Um ambiente seguro se torna assim apenas através da iniciativa própria das pessoas, não pode ser forçado.

Enfim, a construção de um sistema seguro visa o estabelecimento de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente com intuito de atingir zero acidente e eliminar toda condição que afete a segurança.

2.3 OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)

A OEE (*Overall Equipment Effectiveness* - Eficiência Global do Equipamento) é um Indicador de Performance (Key Performance Indicator – KPI), o qual provê uma visão holística da utilização das máquinas. Isso leva uma organização a examinar todos os aspectos do desempenho das máquinas no intuito de assegurar que estão obtendo o máximo benefício de um equipamento considerando as condições que existem em seu ambiente (NAKAJIMA, 1989).

Este indicador considerado como a evolução métrica do processo TPM, é mensurado a partir da estratificação das seis grandes perdas, e calculado por meio do produto dos índices de disponibilidade, performance e qualidade (NAKAJIMA, 1989).

O TPM tem como uma de suas principais metas fazer com que os equipamentos tenham 100% de disponibilidade e operem com a maior eficiência possível. O estudo das seis

grandes perdas é essencial, pois afetam diretamente nestes dois aspectos (NAKAJIMA, 1989). São elas:

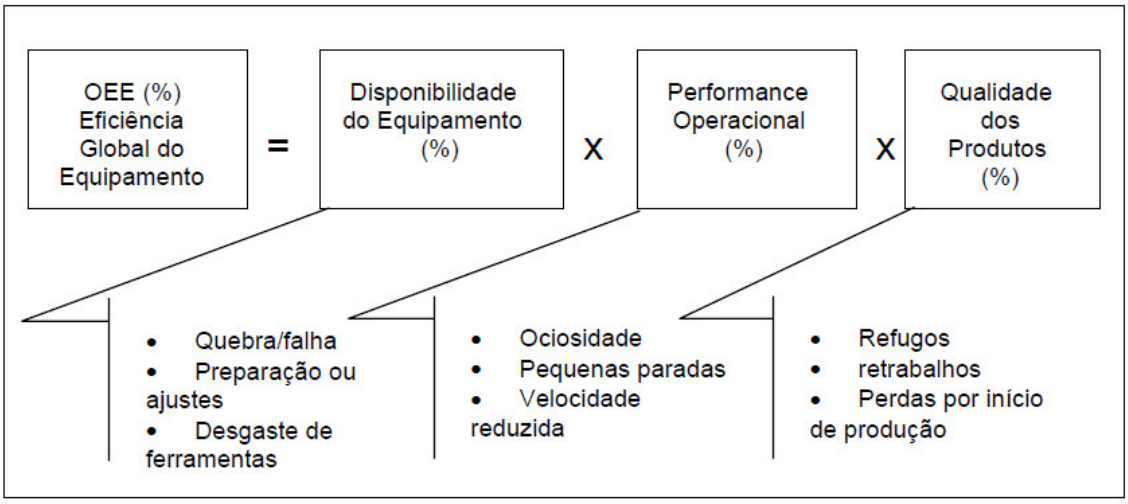
1. Quebra
2. Mudanças de linha (setup)
3. Pequenas paradas
4. Velocidade reduzida em relação à nominal
5. Defeitos e retrabalho
6. Queda no rendimento

Um equipamento só poderá obter uma boa eficiência se estiver disponível e em plena condição de uso, ou seja, quanto mais tempo disponível, mais o equipamento poderá produzir. Operando com os equipamentos em eficiência máxima e visando a “quebra zero”, a organização deverá alcançar melhores indicadores de produção e aumento na lucratividade.

A multiplicação dos três fatores (disponibilidade, performance e qualidade) na forma percentual, determina o índice de Eficiência Global do Equipamento, como na Figura 2.

O índice de OEE é diretamente afetado pela manutenção, neste sentido, de acordo com Zuashkiani (2011), a mesma deixou de ser vista como despesa para ser tratada como investimento. Visto que a performance é prejudicada por qualquer interrupção inesperada de seu funcionamento, ou seja, paradas não planejadas, avarias. A qualidade é retratada pela condição em que se encontra a máquina, defeitos podem ser causados por peças que apresentam desgaste e imperfeições. A disponibilidade aumenta ou diminui conforme a proporção das falhas e a eficiência da equipe de manutenção em corrigi-las levando em consideração suas habilidades diante do problema.

Figura 2 - Fatores para determinação do OEE



Fonte: Adaptado de NAKAJIMA (1989)

Os indicadores apresentados na Figura 2 podem ser obtidos por meio das fórmulas apresentadas a seguir:

- Índice de disponibilidade: leva em consideração as perdas por paradas não planejadas, as quais estão incluídos quaisquer eventos que parem uma produção planejada por um espaço de tempo considerável (geralmente muitos minutos – longo o suficiente para cadastrar este evento). Exemplos disso incluem falhas de equipamentos, falta de material e tempo de mudança de linha e/ou regulagem (Setup). O tempo de Setup está incluído no cálculo de OEE, pois é um tipo de parada de produção. Mesmo que seja impossível eliminar o tempo de Setup, na maioria dos casos pode ser reduzido. O tempo restante disponível é chamado de "Tempo Disponível". O Índice de Disponibilidade pode ser calculado por meio da equação:

$$\text{Disp (\%)} = \frac{\text{Tempo Total Prog.} - \text{Paradas Planejadas} - \text{Paradas Não Planejadas} \times 100}{\text{Tempo Total Programado} - \text{Paradas Planejadas}}$$

Onde:

- Tempo Total Programado: tempo programado para o equipamento com base na demanda de produção associada ao equipamento;
- Paradas Planejadas: tempo programado para descanso, almoço, reuniões, treinamentos, manutenção planejada;
- Paradas Não Planejadas: tempo gasto com paradas inesperadas, como por exemplo, manutenção corretiva, mudança de linha e/ou regulagens.

- Índice de Performance Operacional: leva em consideração a perda de velocidade, a qual inclui qualquer fator que pode fazer com que o processo de manufatura opere abaixo da sua velocidade máxima. Exemplos disso podem ser equipamentos desgastados, insumos de qualidade inferior, máquinas carregadas de maneira irregular, ineficiência do operador, pequenas paradas não registradas, etc. O Índice de Performance Operacional pode ser calculado conforme equação:

$$\text{Perf. (\%)} = \frac{\text{Tempo teórico de ciclo x total de peças produzidas x 100}}{\text{Tempo total programado – paradas planejadas – paradas não planejadas}}$$

- Índice de Qualidade de Produto: leva em consideração a Perda da Qualidade, a qual se dá pelo número de peças produzidas que não atendem aos padrões mínimos de qualidade estabelecidos pela empresa (refugos) e também pelas peças que necessitarão retrabalho. O Índice de qualidade de produto pode ser calculado conforme equação:

$$\text{Qualidade (\%)} = \frac{\text{Total peças produzidas – (Total de Refugos + Retrabalho) x 100}}{\text{Total de peças produzidas}}$$

Empresas que utilizam o OEE para medição da eficiência dos equipamentos, em geral se deparam inicialmente com valores entre 30% e 60%. (NAKAJIMA, 1989)

Para Nakajima (1989), se os índices de disponibilidade, performance e qualidade forem constituídos por dados confiáveis, um OEE de 85% ou maior, é considerado um

excelente índice de eficiência global para a empresa. É importante ressaltar que muitas das vezes a impressão que se toma de um OEE não é correta.

Por exemplo, pode-se avaliar um equipamento cuja capacidade é de 10.000 peças/hora, e que o índice de disponibilidade é de 70%, o de performance é 70% e o de qualidade é de 70%. Desta forma, algumas pessoas podem ser influenciadas a pensar que este equipamento tem um OEE de 70%, e, portanto, sua produção deve ser de 7000 peças/hora. Entretanto, considerando-se cada um dos índices individualmente, obtém que esse equipamento trabalha apenas 70% do tempo total disponível para a produção, dessa forma sua produção cai de 10000 peças/hora para 7000 peças/hora. Considerando-se agora o índice de performance de 70%, este número cai para 4900 peças/hora. Por fim, considerando-se o índice de qualidade onde apenas 70% das peças produzidas são de boa qualidade, podemos dizer que a capacidade final de produção é de 3430 peças/hora, ou seja, um OEE de 34,3%.

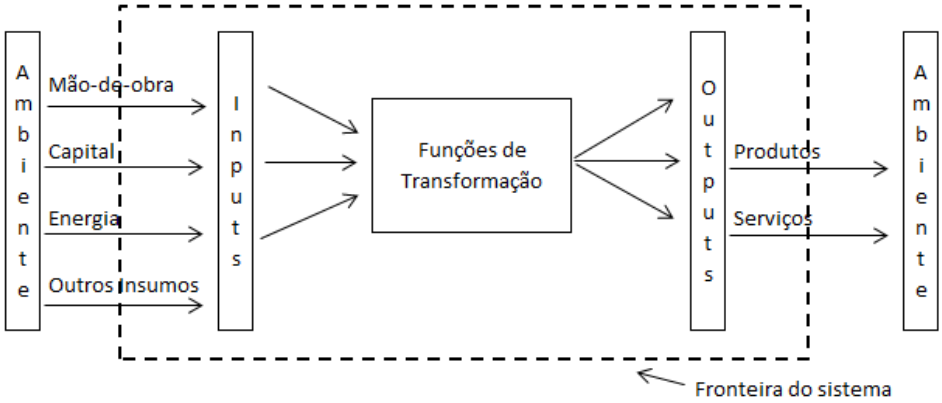
2.4 MÉTRICAS FINANCEIRAS

Os tópicos tratados até o momento apresentaram ferramentas que permitiram às inúmeras empresas melhorarem seus processos produtivos e conseguir otimizar seus recursos, bem como adequarem suas áreas de manutenção e criarem um espírito de propriedade em operadores de forma a aumentar eficiência e condições de equipamentos.

Além destes pontos, é muito importante apresentar os ganhos financeiros oriundos destas ações trazidas com o TPM, ou a produtividade que se tem otimizando os recursos financeiros aplicados na produção de bens ou serviços.

Segundo Martins e Laugeni (2001), pode-se definir como produtividade total a relação entre as saídas (output – bens ou serviços) e os fatores de entrada (input – recursos), tendo como principal objetivo avaliar os impactos dos fatores de input na produção do output. A Figura 3 - ilustra a relação entre as entradas e saídas.

Figura 3 - Sistema de Produção



Fonte: MARTINS e LAUGENI (2001)

Levando-se em consideração os recursos utilizados na fabricação dos produtos têxteis da empresa em estudo, tem-se todos os custos com mão de obra, energias (térmica e elétrica), serviços de terceiros dentre outros que, juntos, permitem à fábrica transformar as matérias-primas em produtos acabados.

Com ganhos em escala, sem a necessidade de investimentos em novos equipamentos que, por sua vez, demandariam aumentos nos custos de mão de obra (novos operadores), energias e manutenção (peças – estoques), tem-se um ganho de eficiência considerando o custo por tonelada produzida no CFF (Custo Fixo de Fabricação).

Na composição dos custos fixos, faz necessário destacar a importância dos custos de mão de obra que, historicamente, representam em média 32% do custo fixo total de fabricação da empresa em questão.

Martins e Laugeni (2001), reforçam esta parcela nos custos por parte da mão de obra e trazem alguns pontos que justificam a atenção a este custo:

Em âmbito nacional, entretanto, um indicador de produtividade se destaca, que é o índice de produtividade da mão de obra. Sua importância se justifica, pois:

- É grande fator de custos na maioria dos produtos;
- É mais fácil de medir;
- Existem mais dados disponíveis;
- Historicamente, o desenvolvimento tecnológico está associado mais ao deslocamento de mão de obra, pelo aumento da produtividade, do que ao deslocamento de outros fatores de produção;
- A produtividade da mão de obra tem efeitos muito mais profundos na economia de um país.

Sendo a mão de obra de tamanha importância nos custos de produção em uma organização, seu aproveitamento ou produtividade devem ser acompanhados minuciosamente de forma a reduzir seu impacto no custo final dos produtos acabados.

Com custos de fabricação menores por unidade produzida, e um volume maior de produção e consequentemente de vendas, obtém-se uma maior margem de lucro que permite à empresa praticar preços mais competitivos, que por sua vez dão a possibilidade de alavancar mais vendas, criando um círculo virtuoso. Este cenário pôde ser observado na empresa durante os últimos anos e, por aproximadamente dois anos, foi possível praticar a mesma tabela de preços para seu portfólio de produtos sem a necessidade de repassar aumentos de inflação, por exemplo, uma vez que estes aumentos foram compensados pela produtividade gerada.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada do tipo indireta através do método de procedimento bibliográfico e método documental, onde foram analisados aproximadamente trinta artigos científicos, livros, revistas e documentos técnicos que foram publicados entre os anos de 2009 a 2019, logo a pesquisa foi realizada durante os meses de julho a dezembro de 2019 durante a disciplina de Tcc1.

A metodologia fez referência a um caminho lógico, percebeu-se a necessidade de prosseguirmos com o estudo seguindo esse caminho na busca de conhecer as respostas para as perguntas relacionadas nos objetivos do estudo.

Portanto a proposta da pesquisa foi construir um estudo investigativo acerca da Gestão da Manutenção Produtiva Total TPM e sua implementação em setores industriais do Ceara, apoiado em referenciais teóricos conceituais, buscando na revisão da literatura as respostas para os questionamentos da pesquisa sendo utilizadas as seguintes plataformas de pesquisa: Google acadêmico, Scielo e Banco de dissertações e Teses. Foram utilizadas como base as palavras-chave: Indústria. TPM. Redução de custo. Manutenção. Engenharia de Produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho apresentou-se em um formato de uma revisão bibliográfica em setores industriais com o objetivo de mostrar a importância dos serviços acerca do TPM (Manutenção Produtiva Total) que vem sendo cada vez mais crescente sua utilização nas indústrias de diversos segmentos, mesmo existindo uma alta competitividade empresarial que objetivam o aumento da produtividade e consequentemente rentabilidade, pode-se perceber a necessidade de inovações dentro de suas industrias para que esses objetivos sejam alcançados.

O panorama econômico cada vez mais desafiador, resultado da globalização, faz as empresas enfrentarem desafios diários com relação à despesas, qualidade e celeridade de seus processos. Consequentemente, as organizações buscam melhorias em seus processos e na sua gestão, com finalidade de, além de ampliar sua produtividade hoje, esteja preparada para diferentes cenários do mercado amanhã, ressalta, QUEIROZ (2015).

Xenos (1998) afirma que, com a realização de pequenas atividades de manutenção, os operadores se aproximam mais dos equipamentos. Consequentemente, eles passam a conhecê-los melhor e adquirem uma capacidade apurada de detecção de anomalia nos equipamentos, possibilitando que falhas sejam evitadas. Essas atividades também ocasionam mudanças na rotina dos operadores, podendo funcionar como agente motivador. Segundo Suzuki (1994), a Manutenção Autônoma é um processo de capacitação de operadores, tornando-os aptos a manter os equipamentos em situação básica e sugerindo melhorias, mudando o conceito de “eu fabrico, você conserta” para “do meu equipamento cuido eu”.

Com base no estudo deste trabalho pode-se afirmar sobre a vital importância do envolvimento de toda equipe para o sucesso do projeto ressaltando as funções de base, ou seja, os operadores que por sua vez são parte integrante no processo do TPM diferente do sistema convencional de manutenção que é composto inicialmente por mecânicos onde são responsáveis na solução de toda e qualquer manutenção das maquinas e equipamentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como propósito uma abordagem acerca da implementação e gestão do processo de Manutenção Produtiva Total (TPM) que por sua vez tem por objetivo potencializar o rendimento operacional das máquinas e ou equipamentos elevando até sua capacidade máxima de produção, integrando toda a vida útil da máquina com manutenção produtiva total, trazendo desta forma para organização uma maior rentabilidade que reflete diretamente na concorrência ferrenha do mercado.

A participação de todos os níveis da companhia é imprescindível para a implementação e gestão do TPM desde o nível operacional ao nível de direção, ou seja, se trata de um programa de manutenção integrado que precisa de todas as condições para seu pleno funcionamento, a iniciar por meio de treinamento e desenvolvimento de pessoas através do engajamento da equipe gerando uma disseminação de conhecimento entre as equipes de produção e manutenção.

De acordo com Chiavenato (2010), na procura pela excelência operacional, os recursos são fundamentais, no entanto não possuem vida própria, são estáticos. Nos dias que correm, recursos constituem a base para as competências, as quais tornam os recursos produtivos e rentáveis. Neste panorama, pensar e agir estrategicamente são ações indispensáveis para que as atividades operacionais, no caso atividades de manutenção, se integrem de maneira eficaz ao processo produtivo, contribuindo com a empresa rumo a excelência operacional.

Conforme Vanzella (2007), a Manutenção Autônoma proporciona aos mantenedores, disponibilidade para a realização de atividades mais complexas dentro do processo produtivo em que os mesmos estão inseridos, tendo como exemplo, melhorias específicas nas máquinas e equipamentos relacionados as suas atribuições.

Portanto, o presente trabalho se trata de uma revisão bibliográfica onde se pretende fazer um estudo dentro da indústria, que por conta do laço temporal não foi possível ainda ser desenvolvido, logo sendo uma base teórica sólida para implementação do TPM na indústria Têxtil onde pretende-se o alcance de grandes resultados com a aplicação deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRESCIANI, T. A. **Impacto da utilização do TPM na Era das Máquinas Robóticas**. São Paulo: USP, 2009. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2009.

CAMPOS, VICENTE FALCONI. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998, 276p.

CHIAVENATO, I. **O sonho da excelência operacional**. Administradores. 2010. Disponível em: < http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/o-sonhoda-excelencia-operacional/48740/ > Acesso em: 24 maio. 2020.

FAVARON, FABIO L. L. **Desempenho financeiro das empresas do setor de energia elétrica**: um estudo com as empresas participantes do prêmio nacional de qualidade. 2012. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis e Atuariais) – Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota Produção: mais do que simplesmente Just-in-time**, São Paulo: Produção, 1995.

GIL, A.C. **Como elaborar Projeto de Pesquisas**. São Paulo: Atlas, 2002.

Imagem: **os oito pilares da TPM** – disponível em http://pauloamaral.blog.br/wp-content/uploads//2011/02/Pilares-TPM-300x168.jpg - acesso em 16/11/2019

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

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 20. ed. atual. Petrópolis: Vozes, 2002.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. Saraiva, 2001.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance**. Cambridge: Productivity Press, 1988.

OLIVEIRA, Claudiane Caldas; MARTINS, Rui Francisco; XAVIER, Antônio Augusto de Paula. **Aplicação da Manutenção Produtiva Total (TPM): estudo de caso em uma Indústria Alimentícia**. XVI Simpósio de Engenharia de Produção, SIMPEP 2009. Disponível em: http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/Ebook/Ebook%202009/CONGRESSOS/Nacionais/2009%2 0-%20SIMPEP/XVI_SIMPEP_Art_8_a.pdf. Acesso em 19/07/2019.

QUEIROZ, G. A. **Recomendações para implementação da Manufatura Enxuta considerando os propósitos da Produção mais limpa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). São Carlos - Universidade de São Paulo - USP, 2015.

SHINGO, SHIGEO. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Medicas, 1996.

SUZUKI, T. **TPM in Process Industries**. Portland: Productivity Press, 1994.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. **TPM/MPT – Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Iman, 1993.

VANZELLA, J.E. **IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM UMA INDÚSTRIA DE AUTO PEÇAS**: Um Estudo de Caso. 2007. 101p. Tese (Mestrado Gestão do Desenvolvimento Regional) - Universidade de Taubaté, Taubaté, 2007. Disponível em: http://www.ppga.com.br/mestrado/2007/vanzella-jose_eugenio_mine.pdf _> Acesso em: 22 mai. 2020.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. **TPM – Manutenção Produtiva Total**. São João Del Rei: Icap Del Rei, 2005.

ZUASHKIANI, A., RAHMANDAD, H., & Jardine, A. K. **Mapping the dynamics of overall equipment effectiveness to enhance asset management practices**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2011.