

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO BASEADO NOS
INDICES DE CONTROLE DE PROCESSO NUMA EMPRESA DE
TELECOMUNICAÇÕES**

MAYARA LIMA PERES

MANAUS

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MAYARA LIMA PERES

SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO BASEADO NOS
INDICES DE CONTROLE DE PROCESSO NUMA EMPRESA DE
TELECOMUNICAÇÕES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Gestão da Produção.

Orientador: Prof. Dr. Idécio Alexandre Palheta Cardoso

MANAUS

2011

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P437s Peres, Mayara Lima
Sistema de planejamento e controle de manutenção baseado nos índices de controle de processo numa empresa de telecomunicações / Mayara Lima Peres. 2011
78 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Idélcio Alexandre Palheta Cardoso
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Tempo médio entre falhas (MTBF). 2. Manutenção. 3. Monitoramento. 4. Planejamento e Controle de Manutenção (PCM). 5. Tempo de parada de produção. I. Cardoso, Idélcio Alexandre Palheta II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

MAYARA LIMA PERES

SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO
BASEADO NOS ÍNDICES DE CONTROLE DE PROCESSO NUMA
EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÕES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Gestão da Produção.

Aprovada em 02 de setembro de 2011.

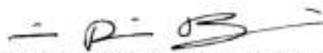
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. IDÉLCIO ALEXANDRE PALHETA CARDOSO, Presidente.
Instituto Nokia de Tecnologia



Profª. Drª. ANTONIETA DO LAGO VIEIRA, Membro.
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. NILSON RODRIGUES BARREIROS, Membro.
Universidade Federal do Amazonas

Dedicat6rias
À minha fam6lia

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir mais um título em minha vida.

A minha família, pelo apoio e compreensão;

A Willami Batista, que foi o primeiro a me incentivar a ingressar e a concluir o curso;

Aos meus colegas de turma, que me ajudaram e contribuíram para realização deste;

Aos meus amigos que me apoiaram durante todo o período do curso;

Aos meus colegas de trabalho que contribuíram com dados e informação para que eu pudesse assim realizar esse estudo (Bruno, Geiza e Sandro);

Ao meu atual gerente, Janko Tai, peça fundamental para o cumprimento desse estudo;

Ao meu amigo Francisco Neto, que sempre me incentivou e me ajudou durante todo o curso,

Ao meu orientador, pelo apoio, ajuda e paciência;

Em memória a querida Prof. Dra. Silvana Dacol, que me deu força e esperança nos momentos que pensei em desistir

A querida Vera Campos, que mostrou ser amiga e incentivadora.

AGRADEÇO

RESUMO

O sistema de manutenção já existe desde a Revolução Industrial e ao longo dos anos foi se adaptando de acordo com a evolução das necessidades das indústrias. Em princípio era vista como um mal necessário, mas no decorrer dos anos foi ganhando espaço e hoje é reconhecida por muitos como parte integrante da gestão de negócio, fazendo parte do elo da cadeia produtiva. Logo, viu-se que a necessidade de bons sistemas de manutenção acarretaria em bons resultados para as metas produtivas das fábricas. Na ânsia de divulgar a importância de bons planejamentos de manutenções e propor melhores resultados, foi analisado o sistema de manutenção numa empresa de telecomunicações, obteve-se uma amostra do controle de atividades diária de manutenção e observou uma variedade de sistema de controle de processo e análise de falha, porém o controle dos índices de desempenho continua sendo impactante na cadeia produtiva. Visto que, os esforços são direcionados ao atendimento imediato da produção sendo deixado em segundo plano, a idéia de evitar a falha, de se antepor a iminência de paradas produtivas. Conclui-se que se houver maior ênfase nas análises de falhas de máquinas gera possível aumento de disponibilidade, contudo não deve-se esquecer que o treinamento e conscientização dos operadores das máquinas acarreta além de disponibilidade técnica gera também maior desempenho no processo como um todo.

ABSTRACT

The system maintenance has been around since the Industrial Revolution and throughout the years, adapting according to the changing needs of industries. In the beginning was seen as a necessary evil, but over the years has been gaining ground and is now recognized by many as an integral part of business management as part of the link in the chain. Soon, it was seen that the need for good maintenance systems would result in good outcomes for the goals of productive factories. Eager to promote the importance of good planning of maintenance and offer better results, we analyzed the maintenance system in a telecommunications company, we obtained a sample of the control activities of daily maintenance and observed a variety of system and process control failure analysis, but the control performance index is still impacting the supply chain. Since efforts are directed to the immediate care of the production being left in the background, the idea to avoid failure, to put before the imminence of production stoppages. It follows that if there is greater emphasis on failure analysis engineer can generate increased availability, but one should not forget that training and awareness of machine operators as well as technical availability entails also generates greater performance in the process as a whole.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
1.2	Objetivos	13
1.2.1	Objetivo geral	13
1.2.2	Objetivo específico	13
1.3	Questões a serem respondidas	14
1.4	Delimitação do estudo	14
1.5	Relevância do Estudo	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	História da Manutenção	16
2.2	Definições de Manutenção	20
2.3	Importância da Manutenção	20
2.4	Tipos de Manutenção	26
2.4.1	Manutenção Corretiva	26
2.4.2	Manutenção Preventiva	27
2.4.3	Manutenção Preditiva	29
2.4.4	Manutenção Detectiva	30
2.4.5	Manutenção Baseada em Condições	30
2.4.6	Engenharia de Manutenção	31
2.5	Função Manutenção	31
2.6	Custos e Produtividade	35
2.7	Indicadores de Performance	39
2.8	Indicadores de Manutenção	39
2.8.1.0	Indicadores Internacionais de Manutenção	41
2.8.1.1	Tempo Médio Entre Falhas	43
2.8.1.2	Tempo Médio Para a Falha	44
2.8.1.3	Tempo Médio Para Reparo	44
2.8.1.4	Disponibilidade	45
2.8.1.5	BALANCED SCORECARD	45
3	CONHECENDO O PROCESSO	49
3.1	Elos do Processo Produtivo	49
3.2	Funcionamento do Sistema de Manutenção	51
4	O PROBLEMA	62
4.1	Propostas	66
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
	REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

A exigência do mercado consumidor por novas tecnologias desencadeou uma maneira célere de tornar obsoletos produtos modernos. A indústria de telefonia celular é um ícone desse mercado, que a cada ano necessita lançar novos modelos com novidades que ultrapassem as expectativas dos clientes. Diante da acirrada concorrência globalna indústria de telefonia celular, as multinacionais necessitam concorrer até mesmo com suas próprias filias.

Segundo Kardec e Nascif (2004), o novo cenário de economia globalizada e o acirramento competitivoexigiu uma nova postura da manutenção como fruto dos novos desafios, onde as mudanças emergem em alta velocidade e a manutenção vem como uma das atividades fundamentais do processo produtivo, necessitando ser um agente pró-ativo. Para atuar preventivamente, as equipes devem estar qualificadas e equipadas para evitarem falhas e, não somente corrigi-las.

Para Moubray (1996), a manutenção tem procurado novos modos de pensar, técnicos e administrativos, já que as novas exigências de mercado tornaram visíveis as limitações dos atuais sistemas de gestão.Esses sistemas de gestão vêm sofrendo alterações desde a revolução industrial, quando se percebeu que não tinha tempo a perder com o conserto dos equipamentos,a cada hora de máquina parada poderiam provocar um prejuízo incalculável, com isso, iniciou-se a prevenção por falhas, necessitando de profissionais na manutenção que tivessem o conhecimento da manutenção preventiva.

Os períodos dos anos 70 e 80 caracterizaram pela predição das falhas. Para predizer as falhas, foi então criada a manutenção Preditiva que utiliza técnicas que possam monitorar o equipamento, seja da forma sensitiva ou através de instrumentos de medição. Neste aspecto, os profissionais necessitavam de um nível de capacitação ainda maior, surgindo assim os primeiros especialistas. Estes períodos foram abordados por Moubray (2000) como as

gerações da manutenção:manutenção, aprimoramento do conhecimento e das habilidades da força de trabalho e desenvolvimento de ferramentas para realizar dos seus serviços.

É num ambiente de rápidas mudanças que a indústria de telefonia celular pretende manter-se no mercado competitivo. O ritmo dinâmico dessas indústrias promove a interação entre todos seus processos internos, como uma cadeia de vários elos, onde tudo deve caminhar na mesma velocidade da exigência do mercado consumidor por novos modelos e tecnologias. Para suprir a alta demanda de produção é necessário que todos os equipamentos e máquinas estejam no limiar de suas capacidades, devendo está disponíveis para o processo fabril produzir e serem reparados usando o menor custo.

Assim, é necessária a conscientização da importância da função manutenção como estratégia competitiva. Que, além de preservar as condições operacionais, a área de manutenção também pode ser responsável por desenvolver melhorias de desempenho auxiliando na otimização dos processos produtivos. Além de, sobretudo,ter destaque nos resultadosoperacionais onde pequenas paradas no processo produtivo podem significar prejuízos relevantes, impactando diretamente na lucratividade, LEITE (2007).

Os requisitos dos clientes estão em níveis mais desafiadores e os profissionais de manutenção passaram a ser mais exigidos no atendimento adequado aos seus clientes, ou seja, os equipamentos, obras ou instalações e, ficou claro que as tarefas que desempenham, resultam em impactos diretos ou indiretos no produto ou serviços que a empresa oferece. Esses impactos refletem diretamente nos índices de desempenho da manutenção, que se concatena no resultado do BALANCE SCORECARD da empresa.

Visto as especificidades percebe-se a necessidade de criar meios para que os Gestores da Manutenção tenham condições de classificar de forma assertiva a criticidade dos equipamentos de uma planta industrial. De acordo com Marçal (2005), mantenedores, engenheiros, enfim profissionais de manutenção, deparam-se atualmente com as mais diversas tarefas na atividade de manutenção e para se assegurarem de cumprirem corretamente tais

tarefas, estes profissionais buscam ferramentas que os auxiliem no processo de tomada de decisões.

Os indicadores de desempenho devem ser posicionados num contexto estratégico demonstrando como eles influenciam no resultado corporativo ou no trabalho das pessoas. Deste modo, os estes indicadores não devem ser considerados puramente como um meio de prover informação para a tomada de decisão no gerenciamento e controle da manutenção, eles podem também servir como uma ferramenta motivacional direcionada às decisões e às ações coerentes com a estratégia adotada pela organização para a manutenção.

Assim, usando a filosofia de manutenção autônoma, preventiva e preditiva no departamento de manutenção e avaliando os resultados para o cliente final, neste trata-se de o departamento de produção, objetiva-se a melhoria da eficiência da manutenção, intensificando a rigidez no controle de seus processos para torná-los mais competitivos. Serão usados os indicadores de desempenho para analisar uma maneira estratégica para obter esses controles. Entretanto, de que modo pode-se obter a melhoria dos indicadores de manutenção através das estratégias de Planejamento e Controle de Manutenção?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Propor estratégias de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), para melhorar os indicadores de desempenho da manutenção de uma empresa de telefonia celular instalada no Polo Industrial de Manaus-PIM.

1.2.2 Objetivo específico

- Analisar os indicadores de desempenho da manutenção;

- Levantar o resultado do monitoramento do processo;
- Avaliar os efeitos e elaborar estratégias de PCM para acompanhamento do desempenho da manutenção no ambiente explorado.

1.3 Questões a serem respondidas

Qual a importância do setor de manutenção e do planejamento e controle do mesmo e, como esse conjunto, pode influenciar no processo produtivo de uma empresa de telefonia celular?

1.4 Delimitação do estudo

O presente estudo limita-se a melhoria do PCM no processo de manufatura de celular, orientando-se pelos indicadores de desempenho e das ferramentas utilizadas para avaliar o processo produtivo relacionado ao desempenho das máquinas e equipamentos (MTTR, MTBF e *Downtime*), aplicados ao setor de SOp (*SupplyOperation*), esse setor é o responsável pela customização do produto e montagem final, nessa etapa é inserido todas as configurações solicitadas pelo cliente.

1.5 Relevância do Estudo

Alcançar melhores resultados nos indicadores de manutenção: Tempo médio entre falhas (MTBF), tempo médio de reparos (MTTR) e propor utilização mais eficiente da ferramenta de monitoramento de processo, possibilitando redução de custos operacionais, aumento de produtividade e qualidade. A função manutenção passou a ocupar pontos significativos nas estratégias de produção, ganhando interação com o setor de produção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo objetiva conceituar manutenção e suas relevâncias como também, de forma sucinta, abranger gestão de manutenção e os seus indicadores, MTBF, MTTR e *DOWNTIME*

2.1 História da Manutenção

A história da manutenção acompanha o desenvolvimento técnico industrial da humanidade o uso de instrumentos e ferramentas é uma atividade praticada desde as primeiras civilizações, porém a função manutenção surgiu somente com a invenção das primeiras máquinas têxteis, a vapor. Com a mecanização das indústrias surgiu a necessidade dos primeiros reparos. Nesse período, os operadores eram treinados pelo próprio inventor das máquinas, para que, além de operarem, também fizesse pequenos reparos. Somente no último século, quando as máquinas passam a serem movidas por motores elétricos, é que surge a figura do mantenedor eletricitista. (CARTENS, 2007)

A revolução industrial impulsionou a descoberta de novas técnicas de manutenção, essas novas descobertas alteram o modelo de gestão, a característica que abrange o período entre a revolução industrial e a segunda guerra era a baixa mecanização da indústria, logo não existia a necessidade de sistemas de planejamento de manutenção, (ALKAIM, 2003).

Portanto a característica do mantenedor neste período era de corrigir somente após a falha ou seja a manutenção corretiva. Logo após a II Guerra Mundial o nível de exigência por bens passou a ser maior. Com a Guerra Fria, houve um salto significativo na produção bélica contribuindo para o aumento acelerado de outros segmentos da indústria. Logo viu-se que

máquina parada significava e, ainda significa, prejuízo. Principalmente por motivo de falta de manutenção, então houve a necessidade de evitar as falhas desencadeando assim o surgimento de profissionais em manutenção preventiva.

Conforme Baldin, por volta de 1950, com o desenvolvimento da indústria para suprir a demanda pós-guerra, a evolução da aviação comercial e da indústria eletrônica, observou-se que, em muitos casos, o tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o destinado a execução do reparo e selecionou equipes de especialistas para compor um órgão de assessoramento que se chamou Engenharia de Manutenção, designada a planejar e controlar a manutenção preventiva e analisar causas e efeitos das falhas e/ou defeitos(SZEZERBICKI,2006).

A partir de 1970a Engenharia de Manutenção passou a desenvolver critérios de predição ou previsão de falhas, visando à otimização da atuação das equipes de execução de manutenção. Esses critérios, conhecidos como Manutenção Preditiva (CABRAL, 2002), foram associados a métodos de planejamento e controle de manutenção automatizada, reduzindo os encargos burocráticos dos executantes de manutenção. Essas atividades acarretaram o desmembramento da Engenharia de Manutenção que passou a ter duas equipes: a de Estudos de ocorrências crônicas e a de PCM, esta última com a finalidade de desenvolver, implementar e analisar os resultados dos sistemas automatizados de manutenção.

A partir de 1980, com o desenvolvimento dos microcomputadores, a custos reduzidos e linguagens simples, os órgãos de manutenção passaram a desenvolver e processar seus próprios programas, eliminando os inconvenientes da dependência de disponibilidade humana de equipamentos para o atendimento as suas prioridades de processamento das informações pelo computador central, além das dificuldades de comunicação na transmissão de suas necessidades para o analista de sistemas, nem sempre familiarizadas com a área de manutenção. Em algumas empresas esta atividade tornou-se tão importante que o PCM passou a compor um órgão de assessoramento à supervisão geral de produção, uma vez que influencia também a área de operação. Conforme ilustra a Figura 1:

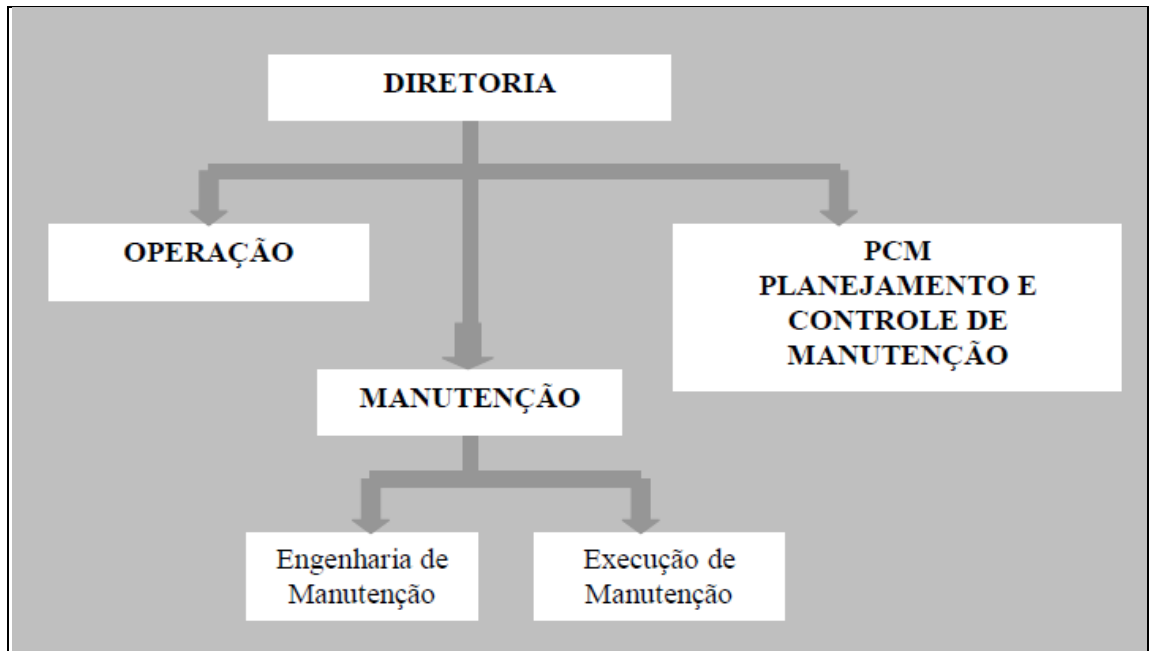


Figura 1 Posicionamento do PCM assessorando à supervisão geral de produção

Fonte: Manutenção como centro de lucro

Os estágios evolutivos se caracterizavam pela redução de custos e garantia da qualidade (através da confiabilidade e produtividade dos equipamentos) e atendimento de prazos (através da disponibilidade dos equipamentos). Os profissionais de manutenção passaram a ser mais exigidos no atendimento adequado aos seus clientes, ou seja, os equipamentos, obras ou instalações e, ficou claro que as tarefas que desempenham, resultam em impactos diretos ou indiretos no produto ou serviços que a empresa oferece a seus clientes TAVARES(1977).

Por outro lado, a manutenção também tem seus fornecedores, ou seja, os contratados que executam algumas de suas tarefas, a área de material que aprovisiona os sobressalentes e materiais de uso comum, a área de compras que adquire materiais e novos equipamentos etc. e todos são importantes para que o cliente final sinta-se bem atendido.

Atualmente, os consumidores passaram a exigir aumento da qualidade dos produtos e serviços, logo a manutenção passou a ser um elemento importante no desempenho dos equipamentos em grau de importância equivalente ao que já vinha sendo praticado na operação, (CABRAL, 2002).

Para Pinto e Xavier, resumidamente, a cronologia dos critérios de desenvolvimento para a área de manutenção deu-se em três gerações:

- a) Primeira Geração, antes de 1960, com o Conserto após a falha;
- b) Segunda Geração de 1960 a 1970, Disponibilidade crescente, maior vida útil dos equipamentos, computadores grandes e lentos, sistemas manuais de planejamento e controle do trabalho, monitoração por tempo;
- c) Terceira Geração, após 1970, maior disponibilidade e confiabilidade, melhor custo-benefício, maior segurança, melhor qualidade de produtos, preservação do meio ambiente, monitoramentos por condição, projetos voltados para confiabilidade e manutenabilidade, análise de risco, computadores pequenos e rápidos, softwares potentes, Análise de Modos de Falha (FMEA), grupos de trabalho multidisciplinares.

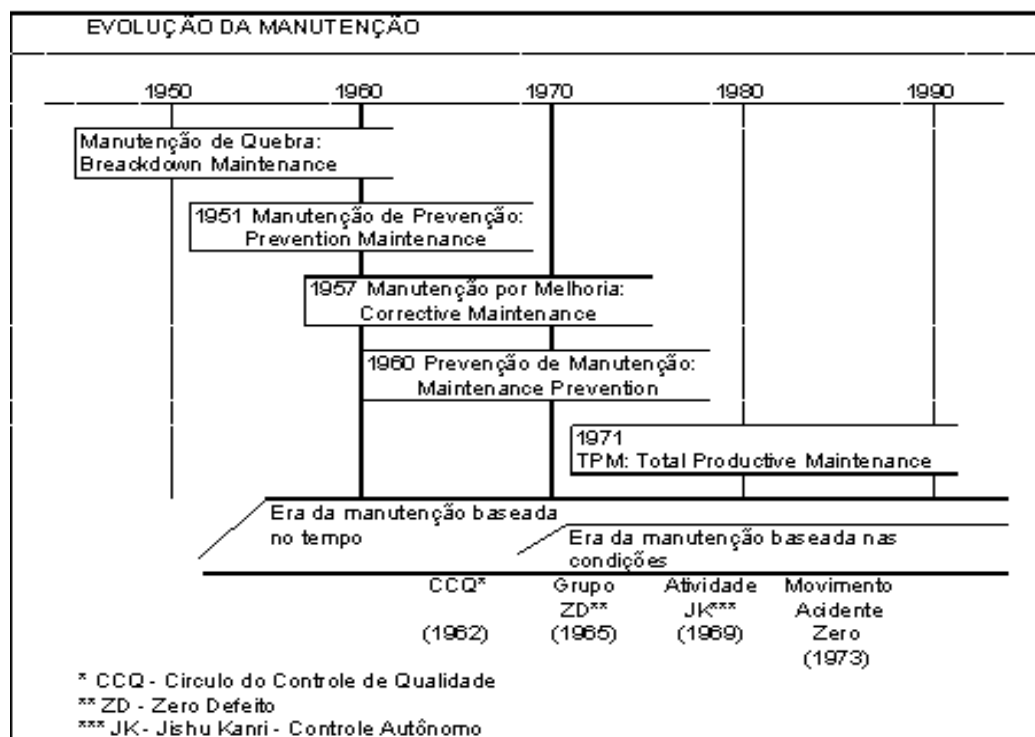


Figura 2 - Evolução da manutenção

Fonte: Apostila do Curso de Formação de Multiplicadores - TPM. São Paulo: IM & C - Programas Especiais de Desenvolvimento Profissional, Out/93, p. 3.

2.2 Definições de Manutenção

Segundo Tavares, "Manutenção - Todas as ações necessárias para que um item (equipamento, obra ou instalação), seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada".

Para Monks, "A manutenção é uma atividade desenvolvida para manter o equipamento ou outros bens em condições que irão melhor apoiar as metas organizacionais. As decisões de manutenção devem refletir a viabilidade do sistema a longo prazo." (Wyrebski, 1997)

2.3 Importância da Manutenção

A manutenção deixou de ser, nas últimas décadas, uma simples atividade de reparo para se tornar um meio essencial ao alcance dos objetivos e metas da organização. Coloca-se, estrategicamente, como parte fundamental do processo produtivo em um ambiente onde, cada vez mais, se utilizam equipamentos de última geração, com os mais modernos sistemas mecânicos e eletro-eletrônicos, de maior grau de complexidade, alto custo e exigências elevadas quanto ao nível da manutenção. A maior complexidade dos equipamentos e diversidade dos ativos físicos fez da manutenção uma função igualmente complexa, levando ao desenvolvimento de novas técnicas, modernas ferramentas de gestão e abordagens inovadoras quanto à organização e estratégia de manutenção. (XAVIER, 2004)

O departamento de manutenção tem importância vital no funcionamento de uma indústria. Pouco adianta o administrador de produção procurar ganho de produtividade se os equipamentos não dispõem de manutenção adequada. À manutenção cabe zelar pela conservação da indústria, especialmente de máquinas e equipamentos, devendo antecipar-se aos problemas através de um contínuo serviço de observação dos bens a serem mantidos. O

planejamento criterioso da manutenção e a execução rigorosa do plano permitem a fabricação permanente dos produtos graças ao trabalho contínuo das máquinas, reduzindo ao mínimo as paradas temporárias da fábrica.

Gerenciar corretamente esses modernos meios de produção exige conhecimento de métodos e sistemas de planejamento e execução que sejam ao mesmo tempo eficientes e economicamente viáveis. Equipamentos parados em momentos inoportunos comprometem a produção e podem significar perdas irrecuperáveis num ambiente altamente competitivo. Diante desse cenário, a estrutura de planejamento, programação e controle da manutenção tem um papel importantíssimo: fazer com que a manutenção trabalhe de forma planejada, para que os recursos sejam aplicados de forma correta, no momento adequado garantindo assim a disponibilidade dos equipamentos e conseqüentemente uma maior produtividade.

Segundo Pinto (2003) “A manutenção, para ser estratégica, precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. E, sobretudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; em outras palavras, não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível mas é necessário, principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação reduzindo a probabilidade de uma parada de produção ou o não fornecimento de um serviço. ”

Segundo Menezes e Almeida (2002), a estratégia de manutenção para cada equipamento consiste na escolha da política de manutenção mais adequada para o equipamento, visualizando-se os objetivos claros de: maior disponibilidade através do aumento da confiabilidade e manutenibilidade (MTBF máximo e MTTR mínimo), maximização da vida útil e minimização dos custos. E essa escolha é fundamental para que a empresa obtenha êxito na manutenção dos equipamentos. Segundo Fabro (2003), para que

possamos determinar corretamente quais os tipos de manutenção são mais adequados para os equipamentos que serão mantidos, é importante a verificação de alguns fatores, como:

- a) recomendações do fabricante;
- b) segurança;
- c) características do equipamento;
- d) meio ambiente;
- e) custos;

Através dos Planos de Manutenção são operacionalizadas as políticas de manutenção dos equipamentos, Segundo Branco Filho (2005), é através de um planejamento adequado que se consegue obter melhores níveis de disponibilidade do equipamento e conseqüentemente do processo produtivo, sendo a disponibilidade operacional o grande indicador da excelência da manutenção e da garantia de produtividade. Tanto o planejamento de manutenção quanto seu processo de gestão, precisam ser constantemente revistos e readequados para o atendimento das necessidades cada vez mais flexíveis da produção

Knight Wendling Consulting AG comenta: "Manutenção somente tem contribuição indireta na adição de valores. A importância dela, porém cresce com a crescente complexidade das instalações de produção. Uma participação crescente da eletrônica, um aumento do grau de automação com alta flexibilidade e uma crescente interligação das operações com ciclos cada vez mais reduzidos levam a exigências máximas com referência a confiabilidade e disponibilidade das instalações." A figura 3 mostra um exemplo do relacionamento da manutenção, apresentando os seus principais clientes e fornecedores.



Figura3 - Interfaces de um serviço de manutenção

Fonte: *MONCHY, François. A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p. 5.*

A ABRAMAN, Associação Brasileira de Manutenção, destaca, em pesquisa sobre os custos em manutenção, que 86 % das empresas consultadas, fazem anualmente previsão orçamentária para manutenção; 5 % afirmaram que não fazem qualquer acompanhamento de custo de manutenção; e que, em 92 % das respostas, o acompanhamento da manutenção é efetuado de forma contínua (semanal ou mensal).

A concorrência internacional face às exigências cada vez mais acentuadas por diversificações dos produtos obriga as empresas a tornarem os sistemas de produção o mais flexível possível. As máquinas e equipamentos não podem parar a não ser nas horas programadas para tal. Assim, a manutenção tem que ser eficiente.

Segundo Tavares, "a partir da revisão em 1994 da Norma ISO 9000 a atividade de manutenção passou a ser considerada como um requisito de controle de processo, Identificar aquelas características de projeto que são críticas para o funcionamento apropriado e seguro do produto (por exemplo: requisitos de operação, armazenamento, manuseio, manutenção e disposição após uso)"

"Quando a obtenção de níveis desejados de controle do processo depende da operação, consistente e estável, do equipamento do processo e de materiais essenciais, o fornecedor deve incluir, na abrangência do sistema de qualidade, a adequada manutenção desses equipamentos de processo e materiais essenciais."

O que tantas vezes passou despercebido para os executivos no passado, hoje está bem óbvio. Má manutenção e confiabilidade significam lucros reduzidos, mais custos de mão-de-obra e estoques, clientes insatisfeitos e produtos de má qualidade. Para as empresas, o custo pode ficar nas dezenas ou até centenas de milhões de dólares.

A busca acirrada de vantagens competitivas tem mostrado que o custo de manutenção não está sob controle e é um fator importante no incremento do desempenho global dos equipamentos. Está se tornando cada vez mais aceito pelas empresas, grupos e consultoria e organizações profissionais, que para o bom desempenho da produção em termos mundiais, o gasto em manutenção deve estar ao redor de 2% ou menos do valor do ativo (GINDER, 1996). O melhoramento contínuo das práticas de manutenções assim como a redução de seus custos são resultados da utilização do ciclo da Qualidade Total como base no processo de gerenciamento. Melhorias significativas nos custos de manutenção e disponibilidade dos equipamentos vêm sendo atingidos, através da:

- Absorção de algumas atividades pelas equipes de operação dos equipamentos;
- Melhoria contínua do equipamento;
- Educação e treinamento dos envolvidos na atividade de manutenção;
- Coleta de informações, avaliação e atendimento às necessidades dos clientes;
- Estabelecimento de prioridades adequadas aos serviços;
- Avaliação de serviços necessários e desnecessários;
- Análise adequada de relatórios e aplicação de soluções simples, porém estratégicas;
- Planejamento da manutenção com "ênfase na estratégia de manutenção específica por tipo de equipamento".

Cada vez mais e seguramente tal ocorrerá na mudança do século, o sucesso de uma companhia é, em grande parte, devido à boa cooperação entre clientes e fornecedores, sejam internos ou externos. Os atritos criam custos e consomem tempo e energia. O gerenciamento dinâmico da manutenção envolve administração das interfaces com outras divisões corporativas.

Altas disponibilidades e índices de utilização, aumento de confiabilidade, baixo custo de produção como resultado de manutenção otimizada, gestão de sobressalente e alta qualidade de produtos, são metas que podem ser atingidas somente quando operação e manutenção trabalham juntas. Em grandes empresas americanas foram revisadas mais de 1500 ordens de serviço, onde se observou que 47% dos serviços poderiam deixar de ser executados, o que correspondia, nessas empresas, como gastos desnecessários de US\$ 18 milhões em mão de obra e material (OLIVERSON, 1997).

De acordo com MIRANDA (1995), atualmente observa-se que as empresas bem sucedidas têm adotado uma visão prospectiva de gerenciamento de oportunidades, usualmente suportada por:

- Rotinas sistematizadas para economizar manutenção;
- Sistemas de manutenção com auxílio de processamento eletrônico de dados;
- Ferramentas e dispositivos de medição;
- Consultorias competentes no reconhecimento do potencial de melhoria e implementação de soluções estratégicas.

A partir de 1994 com a universalização de alguns softwares os clientes passaram a ser mais exigentes em seus critérios de seleção e alguns questionários foram criados para facilitar esse processo. Existem hoje mais de 200 softwares específicos de manutenção sendo comercializados no mundo (dos quais mais de 30 no Brasil), oferecendo soluções específicas em função do produto, tecnologia, mercado e estratégia das diversas empresas.

Este mercado representou, em 1997, mais de 900 milhões de dólares, dos quais, 56,6% na América do Norte, 27,5% na Europa, 10,3% na Ásia e Oceania e 5,7% na América Latina (*Market Shares of the Leading Suppliers Automation Research Corporation, 1998*). Grandes empresas especializadas em softwares específicos de manutenção se destacam no mercado internacional como *Datastream, Frontec, IFS, Indus International, Marcam, Mincom, PSDI*, etc. (SZEZEBICKI, 2006).

2.4 Tipos de Manutenção

Como pode ser observado no item 2.1, a manutenção vem sofrendo um processo gradativo de evolução, e com o passar dos anos, ou evolução dos estágios em que a empresa se encontra um tipo de manutenção é adotada. A seguir descrevem-se os tipos de manutenção de acordo com a evolução observada nas últimas décadas e o grau de maturidade das empresas.

2.4.1 Manutenção Corretiva

É aquela em que os consertos e reformas são realizados quando o objeto, máquina, equipamento ou veículo já estão quebrados.

Segundo Viana, "manutenção corretiva é a atividade que existe para corrigir falhas decorrentes dos desgastes ou deterioração de máquinas ou equipamentos. São os consertos das partes que sofreram a falha, podendo ser: reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento."

Conforme Harding(1981), "manutenção corretiva é o trabalho de restaurar um equipamento para um padrão aceitável".

A manutenção corretiva é observada em todos os estágios, ou cicloevolutivos da manutenção. Quando ocorre de maneira não planejada a manutenção corretiva baseia-se em reparar os sistemas ou equipamentos quando os mesmos deixam de funcionar, sendo necessária a intervenção para o equipamento voltar a operar, isto ocasionando paradas e perdas de produção ou serviços, e a extensão dos danos aos equipamentos é maior, desta forma não existe controle sobre a manutenção. As paradas são comandadas pelos equipamentos.

Manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado Pinto e Xavier(2003), porém pode ocorrer de maneira planejada. Desta forma ela é executada a partir de uma programação feita e através de um acompanhamento preditivo, ou detectivo, pode ainda ocorrer conforme vida útil estipulada pelo fabricante, ou algumas vezes por decisões gerenciais operar até falha completa, neste caso normalmente existem reposições rápidas para tal Slack(2002). Podemos citar algumas vantagens e desvantagens da Manutenção Corretiva o seguinte:

Vantagens:

- não exige acompanhamentos e inspeções nas máquinas.

Desvantagens:

- as máquinas podem quebrar-se durante os horários de produção;
- as empresas utilizam máquinas de reserva;
- há necessidade de se trabalhar com estoques;

2.4.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é realizada de forma a reduzir ou evitar falhas inesperadas ou quedas no desempenho dos equipamentos a partir de um cronograma e um check-list de verificação periódica, Pinto e Xavier (2003). É realizada periodicamente através de ajustes ou substituição de peças independente da real necessidade. A atividade pode ser programada de

diversas maneiras, com base no tempo de ciclo, no calendário, nas horas do relógio, em contadores, em autuações, ou outras medidas (HANSEN, 2006).

É composta por uma série de inspeções e ou serviços e tarefas pré-planejados que pretendem reter as capacidades funcionais de sistemas de operação de equipamentos. A principal proposta de se fazer a manutenção preventiva no ambiente de trabalho é prevenir equipamentos industriais quanto as falhas, detectando as falhas no início dos problemas e encontrando falhas escondidas.

A manutenção preventiva é definida como sendo uma série de inspeções e ou serviços e tarefas pré-planejados que pretendem reter as capacidades funcionais de sistemas de operação de equipamentos. Com o passar do tempo, acompanhamento e histórico de manutenções realizadas podem-se melhorar a qualidade das preventivas realizadas, corrigindo-seos intervalos de realização das mesmas. Quando a manutenção encontra-se nesteestágio de desenvolvimento existe a tendência dos mantenedores seremconservadores na programação das atividades, e os intervalos de manutençãopraticados são menores que a necessidade real, implicando em paradas esubstituição de peças de forma desnecessária (SLACK,2002); (PINTOe XAVIER,2003).

Segundo Pinto e Xavier (2003), a prática da manutenção preventivaapresenta as seguintes vantagens em comparação com a corretiva:

- a) assegura a continuidade do funcionamento das máquinas, só parandopara conserto em horas programadas;
- b) facilidade em cumprir os programas de produção;
- c) previsibilidade de consumo de materiais e sobressalentes.

2.4.3 Manutenção Preditiva

Manutenção preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho Pinto e Xavier(2003).O conceito de manutenção preditiva é bastante moderno. Através dele, acompanha-se o comportamento de determinados elementos do equipamento ou pode identificar algo diferente do normal e, uma vez constatada a anomalia realiza-se a manutenção, um exemplo tradicional e clássico é o de acompanhar o nível de ruído, ou vibração do rolamento de um motor e realizar a substituição do mesmo somente quando realmente necessário.

Em telecomunicações isto pode ser feito para os bancos de baterias responsáveis por suprir a energia elétrica aos sistemas durante as interrupções do sistema das concessionárias de energia. Para isto já existem meios preditivos de medição e acompanhamento da vida útil das baterias.O controle preditivo da manutenção é a determinação do melhor momento para executar a manutenção preventiva num equipamento, ou seja, o ponto a partir do qual a probabilidade do equipamento falhar assume valores indesejáveis (TAVARES, 1996).

A manutenção preditiva é observada nos estágios de manutenção mais evoluídos, pode ser aplicada sempre que for possível um monitoramento do comportamento e desgaste dos equipamentos. Com isto os mesmos são substituídos apenas quando é realmente necessário, e as paradas são programadas, evitando trocas de peças de maneira desnecessária, e com isto reduzindo os custos de manutenção. Esta prática faz com que se aja de forma antecipada as falhas, com isto a disponibilidade operacional dos equipamentos aumenta-se cada vez mais, e os custos da área de manutenção são reduzidos.(SLACK, 2002).

2.4.4 Manutenção Detectiva

Manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou segurança operacional, buscando detectar “falhas ocultas” ou não perceptíveis a pessoal de operação e manutenção, com isto garante-se a entrada em operação de equipamentos. Estas falhas ocultas podem aparecer mesmo se as manutenções preventivas, preditivas e corretivas planejadas forem realizadas. Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital, se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha o gerador não entra.

À medida que aumenta a utilização de instrumentação de comando, controle e automação nas indústrias, maior a necessidade da manutenção detectiva para garantir a confiabilidade dos sistemas e da planta, Pinto e Xavier, (2003). A grande vantagem neste tipo de manutenção é que o sistema pode ser verificado quanto à existência de falhas ocultas sem tirá-lo de operação, e ainda de poder corrigi-las com o sistema em operação. A desvantagem é a dificuldade de conseguir profissionais treinados e com habilitação para execução do serviço.

2.4.5 Manutenção Baseada em Condições

Uma estratégia de manutenção na qual a tendência periódica e o monitoramento de um equipamento ou processo indicam uma falha iminente do equipamento. Somente nesta situação a intervenção no equipamento é planejada e executada. Essa estratégia minimiza a “mortalidade infantil”, maximiza a vida do equipamento e dá início a ações planejadas para reduzir os efeitos da falha e minimizar o tempo de reparo (HANSEN, 2006).

2.4.6 Engenharia de Manutenção

Pode ser definida como adoção de uma atitude pro ativa, ou seja, deixar de ficar concertando continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, desenvolver a manutenibilidade, dar *feedback* ao projeto e interferir tecnicamente nas compras.

Normalmente quem pratica apenas a manutenção corretiva não planejada, não terá tempo para fazer engenharia de manutenção. Mas, possivelmente terá tempo para continuar com ações corretivas e convivendo com péssimos resultados e problemas crônicos. É necessário mudar, incorporar a preventiva, a preditiva e fazer engenharia de manutenção. A engenharia de manutenção utiliza os dados obtidos na manutenção para melhorar sempre (PINTO e XAVIER, 2003).

2.5 Função Manutenção

Na luta pela sobrevivência no mercado, as empresas procuram constantemente realizar intervenções para aprimorar o desempenho de suas operações. Hipkin e DeCock, (1999). Neste contexto, autores como Tsang (1999), observam que os dispêndios com manutenção têm respondido por parte significativa dos orçamentos operacionais das empresas, envolvendo elevados investimentos nas instalações, máquinas e equipamentos.

O monitoramento do desempenho das operações de manutenção representa, portanto, uma preocupação central na gestão dessas organizações. Ainda, “antes que alguma coisa possa ser medida é preciso defini-la”. Tsang (1999). A percepção tradicional da manutenção associa-a ao reparo de itens que deixaram de exercer suas funções de atendimento ao processo produtivo. Conforme Tsang (1999), uma abordagem mais recente é a que define a manutenção como “todas as atividades desenvolvidas para preservar um item ou restaurar suas condições, para o estado físico requerido visando o atendimento de sua função produtiva”.

Assim, a função manutenção passa a incluir atividades de caráter pró-ativo, como inspeções de rotina ou periódicas, substituições preventivas de componentes, e monitoramento da condição das máquinas. Segundo este autor, “quando a dimensão estratégica é considerada, as tomadas de decisões que determinarão os requisitos futuros de manutenção devem também atingir o domínio das operações de manutenção. Decisões sobre substituição de equipamentos e alterações de projeto para aprimorar a confiabilidade e a manutenibilidade” seriam exemplos pertinentes.

Além disso, é preciso ponderar que os equipamentos de produção possuem um ciclo de vida próprio. As proposições objeto do estudo de caso levam em conta também este aspecto. Ainda, as tomadas de decisão requerem conhecer o estágio atual das operações associadas ao processo de manutenção. O conhecimento da situação vigente, a partir da aplicação de um modelo de maturidade, além de permitir a avaliação de quesitos associados às proposições em estudo, se devidamente tratada, sustentará o delineamento e encaminhamento das decisões mais eficazes para o aprimoramento almejado das operações de manutenção.

Há suficientes indicações na literatura de que os modelos de tomadas de decisão administrativa representam condição necessária para se alcançar otimizações numa organização. Shimizu (2001). Há tomadas de decisão que interferem nas atividades da função manutenção e no produto desta, ou seja, *máquinas disponíveis* para a realização da função produção. A qualidade das decisões tomadas no processo de planejamento e gestão da função manutenção pode ser avaliada por meio de um indicador de disponibilidade, muitas vezes chamado apenas de disponibilidade.

Kardec (2002) possui uma abordagem mais estratégica que tem como linha básica a concepção de que a função manutenção tem o significado de inovar, participar das decisões do negócio, posicionar-se como gestora dos ativos, proporcionando a melhor

rentabilidade com a maior eficiência, utilizando-se de indicadores de desempenho que possibilitem demonstrar o grau de maturidade da manutenção.

Neste mesmo sentido, a área de manutenção deve participar ativamente para que a manufatura cumpra com seus objetivos, contribuindo para manter a competitividade da empresa. Através de uma engenharia de manutenção, com base em indicadores de criticidade de processo, pode-se atuar focado nas reais necessidades da manufatura e obter vantagem competitiva no mercado de atuação da empresa (ROMERO, 2001).

De acordo com Mirshawka (1993), a manutenção é o conjunto de atividades e recursos aplicados aos sistemas ou equipamentos a fim de mantê-los nas mesmas condições de desempenho de fábrica e de projeto, visando garantir a consecução de sua função dentro dos parâmetros de disponibilidade, de qualidade, de prazos, de custos e de vida úteis adequados. Para Márquez (2005), a manutenção é definida como a combinação de todas as técnicas e ações, administrativas e gerenciais, durante o ciclo de vida de um produto ou item, de forma a retê-lo ou restaurá-lo a um estado em que pode executar a função para qual foi planejado originalmente.

A manutenção industrial até recentemente era considerada apenas como fator de custos e gastos. No passado, os aspectos mais conhecidos da manutenção caracterizavam-se como sendo repetitivos e de rotina, pura substituição de peças, poucas técnicas empregadas, muitas improvisações e emergências. Contudo, devido ao alto custo gerado pelos chamados “*down-times*” tempos parados ou perdidos, durante a produção ou entrega dos serviços, a manutenção está gradativamente se tornando parte da estratégia da organização e vem sendo observada dia a dia com olhos diferentes.

Manutenção é o termo usado para abordar a forma pelas quais as organizações tentam evitar as “falhas” ao cuidar de suas instalações, especialmente aqueles ativos que

desempenham papel fundamental nas suas atividades de produção. Slack et al (2002). Porém além de preservar as condições operacionais a área de manutenção também pode ser responsável, por desenvolver melhorias de desempenho, auxiliando na otimização dos processos.

Dentro do contexto de manufatura, com mudanças no processo industrial e enfatizando cada vez mais a produção enxuta e a confiabilidade, a disponibilidade da planta é vitalmente crucial. Assim sendo, uma das principais áreas da indústria moderna, é a manutenção, área que vem ganhando muito destaque nos últimos anos (NAGAO, 1999).

O pobre desempenho das máquinas, tempos de manutenção não programados e uma manutenção ineficaz, levam a diminuição considerável nos lucros, trazem perdas de produção, perdas de mercado, perdas de oportunidades e assim por diante. Nagao (1999). Uma visão mais positiva encara a manutenção como uma ciência, uma arte ou uma filosofia, pois necessita de aplicação de conhecimentos diversos oriundos de todas as ciências, de profissionais com aptidões e conhecimento técnicos, além de ser cuidadosamente planejada para a operação ou organização desenhando ou modelando a efetividade alcançada. (HIGGINS, 1995).

A área de manutenção tem se tornado cada vez mais importante. Mercados globalizados estão forçando as organizações a competir não só em qualidade ou preço, mas também em tecnologia, redução de lead times, inovando, confiabilidade e tecnologia da informação, Madu (2000). A maioria destes eventos poderia ser prevenida e a falha, parada ou quebra ser desta forma evitada. Para se atingir este nível de sabedoria a manutenção evoluiu gradativamente com o passar dos anos.

Para que a área de manutenção passasse a ser reconhecida como importante para a função operações a mesma precisou passar por diversos estágios de evolução sendo que ainda

hoje encontramos empresas dentro de qualquer um dos estágios. Com a forte competitividade dos negócios e a constante busca por produtos de alta qualidade e que podem ser introduzidos rapidamente nos mercados, custos associados com falhas inesperadas nos equipamentos têm crescido consideravelmente (FONSECA, 2000).

Segundo Mirshawka (1993) uma gerência e administração da manutenção moderna devem ter os seguintes objetivos:

a) Maximizar a produção (aumentando a disponibilidade dos equipamentos) com o menor custo e a mais alta qualidade sem infringir normas de segurança e causar danos ao meio ambiente; Potencial de Crescimento

b) Aperfeiçoar níveis de estoque de peças;

c) Estabelecer a logística adequada para aquisição de materiais, peças e serviços;

d) Manter registros de manutenção por equipamentos, a fim de preservar o histórico dos equipamentos;

O único produto que a operação deseja comprar da manutenção e da engenharia chama-se maior disponibilidade, confiabilidade e ao menor custo. E quanto maior for a disponibilidade, menor será a demanda de serviços (PINTO e XAVIER, 2003).

2.6 Custos e Produtividade

Sob o aspecto de custos, a manutenção corretiva, ao longo do tempo, se apresenta como configuração de uma curva ascendente, devido à redução da vida útil dos equipamentos e conseqüente depreciação do ativo, perda de produção, aumento do estoque de matéria prima improdutiva, pagamento de horas extras do pessoal de execução da manutenção, ocorrência de ociosidade de mão-de-obra operativa, perda de mercado e aumento de riscos de acidentes.

A implantação do planejamento e controle, visando à prevenção ou predição da quebra; apresenta uma configuração de custos invertida, com taxa negativa anual da ordem de 20% e tendência a valores estáveis, que podem representar no cômputo total, Johannessen(1988).

Sendo mais da metade desta economia devida ao lucro cessante considerando o custo total de uma parada de equipamento como a soma do custo de manutenção, que inclui os custos de mão-de-obra, sobressalentes, materiais, combustíveis e lubrificantes com o custo de indisponibilidade que inclui o custo de Perda de Produção (horas não trabalhadas), devido a má qualidade do trabalho; falta de equipamentos; custo por emergências; custos extras para reorganizar a produção; custo por sobressalentes de emergência; penalidades comerciais e imagem da empresa.

* Um exemplo marcante de resultados obtidos com a implementação do adequado Planejamento e Controle de Manutenção foi divulgado por uma empresa metalúrgica dos E.U.A. (ALUMAX, 1984), que apresentou os seguintes resultados:

1. Manter a manutenção não planejada abaixo de 10%, das quais 8,3% são de corretivas (a meta da empresa era de 85% de manutenção planejada);

2. 0,5% das horas de trabalho de manutenção foram gastas em consertos de danos acidentais, 4,2% em quebras, 2,5% em lubrificação, 25,6% em inspeções, 4,1% em chamadas de emergência, 6,1% em desmontagens, 40,2% em serviço de rotina programada, 0,2% em serviço de rotina não programada, 7,8% em fabricação e modificações e 8,8% em outras atividades como reuniões e treinamento;

3. Os custos de manutenção eram cerca de 40% abaixo de outras fábricas de mesmo porte no setor e se devem basicamente ao uso eficiente da mão-de-obra e um mínimo de horas extras, que dá, em média, menos de 0,5% por operário por ano;

4. Os problemas dos equipamentos são detectados precocemente;

5. O investimento em manutenção inclui pessoas altamente qualificadas, suporte sofisticado de computador para manutenção planejada e uma política de manutenção da fábrica e equipamentos em “estado de novo”;

6. O departamento de manutenção tem total responsabilidade pela manutenção dos equipamentos e instalações da fábrica. Cerca de 2.000 itens de equipamentos no valor de mais de US\$ 200 milhões formam a maior parte dessa responsabilidade.

O investimento inicial em manutenção planejada é maior que o de manutenção e não elimina totalmente as ocorrências aleatórias, cujo alto valor inicial é justificado pela inexperiência do pessoal de manutenção que, ao atuar no equipamento altera seu equilíbrio operativo. Com o passar do tempo e o ganho de experiência, a manutenção aleatória tende a valores reduzidos e estáveis. A soma geral dos gastos de manutenção planejada e aleatória, que identificamos como manutenção com prevenção, a partir de um determinado tempo, passa a ser inferior ao de manutenção por quebra (BALDIN, 1975).

Consequentemente o lucro de prevenção só irá ocorrer a partir do momento em que as áreas compreendidas entre as curvas de manutenção por quebra, e com prevenção, antes e depois desse ponto forem iguais. Se a vida útil dos equipamentos da instalação for maior que o tempo de obtenção o lucro, a manutenção com prevenção passa a ser economicamente viável. O preparo prévio da equipe de execução de manutenção planejada reduz os custos iniciais da manutenção aleatória remanescente, todavia o aumento do investimento para a formação dessa equipe pouco altera o resultado econômico do período de geração de lucros.

Sob o aspecto de disponibilidade e confiabilidade, o planejamento e controle diminui as interrupções imprevistas da produção (GTMU, 1976) e melhora a distribuição de ocupação de mão-de-obra reduzindo as filas de espera dos equipamentos que aguardam manutenção. O planejamento adequado conduz a metodização da manutenção com o estabelecimento de padrões de execução desenvolvidos a partir de recomendações dos fabricantes, experiência do pessoal interno e bibliografias de empresas similares.

Dentre esses padrões destacam-se as planilhas de comissionamento e manutenção, as instruções de manutenção ou lista de verificações (“*check-list*”), as folhas de registro de dados ou folha de variação de especificações e o programa mestre de manutenção. Além das referências apresentadas, outros exemplos da vantagem de implantação ou aperfeiçoamento da filosofia de manutenção planejada em relação à de reparos por quebra, sob aspecto de disponibilidade, podem ser indicados, dentre os quais destaca-se:

1. O aumento da produtividade em cerca de 12% de uma empresa de mineração canadense (FALKONBRIDGE NICKEL MINES LIMITED);
2. A redução de custos de manutenção em 45% e o aumento da produtividade de 5 a 10% de uma empresa portuária americana (MACK);
3. O aumento da produtividade em 2% de uma empresa de energia elétrica americana (MACK);
4. O aumento da produtividade em 35% de uma fábrica de papel inglesa (UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION);
5. A vitória de uma grande concorrência por uma empresa japonesa em um país sul-americano que apresentou o índice de rejeição de 0,0001% (um em um milhão) contra 0,5% (cinco em mil) da competidora nacional (CETTA,1992).

Em alguns casos, a exigência da confiabilidade e disponibilidade é de tal ordem que dispensa o estudo de viabilidade econômica da prevenção em relação à quebra, como no caso de alguns componentes de uma aeronave ou do gerador de emergência de um hospital, ou dos elevadores de edifícios, cuja quebra coloca em risco vidas humanas ou meio ambientes.

Nestes casos são justificados altos investimentos em planejamento e controle de manutenção para que a confiabilidade atinja valores próximos a 100%. Incluem-se nesses grupos os equipamentos cuja parada imprevista, gera grandes perdas de matéria-prima ou de qualidade do produto ou serviço.

2.7 Indicadores de Performance

As melhorias de desempenho exigem grandes mudanças nos sistemas de medição e gestão utilizados pelas empresas (KAPLAN, NORTON 1997). Esses sistemas de medição podem ser formados por um conjunto de indicadores que podem avaliar a eficiência a eficácia desses sistemas.

Tavares (1999) defende a utilização de relatórios gerenciais de manutenção para facilitar a avaliação das atividades de manutenção, permitindo assim tomar decisões e estabelecer metas para que sejam gerados relatórios concisos e específicos formados por tabelas e índices. Os indicadores contidos nestes relatórios podem ser definidos, segundo Kardec (2002), como sendo guias que nos permitem medir a eficácia das ações tomadas, bem como medir os desvios entre o programado e o realizado.

No entanto, deve-se considerar a afirmação de Carvalho (2005) onde propõe que há que ler o indicador da maneira correta, ou seja, o número que nos é apresentado não é a nossa gestão, mas representa o estágio de evolução da gestão em direção aos objetivos estratégicos à excelência.

2.8 Indicadores de Manutenção

A grande maioria das empresas que buscam permanecer no mercado, com uma cota de participação estável ou crescente, deve ter um desempenho classe mundial. O caminho que se percorre de uma para outra situação deve ser balizado por indicadores de performance. Somente os indicadores permitem uma quantificação e acompanhamento dos processos, isso quer dizer que os indicadores são dados chave para a tomada de decisão, como também são medidas ou dados numéricos estabelecidos sobre os processos que queremos controlar.

(Nascif in <http://www.manter.com.br>)

Dirigindo o foco para a função manutenção, podemos afirmar que os indicadores de performance nos permitirão gerenciar a manutenção de modo eficaz, sintonizados com os objetivos estratégicos da empresa. A Gerência de Manutenção como parte estratégica das organizações modernas, é umas das responsáveis direta pela disponibilidade dos ativos de produção, tendo extrema importância nos resultados da empresa. Em uma visão administrativa moderna, os resultados de uma serão os melhores quanto mais eficaz for à gestão da atividade de manutenção.

Segundo dados estatísticos da ABRAMAN (2007), o custo de manutenção no Brasil por faturamento bruto das empresas é de 3,89%. Esta realidade demonstra que as empresas devem perseguir melhorias contínuas na gestão da manutenção, a partir da busca contínua de conhecimentos inovadores e aplicação de melhores práticas. As práticas utilizadas atualmente no Brasil são as mesmas utilizadas nos países mais industrializados do mundo, mostrando que, tecnicamente, a manutenção nacional encontra-se em níveis tecnológicos muito próximos dos praticados no restante do mundo, mas que ainda existem paradigmas a serem quebrados.

Segundo Kardec e Baroni (2002) “Não é mais aceitável que o equipamento ou sistema pare de maneira não prevista”. Isto implica na necessidade da constante evolução dos métodos e técnicas. A tabela 1 mostra que, na média, as empresas brasileiras ficam 5,4% de seu tempo parado por motivos de manutenção. Considerando-se que, os dados foram obtidos junto a empresas que reconhecem a importância da manutenção para os seus processos, pode-se pensar quanto seria este número em uma empresa que não administra ou reconhece a importância da manutenção e, quanto seria a parcela de ganhos diretos se este número fosse reduzido para, por exemplo, 4%.

Esta informação somada aos custos envolvidos (ambos provavelmente desconhecidos para uma grande parte das empresas brasileiras), já seriam suficientes para propor-se uma

mudança das práticas de gestão utilizadas pelas empresas, com o objetivo de buscar no mínimo um melhor entendimento sobre a ação da manutenção e suas potencialidades.

Tabela 1. Disponibilidade Operacional (ABRAMAN,2007)

Indicadores de Disponibilidade (%)						
Tipo	1997	1999	2001	2003	2005	2007
Disponibilidade Operacional	85,82	89,30	91,36	89,48	88,20	90,82
Indisponibilidade devido a Manutenção	4,74	5,63	5,15	5,82	5,80	5,30

2.8.1.0 Indicadores Internacionais de Manutenção

Estes índices são segundo Tavares (1999) denominados de “índices de classe mundial”, são utilizados segundo a mesma expressão em vários países inclusive no Brasil. Os “índices de classe mundiais” mais utilizados e difundidos entre os países que reconhecem a importância da manutenção industrial, sendo que parte deles se refere à análise específica para da gestão dos equipamentos e os demais tratam da gestão de custos envolvidos com as manutenções executadas são, entre outros:

- Tempo Médio entre falhas (MTBF ou TMEF)
- Tempo Médio para Reparo (MTTR ou TMPR)
- Tempo Médio para Falha (MTTF ou TMPF)
- Disponibilidade do Equipamento (EA)
- Custo de manutenção por Faturamento (CMFR)

No Brasil os índices Classe Mundial são largamente difundidos, talvez pelo fato de que boa parte da literatura específica para área também ser baseada em textos internacionais

como os índices. Mas encontram-se também, uma grande variação adequando-os às necessidades da empresa.

Destacando-se que embora estes índices mesmo variando de empresa para empresa, sempre estarão sendo agrupados em blocos distintos de controle, tais como:

- Gestão de Equipamentos;
- Gestão de Custos;
- Gestão de mão-de-obra;
- Atividades da manutenção;
- Organização da manutenção; entre outros.

Assim sendo, sugerido por Tavares (1999), pode-se destacar dentro destes blocos os mais variados tipos de formatos de índices que podem ser utilizados no controle. No entanto, é preciso muito cuidado com duas armadilhas que envolvem a questão de definição e acompanhamento de indicadores. Os indicadores devem acompanhar a performance da manutenção nos seus processos principais e não aspectos particulares. É melhor ter poucos indicadores importantes e acompanhá-los bem.

Para Kardec (2002), a principal função dos indicadores de desempenho é indicar oportunidades de melhoria dentro das organizações. Estas oportunidades são às vezes difíceis de serem identificadas, mas com a determinação de um indicador, estabelece-se uma variável a ser monitorada e acompanhada que pode direcionar para um desvio dentro da organização. Este indicador pode ser o início de um estudo mais aprofundado quando encontrado que outros índices são dependentes deste

2.8.1.1 Tempo Médio Entre Falhas

Segundo Viana (2002), O tempo médio entre falhas (MTBF) é definido como a divisão da soma das horas trabalhadas disponíveis do equipamento para a operação, pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período. Em outras palavras, pode-se que MTBF é a relação entre o tempo de operação e o número de falhas dos equipamentos. Esse índice deve ser usado para itens que são reparados após a ocorrência de uma falha.

$$MTBF = \frac{\text{Somatório das horas disponíveis do equipamento para operação}}{\text{número de falhas do equipamento}} \quad (1)$$

Fatores que influenciam o MTBF:

- Sobrecarga constante e não intencional resultante de más condições básicas;
- Sobrecarga constante e intencional resultante de utilização de matéria prima inadequada, ou utilização acima dos parâmetros de projeto;
- Sobrecarga pontual e não intencional resultante de problemas de fixação dos elementos ou interferência entre os elementos;
- Sobrecarga pontual e intencional resultante de falhas de sistemas de segurança ou falhas nos ajustes;

Fatores influenciados pelo MTBF:

- Utilização de Mão de Obra de Manutenção.
- *Down Time.*
- Custo de materiais utilizados
- Inventário do almoxarifado de manutenção.

2.8.1.2 Tempo Médio Para a Falha

Segundo Viana (2002), existem determinados componentes que não sofrem reparos, ou seja, após falharem são descartados, e substituídos por novos, tendo então um MTTR igual a zero. O tempo médio para a falha tem como enfoque este tipo de componente, consistindo na relação entre o total de horas disponíveis do equipamento para a operação dividido pelo número de falha detectada em componentes não reparáveis. Esse índice deve ser usado para itens que são substituídos após a ocorrência de uma falha.

2.8.1.3 Tempo Médio Para Reparo

Segundo Viana (2002), O tempo médio de reparo é dado como sendo a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção pelo número de intervenções corretivas no período. Em resumo, nada mais é que a relação entre o tempo de reparo dos equipamentos e número de falhas. Esse índice deve ser usado para itens para os quais o tempo de reparo ou substituição é significativo em relação ao tempo de operação.

$$MTTR = \frac{\text{Somatório do tempo de manutenção (reparo)}}{\text{número de falhas do equipamento}} \quad (2)$$

Fatores que influenciam o MTTR:

- Falhas no processo de peças de reposição;
- Falta de treinamento de mão de obra;
- Falta de recursos para execução de tarefas;
- Falta de mão de obra;

Fatores influenciados pelo MTTR:

- Utilização de Mão de Obra de Manutenção;
- Utilização de Mão de Obra de Produção;
- Down Time;

2.8.1.4 Disponibilidade

Uma vez que tenhamos os valores do MTBF e do MTTR, podemos calcular a disponibilidade que é dada pela seguinte relação:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100(\%) \quad (3)$$

Convém ressaltar que proporcionar a disponibilidade dos equipamentos e instalações é o principal objetivo da manutenção.

2.8.1.5 BALANCED SCORECARD

Nos anos 90 do século passado, surgiu um novo método de medição da performance da gestão: o *Balanced Score Card* (BSC), proposta por Kaplan e Norton, a qual veio sistematizar uma visão integrada operacional e financeira no controlo de gestão, coerente com os objetivos estratégicos da organização em cada momento. O BSC apresenta-se sob a forma de quatro dimensões seqüenciais na perspectiva causa-efeito. São elas:

- Desenvolvimento organizacional;
- Processos internos;
- Clientes;
- Financeira.

O nome adotado procurava refletir o equilíbrio (*balance*) entre objetivos de curto e longo prazo, entre medidas financeiras e não-financeiras, entre indicadores de tendências e ocorrências e entre as perspectivas interna e externa de desempenho (KAPLAN e NORTON, 1997). Quando se fala em estratégia, é impossível não considerar uma visão de futuro.

Vários autores têm apresentado sugestões sobre os chamados Key Performance Indicators (KPI), aplicáveis em Manutenção. Um dos indicadores mais popularizado é o que determina a eficiência operacional de um equipamento:

$$EOE = D.P.Q \quad (4)$$

EOE – eficiência operacional ou OEE (Overall Equipment Efficiency);

D – disponibilidade, ou seja, a percentagem do tempo em que um equipamento se encontra realmente disponível para produzir;

P – performance (ou rendimento), ou seja, a percentagem da capacidade de produção nominal (ou ideal) que um equipamento é capaz de realizar;

Q – qualidade, ou seja, a percentagem de produtos “bons” de todos os produtos produzidos.

Os valores de D, P, Q devem ser coligidos e consolidados no EOE periodicamente (semanal, mensal, trimestral, etc.) e a sua evolução monitorizada.

As causas de valores baixos daqueles indicadores devem-se sobretudo:

- No caso da disponibilidade: falhas/avarias, mudanças de produto (changeover), afinações e absentismo;
- No caso da performance: micro-paragens, velocidade reduzida e a aguardar trabalho de montante ou material de armazéns;
- No caso da qualidade: erros de processo, rejeições (scrap) e recuperações (rework).

Esta forma de análise é limitada, pois não leva em conta algumas outras dimensões de natureza operacional e estratégica, igualmente importantes. Surgiu assim a idéia de seleccionar um conjunto de indicadores suficientemente abrangente e universal. Para cada equipamento concreto, escolher-se-ão os indicadores que se considerem mais ajustados ao longo do tempo à sua missão particular.

1. Indicadores de atividade:

- a frequência periódica de intervenções,
- o total horas de manutenção corretiva sobre horas de manutenção total
- o total de horas de manutenção preventiva sobre horas de manutenção total;

2. Indicadores de eficácia:

- Reatividade;
- Confiabilidade (MTBF);
- Competência (MTTR);
- Disponibilidade;
- Indisponibilidade;

3. Indicadores financeiros:

- Os custos de manutenção por equipamento;

- Os custos da subcontratação;
- A relação entre os custos da manutenção e a faturação.

Para integrar os níveis operacionais e estratégicos nos objetivos de um serviço de manutenção de uma empresa, ocorre naturalmente recorrer ao BSC. Esta metodologia foi tratada por alguns autores, ficando-se pelas generalidades, embora forneça pistas: “Enquanto Scorecard Manutenção é melhor aplicado do ponto de vista organizacional, ele também pode ser aplicado a um nível de departamento, um nível de projeto específico ou um nível de equipamento específico”.

Quando se fala em estratégia, é impossível não considerar uma visão de futuro. Por isso, o BSC revela claramente os vetores de valor para um desempenho financeiro e competitivo superior em longo prazo. A maneira como se descreve os resultados e metas, sob a forma de indicadores, são de fato, uma poderosa ferramenta de motivação e avaliação. Para Kaplan e Norton (1997), a cadeia de causa e efeito deve permear todas as quatro perspectivas de um *balancedscorecard*, garantindo um encadeamento entre os objetivos das perspectivas, de modo a refletir as relações de causa e efeito assumidas na formulação das estratégias.

Em suma, os mapas estratégicos fornecem a base para a construção do BSC, estando este devidamente alinhado com a estratégia da organização (KAPLAN e NORTON 1997).

3 CONHECENDO O PROCESSO

Este capítulo norteia-se ao detalhamento da emblemática de um processo produtivo que busca a redução de custos, onde uma de suas vertentes é o controle de manutenção de máquinas e equipamentos. O intuito é estratificar o processo, exemplificar as falhas e direcionar .

3.1 Elos do Processo Produtivo

Objetivando melhores resultados de qualidade, custo, serviço e até mesmo motivação dos funcionários, as empresas passaram a implementar sistemas de gestão de manutenção, levando a busca por melhores resultados que, em outras palavras, seria a busca por excelência.

Entrando no quesito melhoria de custos convém dar ênfase para redução de gastos com material e comretrabalho, redução de tempo gasto com execução de trabalhos emergenciais, redução de tempo de máquina parada e aumento da disponibilidade do processo. Essa redução de custo está diretamente ligada ao planejamento e controle de manutenção, o método de gerir o sistema de manutenção leva a melhoria dos resultados das execuções dos serviços e atendimento da equipe de manutenção.

Mas, de que maneira o PCM poderia ajudar a contribuir para melhores resultados?Antes de responder essa pergunta faz-se necessário uma breve explicação sobre o funcionamento do sistema de manutenção da empresa em estudo.

O processo produtivo é dividido em três blocos:

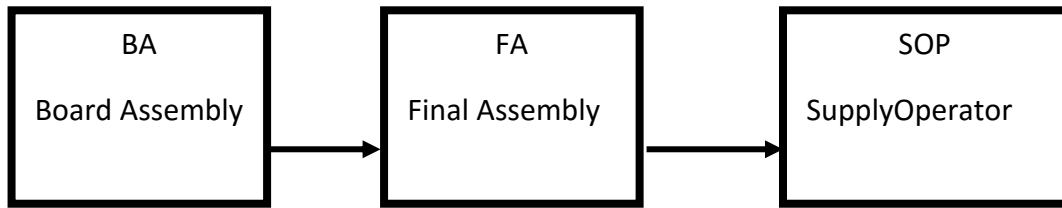


Figura 4- Diagrama em blocos das etapas do processo produtivo.

Fonte: o Autor.

O BA é responsável pela inserção automática de componentes eletrônicos nas placas;

O FA é a montagem de partes mecânicas a ajustes de frequências dos componentes;

OSOp é o responsável pela configuração e embalagem do produto de acordo com a exigência de cada cliente. As informações obtidas do processo serão todas referente ao ambiente SOP. Conforme o diagrama a cima, cada fase do processo é de extrema importância, ambos são interligado, porém enquanto o BA é matéria prima o SOP é o produto acabado, sendo assim, qualquer falha não detectada durante o processo de *supplyoperator*, quebra, erro etc. vai ser impactado no cliente final. Atraso de produção seja ela gerado por quebra de máquina ou não também gera repercute no cliente final, uma vez que esses fatores acarretam atraso na entrega do produto ao cliente.

O sistema de teste nesta fase do processo é controlado por banco de dados, onde as configurações são inseridas por meio de computadores, *prommers*, *jigs* e *engine*.

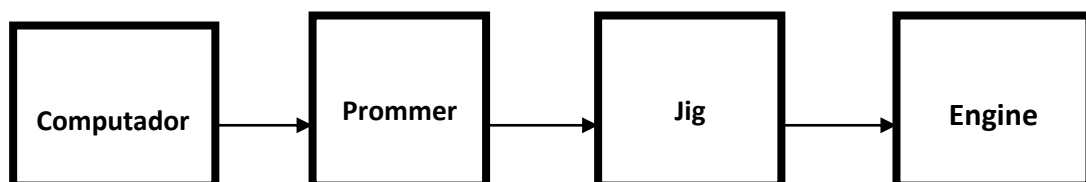


Figura5- Diagrama em blocos do funcionamento do sistema de teste.

Fonte: O autor.

Engine: O produto chama-se *engine*, antes de passar pelo sistema de teste e receber as configurações do cliente.

Jig: dispositivo para encaixar os *engines* durante a configuração para o cliente.

Prommer: dispositivo que gravava no engine as informações do cliente.

Computador: através de um *software*, controlava as gravações feita pela *prommer*

O departamento de manutenção trabalha para garantir que não ocorra interferência nesse sistema de teste que ocasione parada de produção por manutenção corretiva. É partindo desse entendimento e em busca de aumentar a disponibilidade das máquinas que o departamento de manutenção elabora seu PCM. Faz-se necessário uma **breve** explicação sobre como funciona o sistema de manutenção.

3.2 Funcionamento do Sistema de Manutenção

Existe uma ferramenta chamada de *Process Monitor*, a qual é operado por um técnico. Ela fornece informações em tempo real sobre quanto está produzindo. A figura 4 é uma tela da ferramenta, o sistema disponibiliza informações a respeito da linha de produção, data, hora e referencia do produto.

Os gráficos gerados no próprio sistema tratam-se do percentual de falhas ocorridas em casa estação.

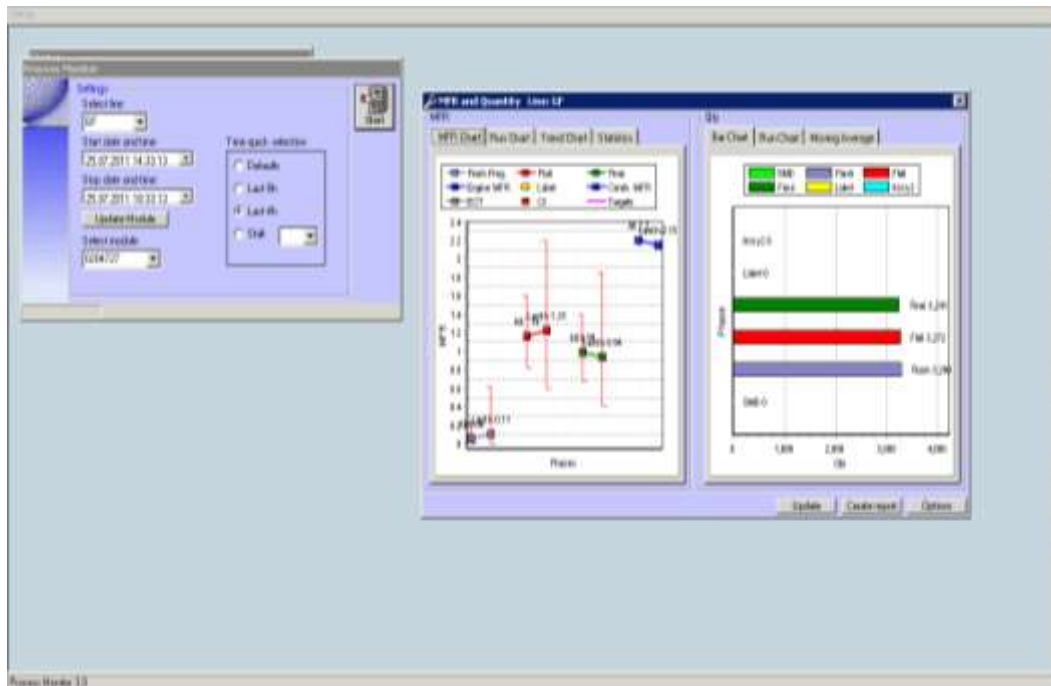


Figura 6. Visualização da tela do *process monitor*.

Fonte: Sistema de teste

É possível também verificar o percentual de falhas ocorridas durante um turno de trabalho e também, o acumulado de várias linhas com combinações de diferentes modelos do produto.

Na figura 7 é possível verificar a incidência de falhas por estação, linha e máquina. Assim é possível controlar qual máquina não está com bom desempenho, ou se está apresentando o maior número de falha.

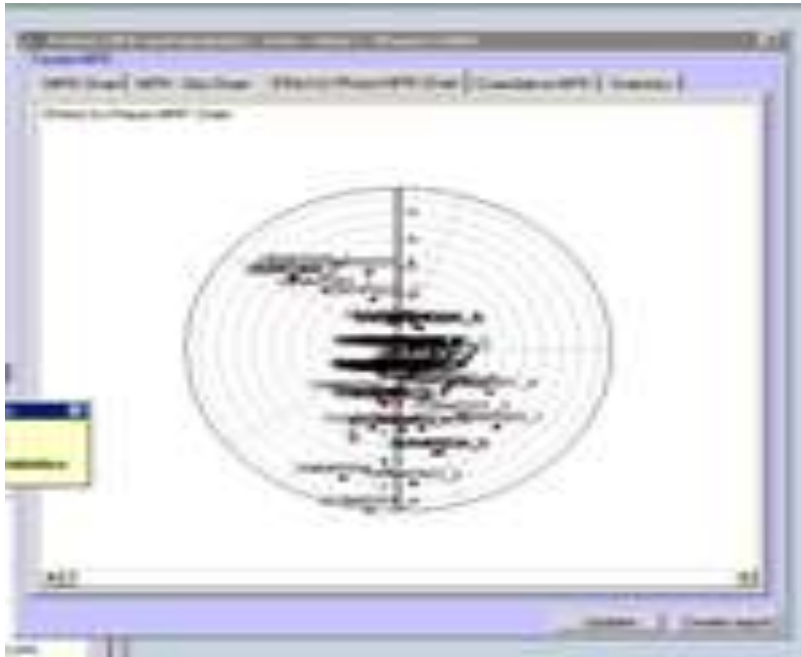


Figura 7. Incidência de falhas por estação

Fonte: Sistema de teste (O autor)

Também está disponível um filtro para selecionar exatamente o produto que deseja acompanhar o desempenho, e uma determinada linha, para cada combinação de item selecionado é possível gerar um relatório e disponibilizar dados precisos e em tempo real sobre o desempenho do processo produtivo.

O sistema de suporte da manutenção ao processo produtivo é baseado nas informações coletadas do *ProcessMonitor*. Como citado anteriormente, existe um acompanhamento técnico, no qual à medida que o sistema acusa uma falha é acionado o suporte técnico para ir até o local onde ocorreu a falha. Após serem feitos os ajustes necessários na máquina, o técnico emite um *feedback* informando o motivo o qual ocasionou a falha. Esses motivos dividem-se em quatro categorias, que são elas:

- **Falha Operacional ou Processo:** é aquela ocasionada por um erro de operação, que significa falha humana que por algum motivo o próprio operador ocasiona a falha

- **Falha de Máquina:** aquela ocasionada pelo mau funcionamento ou quebra da máquina;
- **Falha de Produto:** aquela inerente ao produto, por algum motivo ou erro de projeto é quase inevitável;
- **Falha de Sistema:** ocasionada por interrupções do sistema de teste, como por exemplo, rede muito lenta, ou algum problema no banco de dados da empresa.

Essa atividade diária é classificada como manutenção corretiva ou como a famosa apaga incêndio. Após essa operação inicia a segunda etapa do processo de manutenção, que é o cadastramento dos dados obtidos após cada interrupção do processo produtivo por ação da manutenção. Esses dados são cadastrados num sistema próprio de manutenção chamado de *Report*, onde são inseridas as informações referentes à máquina, ao tipo de falha, a ação tomada e a identificação da linha de produção. Esse sistema auxilia no controle de operações do departamento de manutenção, fornecendo informações para o cálculo do tempo médio entre falhas (MTBF) durante determinado período.

Contudo, com o intuito de coletar dados mais precisos para a análise de falhas e monitoramento em tempo real das linhas, foi criado outro sistema para uso próprio do departamento de manutenção do SOp chamado de *Report System*. Tornando possível identificar mais facilmente defeitos e problemas recorrentes. Possui módulo de monitoramento no qual o técnico (monitor) tem a visualização das máquinas que incidem quantidade maior de falhas, produtos e desempenho das equipes (operadores) envolvidas no processo, podendo ter uma ação mais rápida na solução de problemas. Inclui módulo de relatórios no qual é possível identificar as causas, filtrando por *teststep*, produto, linha e etc.

A tela de cadastro é muito simples, contém informações sucintas e óbvias para a necessidade de intervenção da manutenção.

The screenshot shows a software window titled 'Reports' with a menu bar containing 'Insert', 'Report', 'Resume', and 'Exit'. The main area displays a registration form with the following fields:

- PSN:
- Product:
- Failure:
- Type Failure:
- Line:
- Team:
- Station: A grid of checkboxes for combinations of 1-4 across 1-4.

<input type="checkbox"/>	1/1	<input type="checkbox"/>	1/2	<input type="checkbox"/>	1/3	<input type="checkbox"/>	1/4
<input type="checkbox"/>	2/1	<input type="checkbox"/>	2/2	<input type="checkbox"/>	2/3	<input type="checkbox"/>	2/4
<input type="checkbox"/>	3/1	<input type="checkbox"/>	3/2	<input type="checkbox"/>	3/3	<input type="checkbox"/>	3/4
<input type="checkbox"/>	4/1	<input type="checkbox"/>	4/2	<input type="checkbox"/>	4/3	<input type="checkbox"/>	4/4
- Comment:

At the bottom of the form, there is an 'OK' button and a 'Back' button.

Figura 8. Tela de cadastro.

Fonte: ReportSistem

Modulo de cadastro:

1. Cadastro de “Team” para falhas operacionais.
2. Cadastro de “PSN” para falhas de produto.
3. Possui a opção de Cadastro múltiplo (Cadastrar mais de uma execução) caso seja o mesmo produto e mesmo *steptest* de falha em varias máquinas.
4. Os comentários são para reportar a necessidade de alguma observação ou a ocorrência de sinistro.

Ao iniciar cada turno é feito uma averiguação sobre o desempenho de cada máquina e linha e a evolução das falhas, facilitando ações que antecedem possíveis falhas durante o turno corrente.

A figura 8 mostra o Resumo (Dia) com:

1. Total de Falhas por Turno
2. Tipos de Falhas por Turno
3. Pior Estação (Dia) , com relação ao desempenho da máquina
4. Pior Linhas (Dias), com relação ao desempenho da máquina
5. Resultado Mensal
6. Acesso as falhas cadastradas no turno.
7. Acesso ao modulo Monitor.

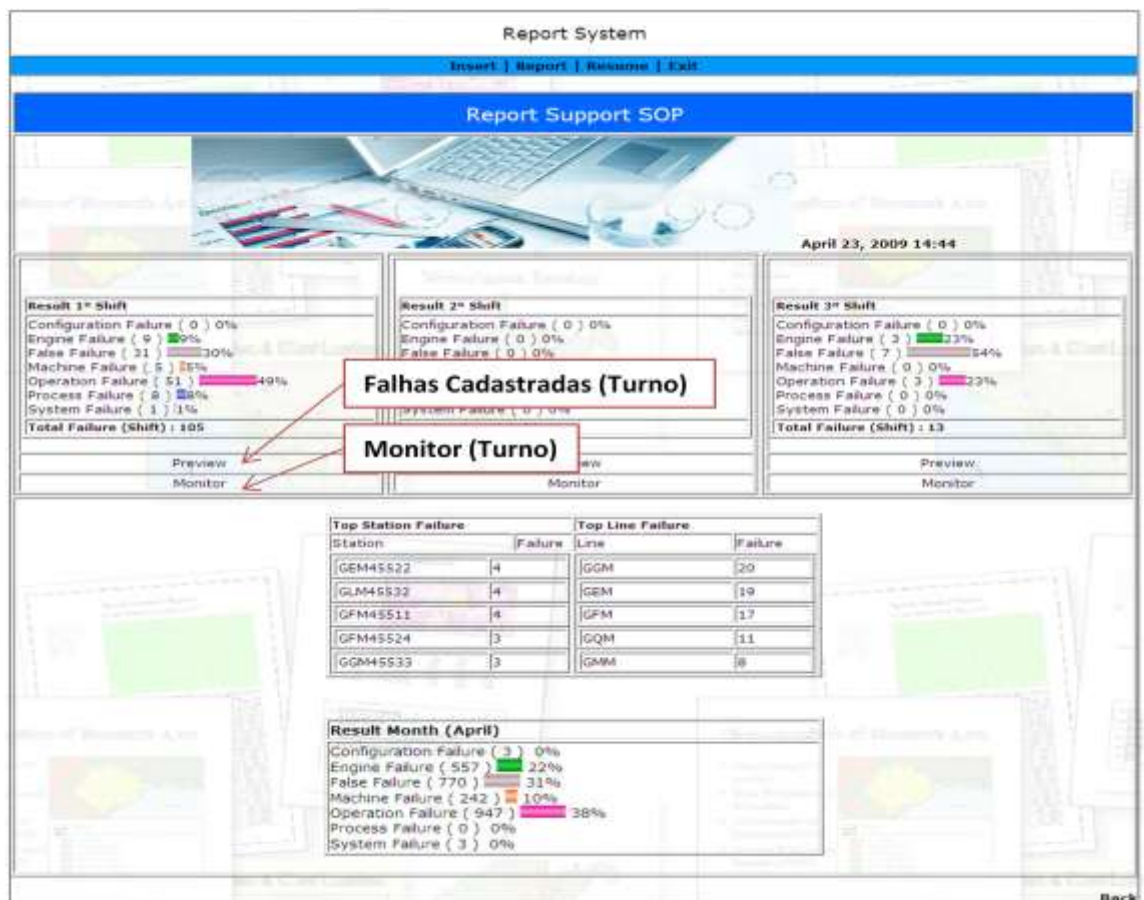


Figura9. Resumo diário

Fonte: System Report

Se, houver a necessidade de consultar as falhas cadastradas no dia de modo mais prático e averiguando qual ação foi tomada diante da falha, o sistema também disponibiliza uma janela para esse tipo de consulta, como na figura8.



Figura10. Resumo das Falhas Cadastradas no Turno

Fonte: System Report

A janela chamada de Monitor vem com os seguintes acompanhamentos por estação e execução:

- Tipos de Falhas.
- Falhas Operacionais divididas por Times.
- Falhas por Linha.

- Exibição das Falhas Cadastradas clicando na estação.



Figura 11. Tela de monitor

Fonte: Report System

Campo de *Status* é para sinalizar os *Target* indicando como ponto de atenção ao atingir determinado numero de falhas.

E por fim, a ultima tela do sistema exibe cinco tipos de relatórios:

1. Relatório por Data
2. Relatório por Linha e Data
3. Relatório por Produto e Data

4. Relatório por Teststep e Data
5. Relatório por Equipe de produção e Data

Além de facilitar o acesso a falhas detalhadas com comentários

Report System

Insert | Report | Resume | Exit

Report by Date

Select Report : ▼

Start Date (dd/mm/yyyy):

Final Date (dd/mm/yyyy): DK

Search Result

Configuration Failure (3) 0%

Engine Failure (679) 17%

False Failure (1027) 26%

Machine Failure (312) 8%

Operation Failure (1345) 34%

Process Failure (517) 13%

System Failure (67) 2%

Total Failure : 4056

Resume

Top Failure	Qty.	Top Product	Qty.	Top Team	Qty.	Top Line	Qty.	Top Station	Qty.
Flashing/vpl : Flashing	1113	Não Cadastrado	1086	Não Cadastrado	756	GQM	338	GQM45541	39
Other Failures	598	Tonga	484	MISTO SOP	152	GQM	329	GPM45511	36
Em BbSatBnApi	406	Panther	475	MISTO ENOXSOP	114	SEM	319	GQM45521	33
Verify SystemExecuteProdVarApi	383	Mumbai	265	N-73	88	GPM	303	GQM45534	31
SD Card	308	Piccolino	204	Cougar	78	GMM	272	GEM45524	28

Exibir todas as Falhas

Figura 12. Tela de exibição de total de falhas

Fonte:Report System

Para o *input* de dados quando há falhas mecânicas ou necessidade de substituição de peças, é usado outro sistema, um específico para controle de substituição de peças e checagem da efetivação da operação, chamado de Sistema Integrado de Manutenção. Nele são inseridos dados sobre a peça e o motivo que levou a substituição ou a quebra da mesma, tais como: o

código da peça, quem foi o responsável pela substituição, o turno, a hora que parou e a hora que voltou a funcionar. É inserida também a descrição da falha, a ação tomada, a causa da falha e ações futuras para evitar a reincidência de falha.

No sistema integrado de manutenção também há disponibilidade para acompanhamento de manutenções autônoma, corretiva, preditiva, preventiva, *checklist* de manutenção etc. O Relatório gerado nos fornece uma base de dados enriquecida com informações para cálculo de *MTTR* e disponibilidade de máquinas.

Durante um período de dois meses foi registrado as seguintes ocorrências:

Código	Turno	Linha	Descrição da Falha	Ação Corretiva	Causa da Falha	Data Cadastro	Data Parada	Data Retorno	Tempo de Reparo do Equipamento(min)	Status
34016	1º	GLM	NÃO LÊ PSN	troca da agulha	agulha danificada	03/08/2010	03/08/2010	03/08/2010	10	Fechado
34686	1º	GAM2	Não aciona pneumático	troca da pci	pci com defeito	09/08/2010	09/08/2010	09/08/2010	20	Fechado
34687	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	troca da pci	pci com defeito	09/08/2010	09/08/2010	09/08/2010	15	Fechado
34700	1º	GPM01	NÃO LÊ PSN	troca das agulhas	agulha danificada	09/08/2010	09/08/2010	09/08/2010	20	Fechado
34705	1º	GEM	NÃO LÊ PSN	troca da chave de acionamento	chave danificada	09/08/2010	09/08/2010	09/08/2010	20	Resolvido
34806	1º	GOM	Conexão pneumática danificada	troca da conexão	conexão pneumática danificada	10/08/2010	10/08/2010	10/08/2010	20	Fechado
34904	1º	GGM	NÃO LÊ PSN	troca do receptor	receptor danificado	11/08/2010	11/08/2010	11/08/2010	20	Fechado
34931	1º	GBM	NÃO LÊ PSN	troca da chave de acionamento	chave danificada	11/08/2010	11/08/2010	11/08/2010	20	Fechado
35106	1º	GFM01	ESTAÇÃO TRAVADA	Resetados todas as DS	DS travada	13/08/2010	13/08/2010	13/08/2010	5	Resolvido
35173	1º	GGM	NÃO LÊ PSN	ajustes e limpeza do jig	pino de acionamento prendendo	14/08/2010	14/08/2010	14/08/2010	20	Fechado
35271	1º	GBM	NÃO LÊ PSN	troca da agulha	agulha danificada	16/08/2010	16/08/2010	16/08/2010	20	Fechado
35276	1º	GEM	Flashing VPL.	troca das agulhas	agulha danificada	16/08/2010	16/08/2010	16/08/2010	10	Fechado
35291	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DA PCI	PCI COM DEFEITO	16/08/2010	16/08/2010	16/08/2010	20	Fechado
35492	1º	GLM	NÃO LÊ PSN	troca da chave	chave de acionamento danificada	18/08/2010	18/08/2010	18/08/2010	15	Fechado
35789	1º	GAM2	Flashing VPL.	troca das agulhas	agulhas altas	23/08/2010	23/08/2010	23/08/2010	10	Fechado
35797	1º	GKM	Flashing VPL.	troca das agulhas	agulhas baixas	23/08/2010	23/08/2010	23/08/2010	10	Fechado
38491	1º	GOM	NÃO LÊ PSN	limpeza	sujeiras	29/09/2010	29/09/2010	29/09/2010	5	Fechado
38500	1º	GOM	NÃO LÊ PSN	troca da chave	chave danificada	29/09/2010	29/09/2010	29/09/2010	10	Fechado
38966	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	troca das agulhas	agulhas	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	5	Fechado
38971	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	5	Fechado
38972	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	5	Fechado
38973	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	5	Fechado
38974	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	5	Fechado
38975	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	5	Fechado
38976	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	10	Fechado
38977	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	10	Fechado
38978	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	10	Fechado
38979	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	10	Fechado
38982	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	10	Fechado

38985	1º	GAM2	NÃO LÊ PSN	TROCA DAS AGULHAS	AGULHAS	05/10/2010	05/10/2010	05/10/2010	15	Fechado
39061	1º	GAM2	Flashing VPL	TROCA DA PCI PRINCIPAL E SYSTEM	PCI COM DEFEITO	06/10/2010	06/10/2010	06/10/2010	15	Fechado
39068	1º	GAM2	Não aciona pneumático	TROCA DA PCI PRINCIPAL	PCI COM DEFEITO	06/10/2010	06/10/2010	06/10/2010	20	Fechado
39070	1º	GAM2	Não aciona pneumático	TROCA DA PCI PRINCIPAL	PCI COM DEFEITO	06/10/2010	06/10/2010	06/10/2010	20	Fechado
39072	1º	GAM2	Não aciona pneumático	TROCA DA PCI PRINCIPAL	PCI COM DEF.	06/10/2010	06/10/2010	06/10/2010	20	Fechado
39075	1º	GAM2	Não aciona pneumático	TROCA DA PCI PRINC.	PCI COM DEF.	06/10/2010	06/10/2010	06/10/2010	20	Fechado
39078	1º	GAM2	Não aciona pneumático	TROCA DA PCI PRINCIPAL	PCI	06/10/2010	06/10/2010	06/10/2010	20	Fechado
39079	1º	GAM2	Não aciona pneumático	TROCA DA PCI PRINC.	PCI	06/10/2010	06/10/2010	06/10/2010	20	Fechado
39181	1º	GEM	NÃO LÊ PSN	TROCA DA PCI USB	PCI USB DANIFICADA	08/10/2010	07/10/2010	07/10/2010	20	Fechado
39184	1º	GAM	NÃO LÊ PSN	TROCA DA PCI USB	PCI USB DANIFICADA	08/10/2010	08/10/2010	08/10/2010	20	Fechado
39186	1º	GAM	NÃO LÊ PSN	TROCA DA PCI USB	PCI USB DANIFICADA	08/10/2010	08/10/2010	08/10/2010	15	Fechado
39189	1º	GKM	NÃO LÊ PSN	TROCA DA PCI USB	PCI USB DANIFICADA	08/10/2010	08/10/2010	08/10/2010	20	Fechado
39198	1º	GOM	NÃO LÊ PSN	TROCA DA PCI USB	PCI USB DANIFICADA	08/10/2010	08/10/2010	08/10/2010	10	Fechado
39217	1º	GCM	NÃO LÊ PSN	troca da chave	chave de acionamento danificada	08/10/2010	08/10/2010	08/10/2010	20	Fechado
39329	1º	GBM	NÃO LÊ PSN	TROCA DA PCI USB	PCI USB DANIFICADA	11/10/2010	11/10/2010	11/10/2010	15	Fechado
39375	1º	GGM	NÃO LÊ PSN	TROCA DA PCI PRINCIPAL	PCI PRINCIPAL	13/10/2010	13/10/2010	13/10/2010	20	Fechado
39380	1º	GGM	NÃO LÊ PSN	TROCA DA PCI PRINCIPAL	PCI	13/10/2010	13/10/2010	13/10/2010	30	Fechado
39383	1º	GPM01	NÃO LÊ PSN	SOLDAGEM DO FIO SOLTO	FIO SOLTO NA PCI USB	13/10/2010	13/10/2010	13/10/2010	20	Fechado
39384	1º	GEM	NÃO LÊ PSN	SOLDAGEM NO FIO	FIO SOLTO NA PCI USB	13/10/2010	13/10/2010	13/10/2010	20	Fechado
39482	1º	GBM	NÃO LÊ PSN	REPOSIÇÃO DOS FIOS	FIOS TROCADOS NA PCI SYSTEM	14/10/2010	14/10/2010	14/10/2010	30	Fechado
39483	1º	GGM	NÃO LÊ PSN	TROCA DO CONECTOR	CONECTOR PNEUMÁTICO DANIFICADO	14/10/2010	14/10/2010	14/10/2010	20	Fechado

Tabela 2 –Relatorio do Sistema Integrado de Manutenção

Relatório: Registros de Ocorrências			
Período: 01/08/2010 a 15/10/2010			
Aberto:54	Em Análise: 2	Resolvido: 71	Fechado: 67
Área: SOP-ATP SOP-FAP			

Tabela 3: Resumo

4 O PROBLEMA

Como uma das metas do BSC é o controle do *MFR*, a redução desse índice é atribuída como meta a todos os departamentos ligados a linha de produção, inclusive a manutenção. E, muito embora existam vários sistemas para cadastro de dados relacionados à falha, acompanhamento de processo e disponibilização das linhas produtivas, a taxa de *MFR* ainda significa um ponto de atenção, pois como no gráfico a seguir, a cada ano tende a subir vertiginosamente.

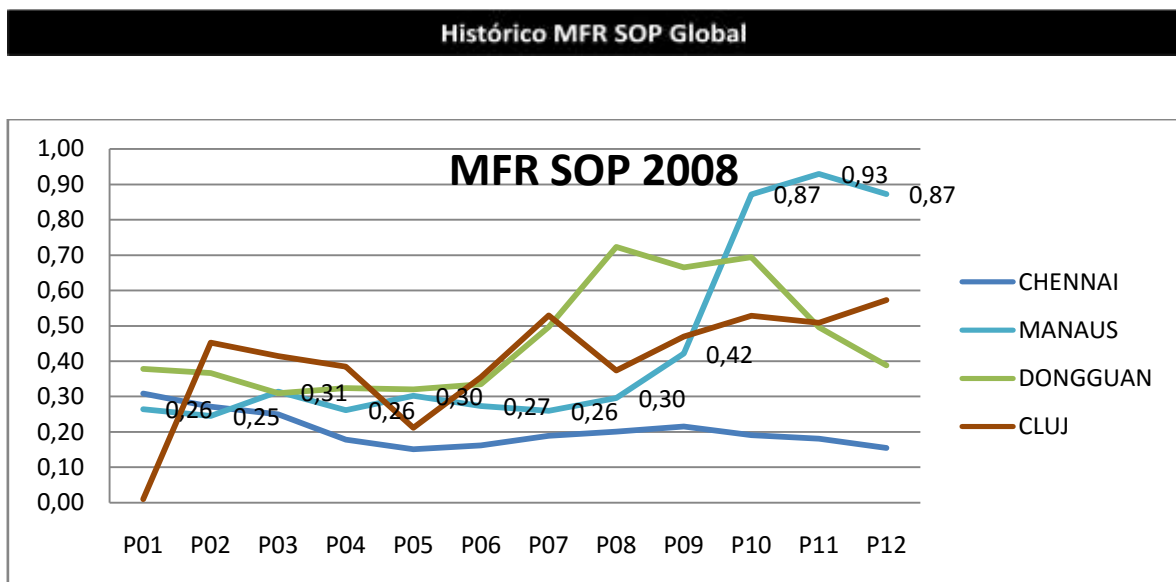


Figura 13-A MFR 2008

Fonte: O Autor

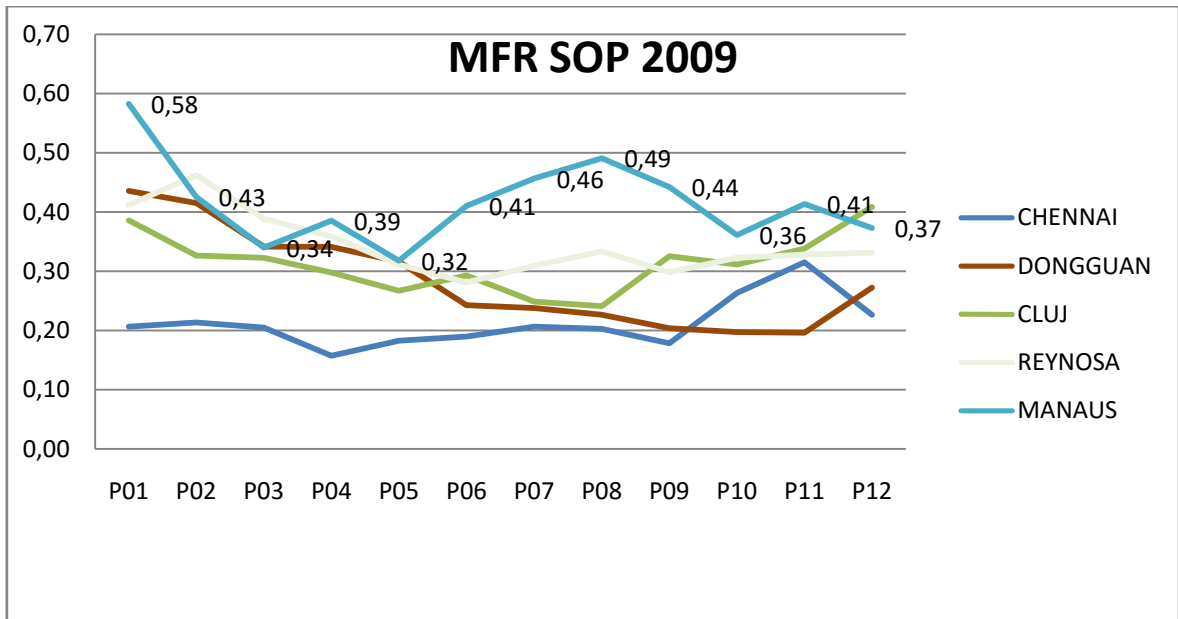


Figura 13-B MFR 2009

Fonte: O Autor

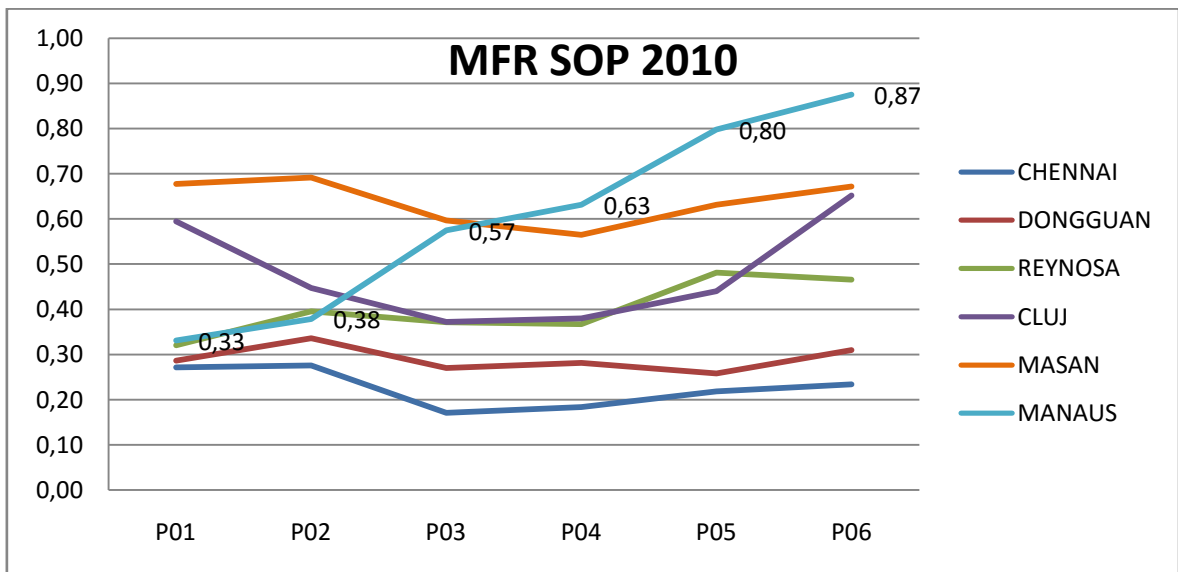


Figura 13-C MFR 2010

Fonte: O Autor

O *MFR* não revela quanto deixou de produzir e nem nos permitir discernir qual percentual de falha é atribuído a quebra de máquina, é uma visão genérica de percentual de falhas ocorridas, sem estratificar a causa raiz. Controlar a evolução desse índice ainda é um grande desafio, ele é contabilizado após a leitura do *PSN* quando há interrupção do sistema de teste. Existem vários fatores contribuintes para essa emblemática, são eles: as falhas operacionais ou processo; falhas de sistema; falhas de máquina e produto. Conforme a Figura 14.

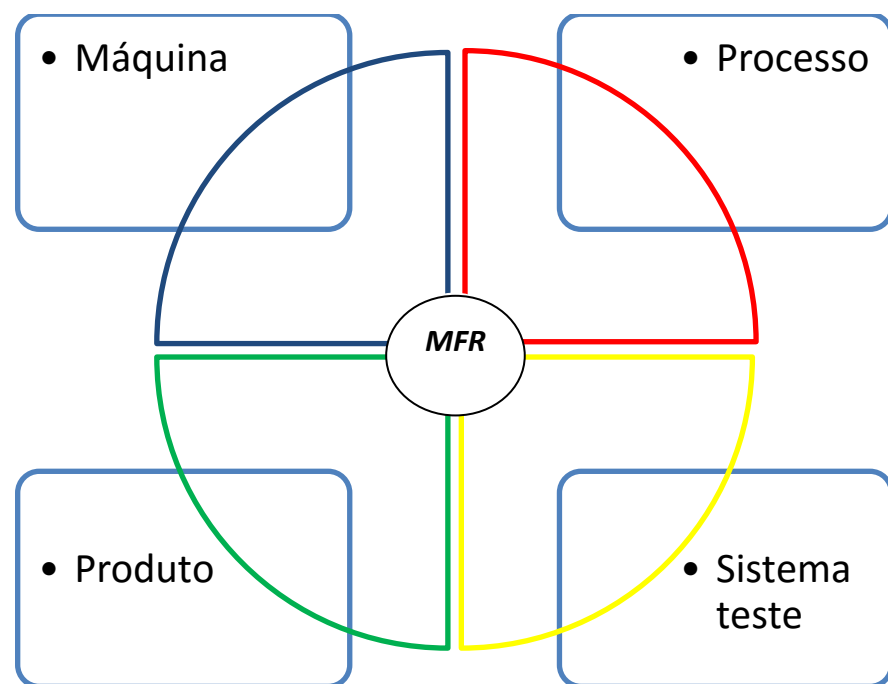


Fig.14 Principais fatores que influenciam no *MFR*.

As falhas de processo abordam todas as operações do processo ligadas ao sistema de teste do produto. Como, por exemplo, o mau encaixe dos aparelhos nos jigs de testes, o manuseio e utilização dos equipamentos. Esse fator tem seus picos sempre que há troca de equipe ou efetivo operacional, justificados pelo período em que os novos operadores encontram-se na fase de experiência ou adaptação ao processo. Em geral, o treinamento é feito diretamente na linha de produção, muitas vezes há a necessidade de interrupção técnica

devida ao erro operacional acarretar baixo desempenho nas máquinas ou até mesmo breves paradas produtivas.

As falhas operacionais muitas vezes levam também a problemas mecânicos nos equipamentos e conseqüentemente ação corretiva por parte dos técnicos de manutenção. Dificultando para o departamento de manutenção, o acompanhamento e desempenho do MTBF. Embora exista um número significativo de sistemas implantados na fábrica para acompanhamento do processo, convém salientar as evidências do número de ações corretivas por parte da manutenção. Esse tipo de operação interrompe o processo produtivo e compromete a eficiência da manutenção, além de diminuir a disponibilidade das máquinas.

De modo objetivo, o departamento de manutenção tem os seguintes pontos críticos :

- Quebra de máquina por falhas operacionais;
- Não acompanhamento do *MTTR* e *Down Time*; como mostrado no gráfico de *MTTR*;
- Diminuição da disponibilidade do processo devido ao grande número de ações corretivas;
- Não cumprimento das metas de *MFR*;

O departamento de manutenção dispõe de três tipos de sistema de acompanhamento de desempenho do processo (*process monitor*, sistema de manutenção exclusivo do SOp e o Cognos) e um para cadastro de ações operacionais (N-SIM), esses sistemas, como descrito anteriormente, enriquece o levantamento de dados para o Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), porém não é bem administrado, uma vez que o *MTTR* e *Down Time* tem grande repetição devido a forte incidência de ações corretivas.

4.1 Propostas

- Falhas operacionais - como arguição para a redução dessas falhas, ainda é válido a técnica de treinamento para os operadores.

As fábricas que fazem uso do aprendizado “*onthejob*” pela justificativa de não perder tempo com treinamento, fazem uso de redundância. O resultado desse método acelerado e dinâmico do ponto de vista do empregador, é grande número de paradas de linha e intervenção técnica para reparo de máquinas e até mesmo retrabalhos.

Os benefícios do usar a técnica de treinamento para os operadores, antes de ingressarem na linha de produção, ainda são vantajosos. Percebe-se pelo fato de evitar o retrabalho, indisponibilização e *down time*, além de deixar o técnico disponível para atividades preventivas.

- MTTR e *Down Time* – em geral as empresas trabalham quadro de pessoal bastante enxuto e isso também se estende ao departamento de manutenção. Como há um grande número de ações corretivas por parte da manutenção, o tempo que seria disponibilizado para ações de execução de planejamento de preventivas acaba sendo comprometido com essas outras atividades. É comum encontrar mais de um técnico executando atividades na mesma máquina, devido à urgência de produção, que em outras palavras, seria a necessidade de voltar a produzir o mais breve possível.

Para as atividades preventivas é imprescindível que seja feito o levando ou histórico das ações passadas, principalmente quando há substituição de peças. Objetivando o controle da vida útil dos equipamentos para que seja feito o levantamento da curva da banheira. No exemplo mostrado no relatório do N-SIM, sobre a incidência da falha “não ler psn” nota-se que na maioria dos casos, a ação de corretiva é a substituição da pci, essa atividade leva em torno de 15 a 30 min. Foi averiguado que não há controle ou planejamento sobre como

amenizar esse tipo de feito. Mostrou-se que em dois meses deixou de produzir mais de quatro mil aparelhos pelo simples fato da placa (PCI) apresentar defeito.

Observa-se que, quando a manutenção faz acompanhamento e levantamento da vida útil de seus equipamentos, há retorno e influencia sobre os indicadores de desempenho. Tais como: Evita ações corretivas, por conseguinte o Down time, o MTBF pois existe uma previsão para a falha permitindo uma ação antecessora a falha. Contribui para o aumento da disponibilidade das máquinas para o processo.

- Aumento desgovernado do *MFR* – a meta do *MFR* foi calculado de acordo com cada produto, é feito uma prospecção de quanto será o valor mensal. Com base nesse valor estipulado que é traçado as metas de cada departamento, inclusive a manutenção. A engenharia de manutenção faz uso de todos os sistemas disponíveis para o acompanhamento do processo e controle do *MFR*. Porém, as ações da manutenção devem ser casadas com as metas de produção, ainda que haja maior vigor no planejamento de manutenção, essas metas não serão atingidas sem a participação, conscientização e comprometimento dos operadores de produção.

Quanto ao feito de exclusividade da manutenção, será necessário maior acompanhamento dos indicadores de manutenção, descobrir a causa raiz que impulsiona esses índices. O sistema de planejamento (PCM) deve ser baseado no aumento ou diminuição dos indicadores MTBF, MTTR e *Down time*, justificado pelo objetivo de garantir a disponibilidade das máquinas ao processo produtivo.

Como proposta, aplicaria uma manutenção preventiva baseada no levantamento estatístico de dois meses de acompanhamento e uma manutenção preditiva com levantamento estatístico de um ano. Para o levantamento preventivo é possível subtrair dos dados do *N-SIM* sobre a periodicidade de troca das agulhas dos jigs de teste, atualização dos softwares das

prommers. Fazer um cronograma de atividades baseados nesses dados que são fundamentais na influência dos indicadores de manutenção.

Como manutenção preditiva é mandatório que o planejamento seja capaz de intervir antes que uma possível falha possa acontecer, como o sistema de teste da fábrica é controlado por computadores, sendo este o coração do sistema, uma simples limpeza e liberação de mais memórias nos computadores acarretaria melhores desempenhos para o sistema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação fundamentou-se em propor estratégias de planejamento e controle de manutenção baseada nos indicadores de desempenho, considerando a abordagem de dados levantados a partir do monitoramento do processo com o uso de ferramentas particulares da empresa em estudo. Essas estratégias concretizaram-se com as propostas de manutenções planejadas e manutenções preditivas, conforme visto no Capítulo quatro. Cabe salientar, que as propostas sugeridas são peculiares ao ambiente estudado e depende do contexto para serem aplicadas.

O planejamento e o controle de manutenção são responsáveis por realizar e gerenciar as manutenções corretivas, preventivas e preditivas de equipamentos, antecipando-se aos problemas sempre quando possível, fornecendo rápida resposta e solução para os mesmos, o auxílio no planejamento das operações com treinamentos durante as implantações de novos produtos e desenvolvendo processos de melhoria contínua, contribui para o aumento da confiabilidade do departamento e para a diminuição de incidência de falhas não programadas. Observou-se que a gestão estratégica operacional, como simples treinamento de pessoal, influencia a demanda produtiva e na criação de procedimentos dentro da área de manutenção.

Embora, muitas vezes, estes procedimentos sejam específicos e elaborados exclusivamente para atender problemas operacionais de maneira corretiva. A importância da manutenção é vista nas funções estratégicas das empresas em que, seu principal papel, consiste em aumentar a disponibilidade operacional dos equipamentos que em sua maioria é medida através dos índices de MTBF e MTTR.

Analisar os indicadores de desempenho da manutenção, o levantar os resultados do monitoramento do processo e a elaborar estratégias de PCM para acompanhamento do desempenho da manutenção, ambos tidos como objetivos específicos foram possíveis pelo fato

da empresa se privilegiar de software e ferramentas capazes de fornecer informações contundentes para tais, conforme visto no capítulo anterior. Este software foi desenvolvido para fornecer em tempo real, dados para acompanhamento de máquina, estação, produção e falha.

Notou-se que fazer bom uso de ferramentas disponíveis para análise de causa e efeito a curta e longo prazo, ainda trás benefícios para o resultado dos indicadores de desempenho. Por fim, dar mais atenção às políticas de planejamento e controle de manutenção mostrou ser de grande utilidade para as operações podendo contribuir com os resultados estratégicos da organização como um todo, facilitando o cumprimento de prazos de produção e até mesmo na satisfação do cliente.

Com base nos dados informados, é possível extrair estatísticas sobre a falha de maior incidência e qual a média de tempo que um técnico levou para efetuar o reparo, conclui-se:

- Maior incidência : Não ler *PSN (Product Serial Number)*;
- Tempo médio de reparo (MTTR): 15 min.;
- Down Time (média): 20 min.;
- Média de Produção: 500 aparelhos/hora
- Período: 2 meses;
- Total de casos: 37
- Total de MTTR : 9,25 horas
- Estimativa de aparelhos que deixaram de ser produzidos: 4.625 engines.

Aparentemente é uma simples falha, mas que leva a um número significativo de perda de produção. Foi extraído somente o índice de erro de leitura de *PSN*, que nem sempre é atribuído a problema de máquina, mas geralmente há a necessidade de intervenção técnica, esse índice não atribui valores significativos a base de cálculos para as metas de *BalanceScore*

Card da fábrica O de índice de falha medido pela fábrica é chamado de *MRF*. Nada mais é que, o total de falhas dividido pelo total produzido:

Contudo, ainda é muito crítico o controle de *MFR*, é grande importância de a manutenção caminhar em conjunto com as diretrizes de produção, a falta de estratégia para gerir a cadeia produtiva repercute até mesmo no resultado das atividades de manutenção. Uma vez que parte do efetivo (técnicos e auxiliares), submete-se a atender quebra de máquinas por erros operacionais, impedindo que este técnico esteja direcionado a atividades de prevenção.

REFERÊNCIAS

- ALKAIM, João Luiz. Metodologia para incorporar conhecimento intensivo às tarefas de manutenção centrada na confiabilidade aplicada em ativos de sistemas elétricos. 2003. 239f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2003.
- CABRAL, Saraiva. Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática. 3 ed. Lidel: Portugal, 2002.
- CAMPOS, Vicente Falconi, TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês) 3ª edição - Fundação Christiano Ottoni – 1992
- CARTENS, Luciano O Papel Da Gestão da Manutenção na Estratégia de Operações em Serviços de Telecomunicações. 2007. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) – Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Católica do Paraná, Curitiba
- CASTRO, Fábio Almeida de; MENNA, Alexandre Ribeiro; ZANDONA, Valtemir. Manutenção centrada na confiabilidade em plantas de processos petroquímicos. 2008.
- CHIOCHETTA, João; ET all. Sistema de Gestão da Manutenção para a Pequena e Média Empresa –ENESEP (2004)
- EURISKO, Mário Brito, – Estudos, Projectos e Consultoria, AEP – Associação Empresarial de Portugal.A. – Março de 2003
- FABRO, Elton. Modelo para Planejamento de Manutenção Baseado em Indicadores de Criticidade de Processos. Florianópolis, 2003.
- FILHO, Gil Branco. Planejamento e Controle de Manutenção: Curso de Planejamento e Controle de Manutenção. Minas Gerais, 2005.
- FURTADO, João. Mundialização, Reestruturação e Competitividade: A emergência de um novo regime econômico e as barreiras às economias periféricas- 1999
- GINDER, Andrew P.. Maintenance as a Corporate Strategy. AIPE Facilities - January/February 1996.
- HARDING, Hamish Alan. Administração da Produção. São Paulo: Editora Atlas, 1981.
- KAPLAN, Robert S; NORTON, David P. A estratégia em ação: Balanced Scorecard. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 7ª ed.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. Manutenção Função Estratégica, 2ª edição, 2004. Editora Quality Mark, Rio de Janeiro, Coleção Manutenção, Abraman.
- LEITE, Fernando J. Toledo; QUILHARINI, Eduardo Linhares: Diretrizes Para Integração das Atividades de Manutenção com as Atividades de Produção em uma Indústria Automobilística – SEGET 2007.
- MATIAS, André –Introdução dos Conceitos IMS – Integrated Maintenance Solutions. REVISTA TECNICA IPEP, São Paulo, SP v7, n.2 , p. 21-32, jul/dez. 2007
- MENEZES, Ivan Montenegro & ALMEIDA, Magnus de Lellis. Manual de manutenção industrial: Companhia Vale do Rio Doce. Minas Gerais: Letra gráfica. 2002.

MIRANDA, Silvio. Manutenção por estratégia: visão do futuro. Revista de Ensino de Engenharia - ABENGE- Nº 12 - Jul/95.

MONCHY, François. A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p. 5

MOUBRAY, John. Manutenção Centrada em Confiabilidade. Traduzido por Kleber Siqueira. SPES Engenharia de sistemas Ltda, São Paulo, Brasil. Edição Brasileira 2000.

OLIVERSON, Raymond J. Preventable Maintenance Costs More Than Suspected. Maintenance Technology –September: 1997.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira- A Proposta de Desenvolvimento de Gestão da Manutenção Industrial na Busca da Excelência ou Classe Mundial.

PERES, Carlos R.; LIMA, Gibson B. - Proposta de modelo para controle de custos de manutenção com enfoque na aplicação de indicadores balanceados; Revista ORGANIZAÇÃO & ESTRATÉGIA, v. 3, n. 2, p. 137-157, maio a agosto de 2007

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio A. Nascif. Manutenção: função estratégica. Ed. 2, Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2003.

Relatórios de Avaliação e Diagnóstico da TECÉM – Tecnologia Empresarial Ltda, Belo Horizonte, 2000/2005.

SELLITO, Miguel Afonso –Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. REVISTA PRODUÇÃO v. 15, n. 1, p. 044-059, Jan./Abr. 2005;

SIQUEIRA, Iony P. de. Manutenção centrada na confiabilidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SLACK, N. et al. Administração da Produção. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SMITH, A. M. Reliability-centered maintenance. Califórnia (USA): McGraw-Hill, 1992.

SOUZA, Ricardo Guimarães F. de. Desenvolvimento do sistema de implantação e gestão da manutenção. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 1999.

SOUZA, Ricardo Guimarães, A estratégia de produção e seus reflexos na estratégia de manutenção- UNOESC –ENEGEP (1998)

SZEZEBICKI, Arquimedes da Silva; PILATTI, Luiz Alberto; MARÇAL, Rui Francisco Martins Manutenção como Centro de Lucros n. 2 p. 01-10jul. 2006.

TAKAHASHI, Yoshikazu; TAKASHI, Osada. Manutenção produtiva total. São Paulo: IMAM, 1993. TETRA PAK. Dairy processing handbook. Sweden, 2003.

TAVARES, Lourival Augusto. Excelência na Manutenção. 2a Edição, Casa da Qualidade Editora Ltda: 1977.

TAVARES, Lourival Augusto. Manutenção Centrada no Negócio. Editora Novo Polo Publicações- 2005

TAVARES, Lourival Augusto. Manutenção Centrada no Negócio. Editora Novo Polo Publicações- 2005.

- TSANG, A. H. C. (1999) – Measuring maintenance performance: a holistic approach. IJOPM Vol.19 n.7, p.691- 715.
- VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 11^a. Ed. São Paulo: Atlas, 2010
- VIANA, Herbert R. G. Planejamento e Controle da Manutenção. Rio de Janeiro:Qualitymark, 2002.
- VINCKE, P. Multicriteria decision-aid. Bruxelles: John Wiley & Sons, 1992
- WYREBSKI, Jerzy. Manutenção Produtiva Total – um modelo adaptado – SC. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – UFSC. Florianópolis, 1997.
- XAVIER, Julio; DORIGO, Luiz Carlos: A Importância da Gestão da Manutenção ou Como evitar as “armadilhas” na Gestão da Manutenção, TECEM 2004.
- XENOS, Harilaus G. Gerenciando a Manutenção Produtiva. Belo Horizonte: Ed. Desenvolvimento Gerencial, 1998.