



TEROTECNOLOGIA: BUSCA DA EFICÁCIA NA PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO
NO ENVAZAMENTO DE FÁRMACOS

Bruno Michel Sant'Anna Irani

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadores: Samuel Jurkiewicz

Fábio Luiz Zamberlan

Rio de Janeiro

Maio de 2013

TEROTECNOLOGIA: BUSCA DA EFICÁCIA NA PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO
NO ENVAZAMENTO DE FÁRMACOS

Bruno Michel Sant'Anna Irani

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Samuel Jurkiewicz, D.Sc.

Prof. Fábio Luiz Zamberlan, D.Sc.

Prof. Ricardo Manfredi Naveiro, D.Sc.

Prof. Fernando Rodrigues Lima, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MAIO DE 2013

Irani, Bruno Michel Sant'Anna

Terotecnologia: Busca da Eficácia na Produção e Manutenção no Vazamento de Fármacos/ Bruno Michel Sant'anna Irani. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

X, 76 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Samuel Jurkiewicz

Fábio Luiz Zamberlan

Dissertação (mestrado) – UFRJ / COPPE / Programa de Engenharia de Produção, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 74-76.

1. Terotecnologia. 2. Confiabilidade. 3. Eficácia Global dos equipamentos. I. Jurkiewicz, Samuel, et all. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção III. Título.

DEDICATÓRIA

Especialmente a Deus, por me conceder este privilégio de
estudar, saúde e sabedoria para guiar minha vida;
As minhas mulheres, Aline (esposa) e Júlia (filha), que são
minha vida, e por compreender minhas ausências na realização dos meus deveres;
E aos meus pais, que me criaram para o bem.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

TEROTECNOLOGIA: BUSCA DA EFICÁCIA NA PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO
NO ENVAZAMENTO DE FÁRMACOS

Bruno Michel Sant'Anna Irani

Maio/ 2013

Orientadores: Samuel Jurkiewicz
Fábio Luiz Zamberlan

Programa: Engenharia de Produção

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar um estudo de caso de uma importante linha de fabricação de uma indústria do ramo farmacêutico, mais especificamente na produção de vacinas, reativos e biofármacos, que atende todo o Brasil e o exterior, a fim de demonstrar seus índices atuais, conceitos de produção e manutenção adotados, bem como outras informações técnicas e práticas que possam enriquecer os dados coletados.

Tomando por base uma técnica chamada Terotecnologia, serão apresentadas formas de se reduzir os custos de produção e de manutenção, aumentar a produtividade de cada equipamento de um sistema produtivo e os indicadores existentes que podem mensurar estes índices.

Ao considerar este estudo no âmbito da Engenharia, temos conseqüentemente, como público-alvo, profissionais que desempenham funções estratégicas em áreas de produção em série e da manutenção.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

TEROTECHNOLOGY: SEARCH FOR THE EFFECTIVENESS OF PRODUCTION COSTS AND MAINTENANCE IN PRODUCTION PROCESSES

Bruno Michel Sant'Anna Irani

May/ 2013

Advisors: Samuel Jurkiewicz

Fábio Luiz Zamberlan

Department: Production Engineer

This paper aims at presenting a case study of an important manufacturing line of pharmacist industry, more specifically, the production of vaccines, reagents and biopharmaceuticals, which meets all the countries, including Brazil, in order to demonstrate their current rates, production concepts adopted and maintenance and other technical and practical information that can enrich the data collected.

Considering a technique called Terotecnologia will be presented ways to reduce the costs of production and maintenance, increase the productivity of each equipment of a production system and indicators exist that can measure such indices.

The area of operation of this theme is the Engineering consequently having as target, professionals who play strategic roles in areas of mass production and maintenance.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

1. Introdução	1
1.1. Objetivos do trabalho	1
1.2. Delimitação do estudo	2
1.3. Relevância do tema	3
1.4. Justificativa	3
1.5. Estrutura do trabalho	4

CAPÍTULO 2

2. Referencial de análise	6
2.1. Impactos da manutenção na rentabilidade das indústrias	8
2.2. Conceitos da Terotecologia	9
2.2.1. Interação entre as fases	11
2.2.2. Etapas de implementação da Terotecologia	13
2.3. Reliability Centered Maintenance - RCM	14
2.4. Total Productive Maintenance – TPM	18
2.4.1. Pilares do TPM	19
2.4.2. Resultados do TPM	20

CAPÍTULO 3

3. Indicadores	22
3.1. Overall Equipment Effectiveness - OEE	22
3.2. Curva da Banheira	28

CAPÍTULO 4

4. Estudo de caso	32
4.1. Metodologia e planejamento de estudo de caso	32
4.2. Caracterização de unidade produtiva	34

4.3.	Desenvolvimento do estudo de caso	36
4.4.	Análises contextuais do estudo de caso	42
4.5.	Propostas de melhorias	45
CAPÍTULO 5		
5.	Conclusão	48
CAPÍTULO 6		
	GLOSSÁRIO	52
	Capabilidade ou capacidade de processo:	52
	Conceitos básicos de manutenção:	52
	Confiabilidade:	52
	Defeito:	53
	Disponibilidade:	53
	Engenharia de manutenção:	53
	Falha:	53
	Mantenabilidade:	53
	Manutenção:	54
	Projeto:	54
	Tempo Médio Entre Falhas – TMEF:	54
	Tempo Médio Para Reparo – TMPR:	54
CAPÍTULO 7		
	ANEXO I - ENTREVISTAS COM STAKEHOLDERS	55
	ANEXO II - GRÁFICOS REFERENTE A LINHA BOSCH AMPOLAS - ENGEMAN	61
	ANEXO III - ANÁLISE DE SERVIÇOS REALIZADOS - ENGEMAN	65
CAPÍTULO 8		
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução dos sistemas de manutenção

Figura 2 – Modelo conceitual ilustrando impacto da manutenção sobre os lucros das empresas.

Figura 3 – Interação entre as fases

Figura 4 – Etapas de implementação da Terotecnologia

Figura 5 – Resultados mensuráveis passíveis de obtenção com o TPM

Figura 6 – Elementos da eficácia global de um equipamento ou sistema

Figura 7 – OEE – Sistemática de Cálculo

Figura 8 – Curva da banheira

Figura 9 – Relações entre fases do ciclo de vida e estratégia de manutenções de equipamentos

Figura 10: Gráfico de paradas da linha Bosch ampolas

Figura 11: Organograma da Vice-diretoria Industrial

LISTA DE SIGLAS

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção

PCP – Planejamento e Controle de Produção

PCM – Planejamento e Controle de Manutenção

BPF – Boas Práticas de Fabricação

TMEF – Tempo Médio Entre Falhas

TMPR – Tempo Médio Para Reparo

OEE – Overall Equipment Effectiveness

TPM - Total productive maintenance

RCM – Reliability Centered Maintenance

CAPÍTULO 1

1. Introdução

Este capítulo inicial tem como objetivo apresentar aos leitores o direcionamento deste trabalho, bem como as disposições gerais, a relevância do tema, as informações pertinentes para o perfeito entendimento do desenvolver desta dissertação. O trabalho tem um foco destinado à área de produção industrial e, conseqüentemente, um público-alvo que envolve Engenheiros, chefes de Departamento e Técnicos envolvidos diretamente no desenvolvimento e rendimento dos equipamentos que compõem o sistema produtivo.

Com o passar das décadas, o crescimento e o surgimento de novas tecnologias e filosofias de trabalho que visam à eficácia de um sistema produtivo e a globalização mundial, muitas indústrias que movem e desenvolvem a economia de um determinado país se sentiram obrigadas a se desenvolver juntamente com o mundo, caso contrário, estariam fadadas à falência financeira. Podemos citar algumas técnicas muito utilizadas atualmente que influenciam diretamente o desenvolvimento de um sistema produtivo, mas, neste trabalho, abordaremos especificamente a Terotecnologia, que é uma técnica cuja função é aumentar a disponibilidade, a *performance* e a qualidade de cada equipamento de um sistema produtivo.

Diante desse quadro, tornou-se essencial uma maior cobrança para aumento da eficácia produtiva, a fim de que uma indústria possa apresentar força e um produto de qualidade ao mercado ou à sociedade. Para que isso aconteça, foram criadas e desenvolvidas técnicas de produção desde a era “Taylorista”.

Em resumo, serão abordados conceitos que envolvem uma técnica chamada Terotecnologia, com intuito final de aperfeiçoar a eficácia dos custos de manutenção e, conseqüentemente, o de produção. Estes conceitos e a aplicabilidade do tema foram pesquisados em fontes nacionais e internacionais na busca das melhores significâncias, índices e características apresentadas.

1.1. Objetivos do trabalho

Esta dissertação tem por objetivo geral apresentar um estudo de caso em uma indústria do ramo farmacêutico, direcionando o estudo para uma linha composta por três

equipamentos dentro de um período significativo, aplicando os conceitos de uma técnica chamada Terotecnologia, a fim de buscar uma melhor eficácia e garantir as melhores práticas que envolvem as áreas das Engenharias de Produção e Manutenção.

Como objetivo específico, será analisado, em um período de três meses, os índices atuais dos equipamentos de produção que compõem uma linha produtora de vacinas, objetivando estudar a metodologia aplicada na Produção e Manutenção, as causas e os modos de falhas, para propor uma melhoria para os índices de confiabilidade, manutenibilidade e conseqüentemente o aumento da taxa de disponibilidade, *performance* e qualidade. De posse desses dados estudados e coletados, tentar propor melhorias e novos conceitos que podem ser empregado em todo sistema produtivo.

1.2. Delimitação do estudo

O Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos - Bio-Manguinhos é a Unidade da Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz responsável pelo desenvolvimento tecnológico e pela produção de vacinas, reativos e biofármacos voltados para atender, prioritariamente, às demandas da saúde pública nacional e até internacional.

O Departamento de Processamento Final – DEPMF que é responsável por todo o processo que compõe a produção das vacinas, dispõe sob sua responsabilidade 100 (cem) equipamentos divididos em linhas e equipamentos individuais.

Este estudo de caso será realizado especificamente em uma linha *Bosch Ampolas* composta por três equipamentos: lavadora, que tem por finalidade lavar as ampolas com água WFI (Water For Injection), ou seja, água para injetáveis. O segundo equipamento é o túnel de “despirogenização”, que tem a função de esterilizar e eliminar quaisquer tipos de agentes ou bactérias existentes no interior das ampolas. Além disso, este equipamento seca as ampolas que foram lavadas pelo anterior. O Terceiro equipamento é a envasadora que, como o próprio nome menciona, tem a função de envasar as vacinas dentro das ampolas. O fechamento das ampolas é realizado por maçaricos neste mesmo equipamento.

Esta linha de envase é um dos equipamentos e ou linhas que possuem a maior taxa de utilização do Departamento de Produção.

1.3. Relevância do tema

Pode-se considerar a Terotecnologia como um tema relevante para o estudo na busca da eficácia produtiva e de sua capacidade de melhorar a disponibilidade, *performance* e qualidade dos equipamentos e permitir as indústrias elevarem seus índices de produção reduzindo seus custos, além de sua ampla variedade na aplicação e utilização de técnicas que ajudam neste desenvolvimento.

Já a relevância deste trabalho está em poder oferecer a Unidade de Bio-Manguinhos uma análise crítica com base em dados acadêmicos e dos resultados obtidos, além de sugerir ações para melhoria objetiva, prática a partir destes resultados. De outra forma, a Terotecnologia é uma técnica pouco abordada dentro da perspectiva deste tema apresentado devido sua abrangência de aplicação.

Levando em consideração o lado acadêmico, este tema poderá ser estudado mais a fundo por pesquisadores ou estudiosos que queiram aplicar os conceitos na prática do dia a dia do trabalho.

1.4. Justificativa

A Fundação Oswaldo Cruz ou Fiocruz, como é conhecida, mais precisamente a Unidade de Bio-Manguinhos, atende todo o Brasil e países no exterior da qual é responsável pela fabricação de vacinas, reativos e biofármacos e uma gama de produtos de imunização que visam à proteção das pessoas com relação às inúmeras doenças existentes pelo mundo. Fornece seus produtos para 71(setenta e um) países, UNICEF, Ministério da Saúde, dentre outros órgãos importantes.

Para tal feito, esta indústria precisa se manter dentro do cenário mundial como referência no que tange a classe de produção destes imunobiológicos atendendo os órgãos reguladores, como por exemplo, a Agência Nacional da Saúde - ANVISA. Para que isto seja cada vez mais “visível”, Bio-Manguinhos precisa contar com equipamentos dentro do sistema produtivo de grande eficácia global para atender toda esta demanda apresentada.

O intuito final desta pesquisa é poder proporcionar a Unidade de Bio-Manguinhos melhores condições para um sistema produtivo mais eficaz com foco na redução dos custos e também proporcionar aos futuros estudantes da COPPE/UFRJ que queiram se inteirar mais sobre este tema, um conhecimento técnico de Engenharia que

visa a aperfeiçoar os custos de um sistema produtivo e desenvolver novas idéias e estudos científicos, buscando o crescimento e a expansão desta filosofia.

1.5. Estrutura do trabalho

Como forma clara de contextualizar ao leitor os objetivos e conceitos abordados, será apresentada um breve resumo da estrutura deste trabalho.

O capítulo 1 contempla toda a parte introdutória, como os objetivos, a delimitação do estudo a ser apresentada, a relevância do tema e a justificativa, conforme apresentado. Esta etapa tem a função de situar os leitores no que será tratado, de forma macro, dentro desta dissertação.

O capítulo 2 inicia-se com o referencial de análise onde são apresentados primeiramente alguns conceitos técnicos de manutenção com a evolução de seus sistemas, os impactos que a manutenção pode gerar em uma indústria e logo em seguida a apresentação completa da Terotecnologia. A Manutenção Produtiva Total ou TPM, como muitos conhecem, também foi inserido neste estudo devido sua importância para redução nos custos de produção e manutenção de uma indústria.

Após a apresentação do referencial de análise do trabalho, o capítulo 3 demonstra somente dois indicadores que podem ajudar a mensurar se os conceitos de melhoria da indústria estão sendo bem aplicados ou não, de acordo com os resultados apresentados. O primeiro é a Eficácia Global dos Equipamentos ou OEE, que tem a função de medir os índices de disponibilidade, *performance* e qualidade dos equipamentos de produção. O segundo é a curva da banheira que tem a função de demonstrar o comportamento de cada equipamento do início de vida útil até o seu descarte, fazendo uma analogia entre a taxa de falhas e o seu tempo de funcionamento.

No capítulo 4, apresentam-se todo o desenvolvimento do estudo de caso, que será realizado em sistema produtivo de uma farmacêutica de grande porte, os conceitos técnicos e metodológicos, conforme explanados por alguns autores em seus livros, artigos e trabalhos de um modo geral. Logo em seguida, são apresentados os dados colhidos na indústria onde será executado este estudo demonstrando seus efeitos, causas que culminam na perda de produtividade.

Ao final, o mesmo tem a função de apresentar toda a análise feita através dos dados colhidos neste ensaio e o conhecimento adquirido das técnicas apresentadas neste

trabalho. Será parte integrante, uma proposta de melhoria dentro das condições apresentadas. Neste mesmo capítulo, o trabalho será concluído contendo todas as informações pertinentes ao desenvolvimento deste trabalho, dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento do trabalho e a conclusão do trabalho.

Foi inserido ao final, um glossário contendo as nomenclaturas técnicas usadas no transcorrer desta dissertação. Cada definição apresentada é fruto de pesquisas realizadas em fontes confiáveis.

CAPÍTULO 2

2. Referencial de análise

A manutenção, embora despercebida, sempre existiu, mesmo nas épocas mais antigas. Começou a ser conhecida com o nome de manutenção por volta do século XVI na Europa Central, juntamente com o surgimento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros técnicos em montagem e assistência. Nos últimos anos, com a intensa concorrência, os prazos de entrega dos produtos passaram a ser relevantes para todas as empresas. Com isso, surgiu a motivação para se diminuir e ou prevenir contra as falhas e ou defeitos nos equipamentos de um sistema produtivo. Essa motivação deu origem a prevenção e algumas técnicas, como por exemplo, a Terotecnologia, objeto de estudo. Antes de apresentá-la, precisa-se comentar um pouco mais sobre os conceitos da manutenção e explicar o que ela tem haver com esta técnica. Segundo Siqueira (2005), a evolução da manutenção pode ser representada pela figura abaixo:

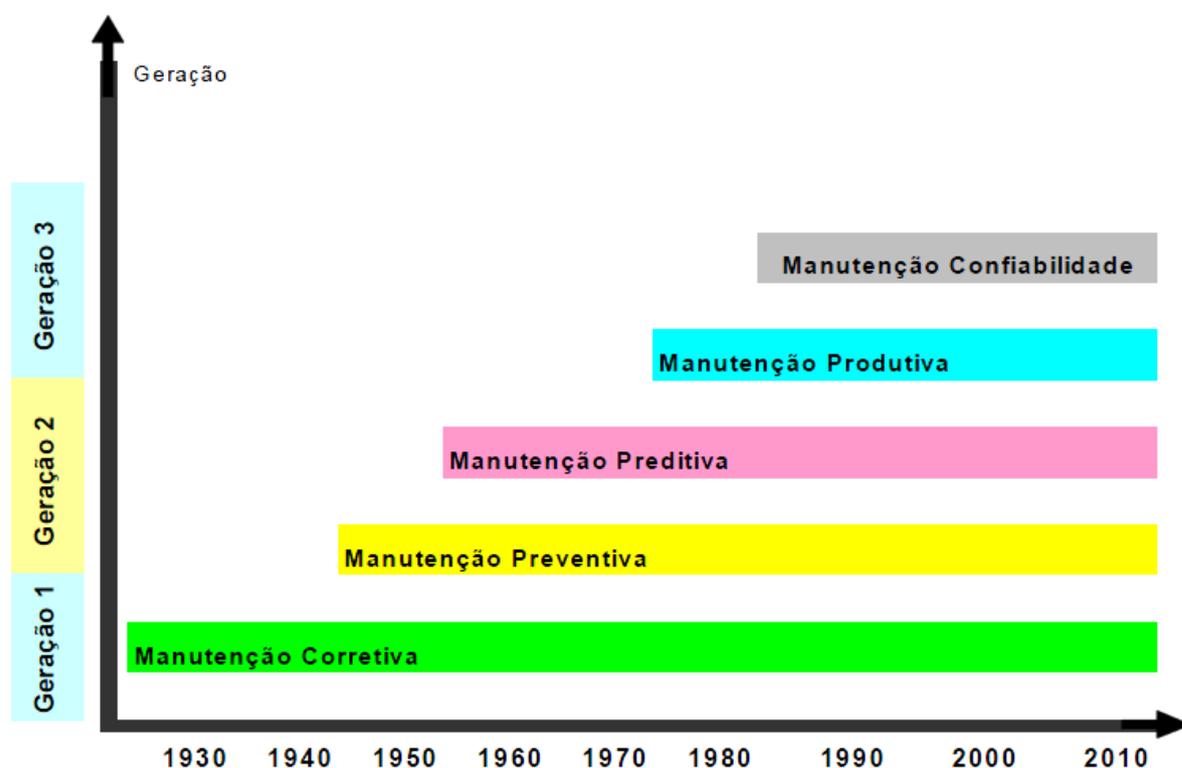


Figura 1: Evolução dos sistemas de manutenção

Fonte: SIQUEIRA, Iony Patriota, *Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implantação*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

Observando a figura acima, a “geração 1” representava no início do século que a manutenção preventiva de um equipamento não era uma prioridade, pois, nessa época, de uma maneira geral, os sistemas produtivos eram relativamente simples, adotando assim, sempre a manutenção corretiva ou o conceito do “quebra-conserta”. Com o crescimento da mecanização, automação de alguns equipamentos e a falta de mão de obra especializada, na “geração 2”, passou a vigorar a ideia de que falhas em equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que se convencionou denominar como manutenção preventiva. Já na “geração 3” que iniciou nos meados dos anos setenta, o processo de mudança na indústria ganhou impulso ainda maior, pois o tempo de máquinas paradas afetava, cada vez mais, a capacidade produtiva, reduzindo a produção, aumentando os custos operacionais e interferindo na prestação de serviço aos clientes. Na produção, os efeitos da paralisação eram agravados pelo movimento mundial no sentido de sistemas Just-In-Time (JIT filosofia japonesa que combate aos desperdícios, onde uma das práticas é a redução dos estoques e custos), o que impulsionou a filosofia da Manutenção Produtiva Total, do qual será explanado mais adiante.

Resumindo brevemente a evolução da manutenção industrial, podemos entender manutenção como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de sistemas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção. De modo geral, a manutenção em empresas ou indústrias tem como objetivos: manter equipamentos e máquinas em condições de pleno funcionamento para garantir a produção normal e a qualidade dos produtos e prevenir prováveis falhas, defeitos ou quebras dos elementos dos equipamentos. A manutenção ideal de uma máquina é a que permite alta disponibilidade para a produção durante todo o tempo em que ela estiver em serviço e a um custo adequado. Levando em consideração os conceitos adotados pela Associação Brasileira de Manutenção – ABRAMAN, a definição do tipo de manutenção ideal depende de vários fatores, como por exemplo:

- capacidade cognitiva e técnica do corpo técnico;
- tipo de produto e seu processo de produção;
- tipo de equipamentos que compõem o sistema produtivo;
- e fator de segurança.

Nas instalações industriais, as paradas para manutenção constituem uma preocupação constante para a programação da produção, ou seja, o PCP. Se as paradas não forem previstas, ocorrem vários problemas, tais como: atrasos no cronograma de fabricação, indisponibilidade da máquina, elevação dos custos e etc. Para evitar esses problemas, as indústrias introduziram, em termos administrativos e técnicos, o planejamento e controle da manutenção, o PCM. No Brasil, o Planejamento e Controle da Manutenção foram introduzidos durante os anos 60. A função planejar significa conhecer os trabalhos, os recursos para executá-los e tomar decisões corretas no momento oportuno. A função controlar ou programar significa determinar pessoal, dia e hora para execução dos trabalhos.

Um plano de manutenção deve responder às seguintes perguntas:

- Como?
- O quê?
- Em quanto tempo?
- Quem?
- Quando?
- Quanto?

As três primeiras perguntas são essenciais para o planejamento e as três últimas, imprescindíveis para o controle ou programação. O plano de execução deve ser controlado para se obter informações que orientem a tomada de decisões quanto a equipamentos e equipes de manutenção. Desta forma é que são estabelecidos os padrões ou normas de trabalho.

2.1. Impactos da manutenção na rentabilidade das indústrias

De acordo com a American Productivity and Quality Centre (APQC) a rentabilidade de uma indústria é definida como o produto da produtividade e recuperação dos preços. Dado que a produtividade pode ser definida como a real saída em comparação com as entradas reais. Isto significa que a produtividade é função da eficiência e eficácia do processo de produção, ou seja, produzir conforme planejado pelo PCP com qualidade e com a *performance* projetada de cada equipamento. Segundo Imad Alsyouf (2006), um método de manutenção não adequado pode afetar

diretamente a eficiência e a eficácia de um sistema produtivo e, conseqüentemente, a rentabilidade ou a lucratividade de uma empresa. Abaixo um modelo conceitual onde demonstra o impacto que a manutenção causa sobre a rentabilidade da empresa.

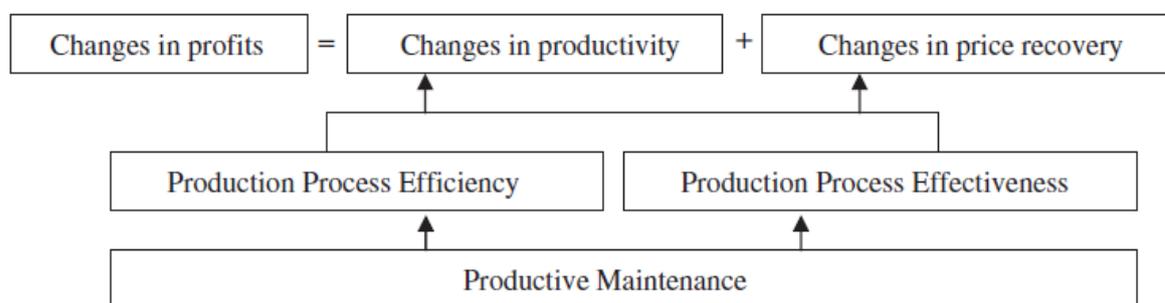


Figura 2: Modelo conceitual ilustrando impacto da manutenção sobre os lucros das empresas.

Fonte: Alsyouf, I.; *The role of maintenance in improving companies productivity and profitability*; PhD thesis; International Journal of Production Economics; Department of Terotechnology; 2006.

2.2. Conceitos da Terotecnologia

Visando todo este planejamento e controle para se buscar uma efetividade produtiva e cada vez mais a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, foi que a British Standards Institute, do Ministério da Tecnologia do Reino Unido criou a Terotecnologia. Esta técnica foi introduzida oficialmente no mundo empresarial e ou industrial em 1970, com intuito de estabelecer novas normas voltadas para aumentar a confiabilidade e facilitar a manutenção de equipamentos e sistemas por seus usuários. Segundo Guimarães (2004), “a palavra, em sua raiz, é autoexplicativa: do grego “terein”, significa tomar conta, cuidar de “¹. Temos, assim, a “tecnologia do cuidar” que abrange todos os valores associados a um ativo ao longo de seu ciclo de vida com foco na redução de custos e na identificação de métodos e procedimentos que ajudam a estender o seu aproveitamento. Estas preocupações envolvem desde os investimentos na engenharia do produto, aos custos de Operação e de Manutenção, até a retirada da máquina de operação.

O conceito engloba gerência de economia e gerência de tecnologia para destacar a importância do custo do ciclo de vida dos equipamentos ou sistemas. Um de seus pilares básicos é a busca constante de alternativas técnicas, realização de estudos de

¹ GUIMARÃES, J. M. C. *Uso e manutenção nos edifícios hospitalares*. SaúdeBusiness WEB, [S.I.]: IT Mídia S.A., 27 out. 2003. Disponível em: http://www.saudebusinessweb.com.br/sbw_artigo.vxlpub?id=44143 . Acesso em: 19 setembro 2011.

confiabilidade e de avaliações técnico-econômicas para obter ciclos de vida de equipamentos cada vez menos dispendiosos. Para cumprir a sua missão e minimizar as perdas na hora de produzir, a Terotecnologia reforça a importância do envolvimento dos usuários finais, como Técnicos de Operadores, Técnicos e Engenheiros de Manutenção, na concepção do projeto, para facilitar as futuras manutenções dos equipamentos ou sistemas. Com a Terotecnologia obtêm-se equipamentos mais confiáveis e que facilitam a intervenção dos mantenedores (mantenabilidade).

Ao longo de sua evolução, a manutenção tem perdido o seu caráter corretivo e assumido cada vez mais uma postura preventiva. Esta evolução vem ao encontro da atual tendência econômica de globalização que não deixa muito espaço para um sistema produtivo estigmatizado por falhas frequentes. Hoje, a tendência é levar-se em conta a confiabilidade e a facilidade de manutenção do sistema ou equipamento ao projetá-lo, visto que os sistemas de produção estão cada vez mais complexos e interdependentes com a criação de novas tecnologias e o crescimento incessante da automação. Esta tendência é confirmada pelo uso crescente de uma nova filosofia de gerenciamento de manutenção, podendo aumentar a vida útil das máquinas e equipamentos, e redução na quantidade de peças sobressalentes, em cargas de trabalho na manutenção programada e nos custos de manutenção.

A Terotecnologia afirma que a manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz, ou seja, não basta apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível e pô-lo em produção, e sim, manter o equipamento em operação, evitando a sua falha. Esta é a grande mudança de paradigma. A manutenção deve ser organizada de tal maneira que o equipamento permaneça parado somente quando for definida esta parada. Sem dúvida é uma tarefa difícil e complicada, mas toda meta deve ser desafiadora se a indústria quer se tornar cada vez mais competitiva no seu ramo de atuação.

Empresas ou indústrias que pregam um crescimento tecnológico de seus ativos tangíveis têm a necessidade da aquisição de novos equipamentos para produção dos seus produtos. A aplicação dos conceitos da Terotecnologia nesse contexto visa conceber especificações sólidas que serão refletidas futuramente em equipamentos ou sistemas mais confiáveis, de maior disponibilidade operacional e de fácil e rápida manutenção. Implementar este conceito hoje em algumas empresas significa quebrar paradigmas, pois elas podem possuir grupos que não estudaram técnicas para

desenvolver e integrar as equipes de projetos e de manutenção. Esta filosofia ainda persiste em várias indústrias devido ao baixo grau de relacionamento entre estes setores importantes para a fabricação do produto final. Para se aplicar a tecnologia do cuidar gerando a alta eficácia de seus equipamentos de produção, a alta gerência de uma indústria deve perceber que o mais importante para se tornar realidade esta filosofia é treinar, motivar e ser claro com todos seus colaboradores que o crescimento é peça fundamental para o sucesso.

A criação de grupos multidisciplinares pode ser uma grande decisão, pois este grupo deverá fazer parte da concepção e ou da compra de qualquer equipamento para o sistema produtivo. Esta equipe ficará responsável por envolver desde o início do projeto profissionais chave que irão operar e realizar manutenção deste futuro equipamento. Com esta atitude, estes funcionários e todos os outros envolvidos terão condições plenas de opinar e conceber sugestões técnicas que proporcionarão para o equipamento uma disponibilidade e conseqüentemente uma confiabilidade e uma manutenibilidade maior para o equipamento e ou sistema.

2.2.1. Interação entre as fases

Conforme abordado acima, a criação de uma equipe multidisciplinar pode ajudar e facilitar a interação entre as fases que compõem a compra de um equipamento. Segundo Alan Kardec Pinto e Júlio Nascif (2007), da correta realização de cada fase, conforme apresentado na figura 2 – projeto, fabricação, instalação, operação e manutenção – dependem a disponibilidade, a confiabilidade e a manutenibilidade do sistema ou equipamento.

Na fase de projeto, o levantamento de necessidades, inclusive o envolvimento dos usuários (Operação e Manutenção), além dos dados específicos para sua elaboração, nível de detalhamento, dentre outros, são de fundamental importância, pois irão impactar diretamente nas demais fases, com conseqüências no desempenho e na economia. Como desempenho, podemos citar as questões ligadas à confiabilidade, produtividade, qualidade do produto final, segurança e preservação ambiental e as econômicas se referem ao nível de custo-eficiência obtido.

A escolha dos equipamentos deverá considerar a sua adequação ao projeto (correto dimensionamento), a capacidade inerente esperada, qualidade, manutenibilidade, além da relação custo-eficiência.

É importante considerar, também, a padronização com outros equipamentos do mesmo projeto e de equipamentos já existentes na instalação, objetivando redução de estoque de sobressalentes e facilidades de manutenção e operação. A fabricação deve ser acompanhada e incorporar as sugestões oriundas da prática de manutenção.

A fase de instalação deve prever cuidados com a qualidade da implantação do projeto e as técnicas utilizadas para esta finalidade. Quando a qualidade não é apurada, muitas vezes são inseridos pontos potenciais de falhas que se mantêm ocultos por vários períodos e vêm a se manifestar muitas vezes quando o sistema é fortemente solicitado e quando o processo produtivo assim o exige, ou seja, normalmente quando se necessita de maior disponibilidade.

As fases de manutenção e operação terão por objetivo garantir a função das máquinas e equipamentos, sistemas e instalação no decorrer de sua vida útil e a não degeneração do desempenho. Nesta fase da existência, normalmente são detectadas as deficiências geradas no projeto, seleção de equipamentos e instalação.

Da não interação das fases anteriores, percebe-se que a Manutenção encontrará dificuldades de desempenho das suas atividades, mesmo que se apliquem nelas as mais modernas técnicas. A confiabilidade estará em um patamar inferior ao inicialmente previsto. (ALAN KARDEC PINTO E JULIO NASCIF, 2007, p. 5 e 6).

Por isso, os funcionários específicos da manutenção e da operação, que ficará adstrito ao sistema, devem acompanhar todas as fases citadas acima, de modo a conhecer em detalhe todas as minúcias das máquinas, equipamentos e instalações logo de início. Esta filosofia vai diretamente de encontro com a Terotecnologia.

Na grande maioria das indústrias, os responsáveis pela Manutenção se encontram ausentes dos grupos que concebem as máquinas e equipamentos de produção. Projetar e instalar máquinas sem que ninguém, até o momento da partida, trate da organização e da sistematização prévias das atividades de manutenção, constitui uma grande falha. Nestes casos, principalmente nos primeiros meses de funcionamento é normal acumularem-se problemas graves e multiplicarem-se e alongarem-se as paradas por falhas ou defeitos devido às seguintes insuficiências:

➤ Ausência de profissionais da Manutenção com conhecimento profundo das máquinas e instalações;

- Escassez de desenhos de projeto detalhado correspondendo corretamente;
- Ausência de “stocks” corretos de peças de reposição, no que se refere à qualidade e quantidade dos itens de almoxarifado;
- Negligência de aspectos de grande importância tais como: manutenibilidade (Tempo Médio Para Reparo - TMPR), Confiabilidade (Tempo Médio Entre Falhas - TMEF), vida útil dos equipamentos e etc.

A figura abaixo tem a finalidade de demonstrar que todas estas fases interligadas, compõem um equipamento de alta performance e confiável.



Figura 3: Interação entre as fases

Fonte: Conteúdo do livro - (Kardec, A.; Nascif, J; 2007), reproduzido e formatado desta forma pelo autor desta dissertação.

2.2.2. Etapas de implementação da Terotecnologia

Consolidar a filosofia da Terotecnologia em uma determinada empresa requer bastante inspiração e transpiração por parte dos profissionais incumbidos por esta árdua atividade. Quebra de paradigmas requer um grupo forte que possuem tomadas de decisão livre por parte da alta gerência.

Abaixo uma figura que apresenta uma maneira que pode contribuir para realização desta atividade. É bom e importante deixar claro que isso não funciona como

uma receita predefinida. Os *stakeholders* são peças fundamentais para o perfeito funcionamento e implementação desta técnica.

Fases	Etapas	Conteúdo
Preparação	1- Declaração oficial da decisão da Diretoria pela implementação da Terotecnologia	Uso de todos os meios de comunicação disponíveis
	2 - Educação, treinamento e divulgação do início da implementação	Seminários para gerência média/alta
		Vídeos para os operadores / técnicos
	3 - Estruturação da(s) equipe(s) de multiplicação e implementação	Identificação das lideranças e montagem dos comites
	4 - Estabelecimento da política básica e metas da Terotecnologia	Detalhamento do plano
Implantação	5 - Sistematização do fluxo de compra para novos equipamentos	Utilização de ferramentas apropriadas
		Consolidação do fluxo
	6 - Monitoramento das atividades dos equipamentos	Verificação dos índices de disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade.
	7 - Monitoramento do comportamento dos operadores e técnicos envolvidos	Acompanhamento das atividades com foco nas melhorias.
Consolidação	8 - Aplicação total da Terotecnologia	Obtenção de resultados que demonstrem o alcance e a manutenção da Terotecnologia

Figura 4: Etapas de implementação da Terotecnologia

Fonte: Próprio autor.

2.3. Reliability Centered Maintenance - RCM

A Terotecnologia cuida efetivamente do ciclo completo de vida de cada equipamento de um sistema produtivo, prevendo desde a concepção do seu projeto, a presença de profissionais capacitados da Produção e da Manutenção, buscando a melhor adequação com a função que será desempenhada e padronização com outros equipamentos do sistema produtivo. Mediante as definições apresentadas, a Terotecnologia prevê que os Técnicos Mantenedores ou da Manutenção e os Operadores de Máquinas, farão manutenção neste futuro equipamento devem possuir

conhecimento pleno do mesmo. Isso poderá proporcionar índices mais satisfatórios de disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade e conseqüentemente custos menores de produção e manutenção.

Mas, o que a Terotecnologia tem haver com Manutenção Centrada na Confiabilidade? Conforme Figura 1 que demonstra a evolução das filosofias de manutenção no último século, a Manutenção Centrada na Confiabilidade tornou-se também uma ferramenta primordial para uma busca incessante da eficácia de um sistema produtivo. Basicamente, a Reliability Centered Maintenance, traduzindo: Manutenção Centrada na Confiabilidade, consiste em entender as principais fontes de falhas e antecipá-las na eminência de sua ocorrência, ou seja, a RCM atuará quando o equipamento entrar na linha de produção, desde suas primeiras horas de produção até seu descarte.

Os conceitos impostos na criação da Terotecnologia prevêm uma atuação no projeto de concepção e no planejamento dos equipamentos com intuito de minimizar as ocorrências e o tempo de parada futuras até as horas que o equipamento saírem da linha de produção. A inserção de técnicas para aumentar os índices de produção de cada equipamento, é pertinente dentro do Terotecnologia. Por isso, a RCM tem a função de diminuir ainda mais a quantidade de manutenção corretiva emergencial buscando assim, altos índices de disponibilidade dos equipamentos. Importante ressaltar que a Terotecnologia não eliminará as ocorrências ao longo da vida útil do equipamento, mas sim proporcionará condições melhores de produção com bom desempenho no sistema de operação e manutenção. A RCM atuará nas falhas que ainda persistirão nos equipamentos, mesmo em menores proporções.

Para buscar uma eficácia da RCM imputando suas fontes de falhas e realizar uma rastreabilidade, deve-se obter software de manutenção ou ERP que ajudará nos resultados a serem obtidos².

Segundo Alan Kardec Pinto e Júlio Nascif (2007) a contribuição da RCM, dentro de um sistema produtivo, é evidenciada por uma maior disponibilidade da planta industrial ao menor custo, isto é, quanto maior esta disponibilidade, menor a demanda de serviços e, conseqüentemente, a redução de custos, favorecendo o crescimento da

² A equipe de Engenharia da Manutenção (muito comum hoje em dia nos organogramas das indústrias) deverá estabelecer critérios de inserção dos dados no software de manutenção ou ERP, para que o mesmo venha fornecer dados reais de eficiência. Da mesma forma, realizar estudos de causa raiz para se identificar os motivos das paradas dos equipamentos mais frequentes em cada equipamento.

produtividade. Continuando com os mesmos autores citados logo acima, para que esse acréscimo da produtividade seja atingido, os principais desafios enfrentados pelos gerentes de manutenção e produção são:

- selecionar as técnicas mais adequadas para lidar com cada tipo de falha no processo, a fim de cumprir todas as expectativas dos proprietários de ativos, das pessoas que utilizam do patrimônio e da sociedade como um todo;
- contar / estimular o apoio ativo e a cooperação de todas as pessoas envolvidas no processo produtivo.

Toda vez que uma falha é identificada, deve-se listar e investigar todos os eventos que a provocaram. Esses eventos são conhecidos como modos de falha e, na maioria das vezes, são organizados em listas em que, comumente, registram-se apenas as falhas causadas por deterioração ou desgaste normal. No entanto, para que se tenha uma compreensão mais ampla acerca dos modos de falha, é necessário que também sejam registradas as falhas causadas por erros humanos (por parte dos operadores e mantenedores).

Para se minimizar a subjetividade na identificação dos diferentes modos de falha, é necessário que o registro dos mesmos siga, de forma sistemática, as etapas descritas a seguir:

- constatação de que uma falha específica ocorreu;
- como essa falha representa uma ameaça para a segurança ou o ambiente;
- de que maneira a falha observada afeta a produção ou operações;
- quais os danos físicos são causados pela falha;
- o que deve ser feito para reparar a falha;
- qual o custo de reparo.

O registro criterioso dos modos de falhas, além de uma caracterização precisa das causas dos mesmos, fornece subsídios importantes para a formulação de indicadores que contribuirão com a gestão da manutenção promovendo, assim, resultados surpreendentes com os quais, muitas vezes, se melhora o desempenho e a segurança de todo processo produtivo. Em função das particularidades dos diferentes processos avaliados, a definição de quais indicadores deve ser utilizada, a fim de conseguir uma maior eficiência na gestão da manutenção, é um assunto normalmente polêmico para a

maioria dos profissionais dessa área. Entretanto, Siqueira (2005) afirma que os principais indicadores utilizados são:

- hora Parada ou Hora Indisponível - Representa o tempo entre a comunicação de indisponibilidade da máquina ou equipamento até a sua liberação/aprovação para funcionamento normal ou produção;
- hora de Espera (Backlog) - Representa o tempo entre a comunicação da indisponibilidade da máquina ou equipamento e o momento do início do atendimento por parte do responsável pela manutenção;
- hora de Impedimento - Representa todo e qualquer tempo gasto com ações que não dependem diretamente da ação do grupo da manutenção, ou seja, demandam ações de outras equipes, tais como a de compras, de projetos, de laboratório, etc;
- disponibilidade - Representa a probabilidade de em um dado momento um equipamento estar disponível. Ele é o resultado do bom acompanhamento do indicador de hora parada;
- custo de manutenção - Representa a somatória dos custos de intervenção, custos próprios, custos de perdas de produção entre outros;
- tempo Médio Entre Falhas (Confiabilidade) - Representa o tempo médio entre a ocorrência de uma falha e a próxima, representa também o tempo de funcionamento da máquina ou equipamento diante das necessidades de produção até a próxima falha.
- tempo Médio para Reparo (Mantenabilidade) - Aponta o tempo que a equipe de manutenção demanda para reparar e disponibilizar a máquina ou equipamento para o sistema produtivo. Nesse período, estão todas as ações envolvidas no reparo, sejam elas da equipe de compras, de laboratório ou qualquer outra equipe de trabalho.

Juntamente com os efeitos das falhas, os indicadores aqui descritos devem ser ponderados para uma gestão da manutenção eficiente onde, de forma objetiva, deve-se estabelecer qual a confiabilidade, a probabilidade de que um item ou uma máquina funcione corretamente em condições esperadas durante um determinado período de tempo ou de que ainda esteja em condições de trabalho após um determinado período de funcionamento; deve-se estabelecer ainda a mantenabilidade, probabilidade de que um item avariado possa ser colocado novamente em seu estado operacional, em um período de tempo predefinido. Esses são os itens mais apropriados em função do seguimento que se queira atuar. (PALLEROSI, 2006).

Diante dos conceitos apresentados, podemos dizer que a Terotecnologia trabalhando em conjunto com Manutenção Centrada na Confiabilidade pode ser um método efetivo de reduzir cada vez mais os custos de produção e manutenção de uma determinada indústria.

2.4. Total Productive Maintenance – TPM

Falar de redução nos custos de produção e manutenção de uma indústria, não se pode deixar de comentar sobre a Manutenção Produtiva Total ou conhecida no ramo industrial pela sigla Total Productive Maintenance – TPM. Ela é conhecida como:

Esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa que busca a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da empresa incluindo Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o completo envolvimento desde a alta administração até a frente de operação com as atividades de pequenos grupos. (JIPM, 2002, p.1).

Outra definição:

Uma metodologia que tem como objetivo melhorar a eficácia e a longevidade dos equipamentos. É uma ferramenta do Lean Manufacturing porque ataca os maiores desperdícios nas operações de produção. De acordo com The Productivity Development Team (1999), esta metodologia se originou de uma necessidade de um fornecedor atender os exigentes requisitos do Sistema Toyota de Produção. Atualmente o TPM é utilizado em várias empresas em todo o mundo para melhorar a capacidade de seus equipamentos e atingir metas para a redução de desperdícios, incluindo restauração e manutenção de condições padrão de operação. A metodologia TPM também promove melhorias no sistema do equipamento, procedimentos operacionais, manutenção e desenvolvimento de processos para evitar problemas futuros (ANA CAROLINA SANTOS E MARCOS JOSÉ SANTOS, 2007, p. 4).

Com base nas definições acima, pode-se dizer que TPM não é apenas uma política de manutenção, mas sim uma filosofia de trabalho, com extrema dependência do envolvimento de todos os níveis da organização, capaz de gerar um senso de propriedade sobre os equipamentos, sobre o processo e sobre o produto. O conceito de perda zero, que leva a obtenção de resultados imediatos, acaba servindo também como fator motivacional para a continuidade e aceleração da implementação.

Três características importantes podem ser observadas no TPM:

Busca da economicidade, ou seja, tornar a manutenção uma atividade geradora de ganhos financeiros para a empresa. Essa característica está presente em todas as políticas de manutenção baseadas nos conceitos de prevenção de falhas e na melhoria da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos;

Integração e otimização de todas as políticas de manutenção disponíveis, de maneira a promover a melhoria da eficiência global dos equipamentos;

Participação voluntária de operadores de produção nas atividades de manutenção, levados pelo conceito de gerenciamento dos resultados e de atividades de pequenos grupos (NAKAJIMA, 1989, P.12-13).

Considerando que as falhas podem ser relacionadas ao comportamento organizacional da empresa, torna-se importante o entendimento de todos os envolvidos com os equipamentos de forma direta ou indireta além das áreas de suporte, no que refere aos papéis, responsabilidades e formas de se ajudarem mutuamente na eliminação das falhas. Nesse aspecto o TPM apresenta uma característica marcante de interação entre os departamentos e níveis organizacionais das empresas (SUZAKI, 1987).

É preciso perceber, dentro da filosofia que abrange a TPM, o conceito da melhoria contínua representado pela busca do constante crescimento da Eficácia Global dos Equipamentos, que será apresentado no próximo capítulo. A percepção deste conceito de melhoria contínua leva os envolvidos com o TPM a auto avaliação de suas condutas gerando mudança cultural nos outros funcionários da indústria.

2.4.1. Pilares do TPM

Segundo Moraes (2004), embora cada empresa tenha suas peculiaridades para a implementação do TPM, existem alguns princípios que são básicos para todas elas e que são denominados os pilares de sustentação do TPM. São eles:

Pilar da Melhoria Focada ou Específica: utiliza-se do conceito de Manutenção Corretiva de Melhorias para atuar nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos;

Pilar da Manutenção Autônoma: baseia-se no treinamento teórico e prático recebidos pelos operários e no espírito de trabalho em equipe para a melhoria contínua das rotinas de produção e manutenção;

Manutenção Planejada: refere-se as rotinas de manutenção preventiva baseadas no tempo ou na condição do equipamento, visando a melhoria

contínua da disponibilidade e confiabilidade além da redução dos custos de manutenção;

Treinamento e educação: refere-se a aplicação de treinamentos técnicos e comportamentais para liderança, a flexibilidade e a autonomia das equipes.

Gestão antecipada: baseia-se nos conceitos de Prevenção da Manutenção onde todo o histórico de equipamentos anteriores ou similares é utilizado desde o projeto afim de que se construam equipamentos com índices mais adequados de confiabilidade e manutenibilidade;

Manutenção da qualidade: refere-se a interação da confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e capacidade de atendimento a demanda

Segurança, Saúde e Meio Ambiente: dependente da atuação dos demais pilares, esse pilar tem o enfoque na melhoria contínua das condições de trabalho e na redução dos riscos de segurança e ambiental.

Melhoria dos processos administrativos: também conhecido como TPM de escritório, utiliza-se dos conceitos de organização e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas, que de alguma maneira acabam interferindo na eficiência dos equipamentos produtivos e processos. (PAULO HENRIQUE DE ALMEIDA MORAES, 2004, P. 40).

2.4.2. Resultados do TPM

Segundo Moraes (2004), benefícios não mensuráveis podem ser atribuídos a implementação do TPM, tais como uma maior interação da organização, melhoria no ambiente de trabalho, desenvolvimento intelectual, motivação e autoconfiança dos empregados. Porém, é por meio de resultados mensuráveis que se observa, de forma mais efetiva, os benefícios passíveis de serem obtidos com a implementação do TPM. Esses resultados podem se divididos em seis grandes grupos representados pela sigla PQCDSM e estão mostrados na figura 5 abaixo.

Produtividade	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento da produtividade de mão de obra de 1,4 a 1,5 vezes; -Aumento da produtividade em termos de valor agregado de 1,5 a 2 vezes; -Aumento do índice operacional dos equipamentos de 1,5 a 2 vezes.
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> -Redução do índice de falha de processo para até 10% dos níveis anteriores de falha; -Redução do índice de refugo para até 3% dos níveis anteriores; -Redução do nível de reclamações de clientes para até 25% dos níveis anteriores.
Custo	<ul style="list-style-type: none"> -Redução de até 30% nos estoques de processo; -Redução de até 30% do consumo de energia; -Redução dos níveis de consumo de fluidos hidráulicos para até 20% dos níveis anteriores; -Redução de até 30% no custo total de fabricação.
Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> -Redução de até 50% do estoque de produtos acabados em no de dias; -Aumento de 2 vezes no giro de estoque (3 a 6 vezes ao mês).
Segurança	<ul style="list-style-type: none"> -Zero absenteísmo por acidentes; -Zero ocorrência de contaminação do meio ambiente.
Moral	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de até 5 a 10 vezes no número de sugestões; -Aumento de até 2 vezes no no de reuniões de pequenos grupos.

Figura 5: Resultados mensuráveis passíveis de obtenção com o TPM

Fonte: MORAES, P.H.A.; *MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: estudo de caso em uma empresa automobilística*. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração; Universidade de Taubaté; Taubaté; 2004, 90 f.

3. Indicadores

Servem para demonstrar a realidade vivida em um sistema produtivo ou equipamento apontando problemas técnicos, defeitos ou falhas encontradas, tempo de parada, tempo de produção, tempo de manutenção, dentre outros, para se alcançar metas estabelecidas em uma determinada indústria. Atualmente os softwares de manutenção existentes no mercado apresentam estes índices diretamente por gráficos e ou tabelas. Como ressalva importante, para se apresentar dados que apresenta a realidade, as ocorrências devem ser imputadas de forma eficiente pela equipe de PCM.

Através destes indicadores, consegue-se comprovar a efetividade da implementação da Terotecnologia e os conceitos da Manutenção Centrada na Confiabilidade nas indústrias das quais visam sempre à melhoria em seu sistema produtivo para redução dos custos de produção e manutenção.

Seguem abaixo dois importantes indicadores bem conhecido pelas equipes de PCP e PCM.

3.1. Overall Equipment Effectiveness - OEE

Atualmente, com a economia globalizada e com a grande competitividade do mercado, as indústrias vêm procurando se adequar cada vez mais às exigências dos clientes e a demanda do mercado. Devido a isto, a medição do sistema de manutenção vem se tornando cada vez mais essencial para solução de problemas e para própria melhoria contínua dos sistemas produtivos.

Slack (2002) destaca que “somente através de uma função de manufatura saudável é possível cumprir as metas e objetivos estratégicos definidos pela organização. Sendo assim, a adequada utilização dos ativos fixos das empresas, componentes importantes de manufatura, deve ser priorizada”. Assim, sob este aspecto, faz-se necessário que as indústrias busquem melhorar continuamente a eficácia de seus equipamentos, identificando e eliminando as perdas e, conseqüentemente, reduzindo custos de produção e manutenção. A eficácia global dos equipamentos é utilizada na metodologia Total Productive Maintenance, onde é proposto como um indicador conhecido na literatura internacional como Overall Equipment Effectiveness – OEE, traduzindo: Eficácia Global de Equipamentos – EGE. Este é um dos índices que

representa estatisticamente se a Terotecnologia e o RCM estão sendo empregadas na filosofia da indústria ou não. Conforme conceitos apresentados, a Terotecnologia sendo empregada na filosofia de uma determinada indústria, a eficácia global dos equipamentos tenderá a se manter com um percentual elevado em comparação a indústrias que não faz uso desta filosofia.

Overall equipment effectiveness – OEE é:

Uma ferramenta utilizada para medir as melhorias implementadas pela metodologia TPM. A utilização do indicador OEE, conforme proposto pela metodologia TPM, permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus ativos. Estas análises das condições ocorrem a partir da identificação das perdas existentes em ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, performance e qualidade (ANA CAROLINA SANTOS E MARCOS JOSÉ SANTOS, 2007, p. 4).

Segundo Nakajima (1989), o OEE é um índice que procura revelar os custos escondidos na indústria. Antes do advento desse indicador, somente a disponibilidade era considerada na utilização dos equipamentos, o que resultava no superdimensionamento de capacidade. O OEE é mensurado a partir da estratificação das seis grandes perdas e calculado através do produto dos índices de disponibilidade, *performance* e qualidade. Um OEE de 85% deve ser buscado como meta ideal para os equipamentos. Indústrias que obtiveram OEE superior a 85% ganharam o prêmio TPM Award. Para se obter esse valor de OEE é necessário que seus índices sejam de: 90% para disponibilidade, 95% *performance*, 99% qualidade.

A qualidade é um dos pilares essenciais para que o índice de OEE seja alto. Basim Al-Najjar (1997), cita em um de seus artigos que a qualidade é um elemento essencial em um sistema produtivo e que também é um fator chave para o alto índice do OEE.

The quality of the essential elements contribute in the production is a key factor influencing the overall equipment effectiveness (OEE). Negligence of maintenance and its role in the production process allows rapid degradation of machine and product quality, because as it is known that a process/machine in bad condition can't, in general, be expected to be capable of mass producing items of high quality at a competitive price and delivered on time.

An effective maintenance is responsible of maintaining the quality of the elements contribute in the production process, but it still not occupying its

real status in the company's culture yet, because among others, there is a shortage of the researches highlighting maintenance impact on the company's business. (BASIM AL-NAJJAR, 1997, P.6).

Segue abaixo uma figura que ilustra indicador de OEE, bem como seus índices e as perdas relacionadas a cada um.

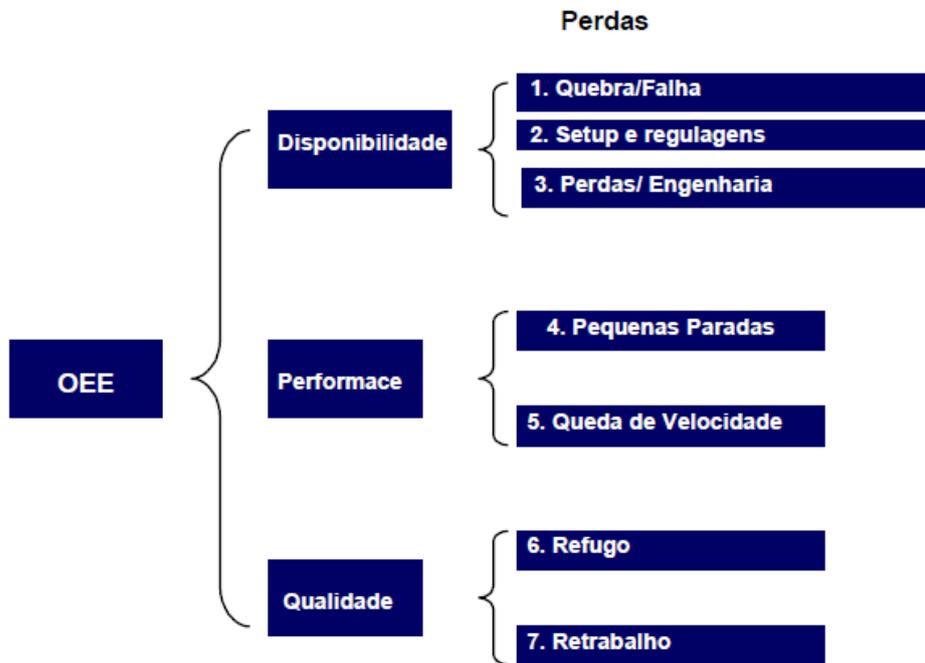


Figura 6: Elementos da eficácia global de um equipamento ou sistema

Fonte: SANTOS, Ana Carolina e SANTOS, Marcos José, *Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso*, ENEGEP, 2007.

A figura abaixo representa a sistemática de cálculo do indicador OEE.

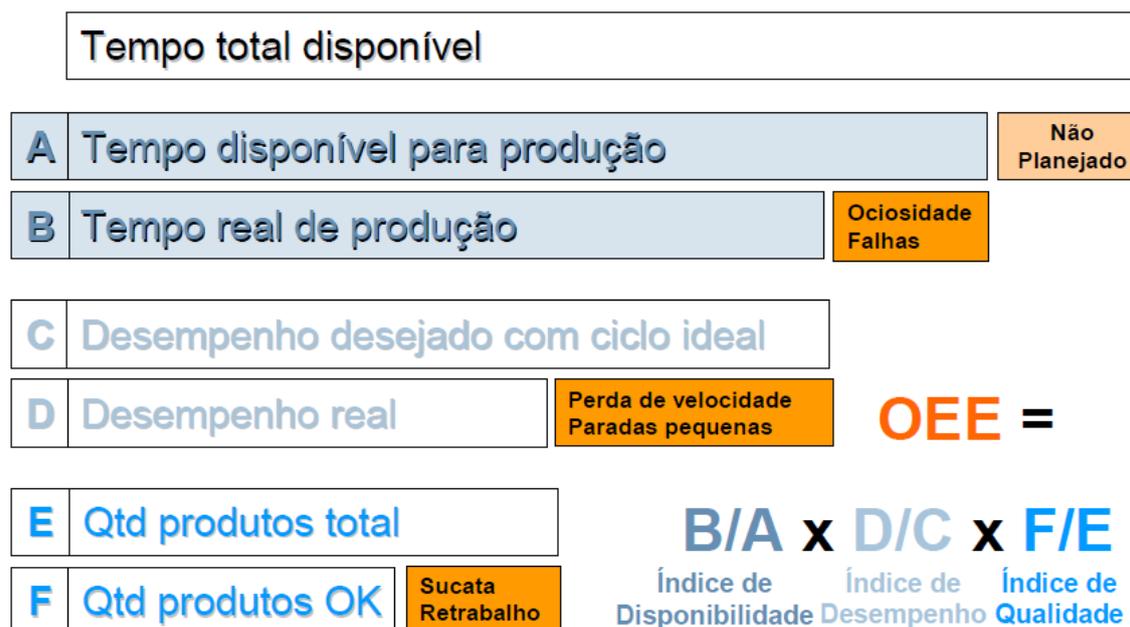


Figura 7: OEE – Sistemática de cálculo

Fonte: SANTOS, Ana Carolina e SANTOS, Marcos José, *Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso*, ENEGEP, 2007.

Os índices do OEE podem ser calculados através das expressões:

Índice de disponibilidade: Este índice responde a seguinte questão: “O equipamento está funcionando?”. Segundo Alan Kardec Pinto e Júlio Nascif (2007), para melhor caracterizar este índice, que é o principal objetivo da manutenção, é importante conceituar algumas variáveis importantes:

Tempo Total	É o tempo total que o equipamento poderia ficar disponível para operação.
Tempo de funcionamento	É a parcela do tempo total em que a instalação ou equipamento estava em funcionamento.
Tempo de não funcionamento	É a parcela do tempo total em que a instalação, embora disponível não foi utilizada pela produção e ficou parada (não funcionou).

Isso pode ser representado da seguinte forma, em dado período de tempo:

Tempo Total		
Tempo disponível para produção - T		Tempo em Manutenção - t
Tempo de Funcionamento	Tempo de não funcionamento	Em reparo

Ao longo do tempo total teremos, então, tempos disponíveis para produção (T) e teremos em que o equipamento está em manutenção (t), ou seja, indisponível para produção.

Assim é possível, para um período analisado, calcular o tempo médio disponível (produzido ou não) e o tempo médio para reparo.

O tempo médio de bom funcionamento é conhecido mundialmente como Tempo Médio Entre Falhas – TMEF:

$$\text{TMEF} = \frac{\mathbf{T1 + T2 + T3 + T4 + \dots TN}}{\mathbf{N}}$$

O tempo médio sem produção está associado à falha, sendo conhecido como Tempo Médio Para Reparo – TMPR. Este tempo inclui o que foi gasto no reparo e todas as esperas que retardam a colocação do equipamento novamente em operação.

$$\text{TMPR} = \frac{\mathbf{t1 + t2 + t3 + t4 + \dots tN}}{\mathbf{N}}$$

O TMEF e TMPR são dois indicadores mundialmente adotados e, juntos, vão definir a Disponibilidade, conforme abaixo.

Formula:

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\mathbf{TMEF}}{\mathbf{TMEF + TMPR}} \times \mathbf{100}$$

Índice de performance ou desempenho: O segundo índice responde a seguinte questão: “O equipamento está rodando na velocidade máxima?”. Este índice pode ser obtido através da equação:

Formula:

$$\text{Performance (\%)} = \frac{\text{Peças produzidas (pçs)}}{\text{Tempo standard (pçs/h) x tempo real disponível (h)}}$$

Para Nakajima (1989), a diferença entre a performance teórica e real deve-se às perdas relacionadas às pequenas paradas e à queda de performance da máquina (queda da velocidade para qual a máquina foi projetada).

Índice de Qualidade: O terceiro índice que compõe o OEE responde a seguinte questão: “A máquina está produzindo com as especificações certas?”. Este índice pode ser obtido através da equação:

Formula:

$$\text{Qualidade (\%)} = \frac{\text{Peças produzidas} - \text{peças refugadas} - \text{peças retrabalhadas}}{\text{Peças produzidas}}$$

O indicador OEE, como já foi citado anteriormente, é composto dos três índices anteriores. De acordo com The Productivity Development Team (1999), seu objetivo é analisar unicamente a eficácia dos equipamentos e não dos operadores. Sendo assim, ele é utilizado para verificar se a máquina continua trabalhando na velocidade e qualidade especificadas no seu projeto e também para apontar as perdas originadas do sistema produtivo como um todo. Este índice pode ser obtido através da equação:

Formula:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

Por esse motivo, a identificação das perdas é a atividade mais importante no processo de cálculo do OEE. A limitação da empresa em identificar suas perdas impede que se atue no restabelecimento das condições originais dos equipamentos, garantindo

alcançar a eficácia global, conforme estabelecido quando o equipamento foi adquirido ou reformado.

Devido às evidências técnicas apresentadas neste tópico, o OEE foi utilizado no estudo de caso apresentado neste trabalho por ser um indicador que retrata de forma completa o rendimento operacional dos equipamentos que compõem um sistema produtivo. É um indicador conhecido mundialmente e exemplificado por muitos autores como sendo importantes para organizações que buscam incessantemente a diminuição dos custos de produção.

3.2. Curva da Banheira

Este é outro indicador que pode ser utilizado como forma de demonstrar um índice de manutenção durante a vida útil de um equipamento.

Não existe um sistema que não apresente falhas. Todo sistema está sujeito a falhas, seja de operações, do próprio equipamento ou serviços. As falhas não podem ser ignoradas por menores que sejam seus efeitos aparentes. Isso implica que a organização estará atenta as causas e aos problemas que afetam o processo produtivo, tratando da individualidade e correlação das falhas com objetivos de minimizá-las, não rejeitando a possibilidade de sua ocorrência.

A Taxa de Falhas, como é muito conhecida, é representada pela letra grega Lambda (λ) e é definido como:

$$\lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Número total de horas de operação da unidade}}$$

Algumas falhas geram grandes impactos, outras representam consequências impercebíveis. As falhas podem ocorrer por vários motivos, onde a maioria está ligada a falha humana. Segundo Slack (2002) as falhas podem ser agrupadas em:

- falhas relacionadas a falha do projeto global ou instalações (máquinas, equipamentos e edifícios);
- falhas causadas por material ou informações fornecidas à operação produtiva;
- falhas causadas pela ação do cliente.

As falhas podem ser medidas através de três índices:

- taxa de falhas – frequência com que uma falha ocorre;
- confiabilidade – probabilidade de uma falha ocorrer;
- disponibilidade – período de tempo útil para operação.

Na maioria dos casos, a falha é uma função do tempo, onde a probabilidade de ocorrência vai diferir entre as etapas do ciclo de vida, seja do equipamento ou de uma operação. A curva que demonstra esta probabilidade de falhas ao decorrer do tempo é conhecida como curva da banheira.

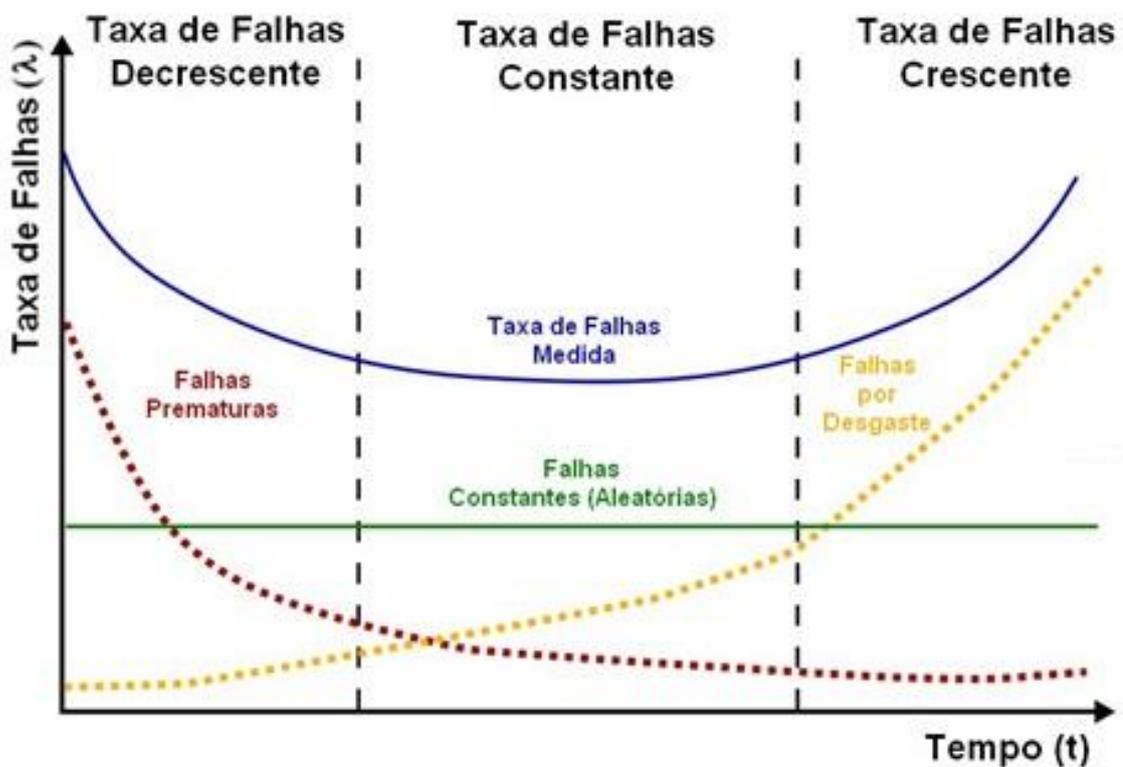


Figura 8: Curva da banheira
Fonte: <http://www.google.com.br>

A curva da banheira representa três fases distintas de um sistema ou equipamento: falhas prematuras (também conhecida como mortalidade infantil), maturidade e falhas por desgaste. Quando se trata de confiabilidade é importante analisar cada fase, pois orienta a manutenção nas ações que devem ser tomadas nos diferentes períodos em função do seu comportamento.

- Primeira fase (falhas prematuras ou mortalidade infantil) – As falhas ocorridas neste período inicial são consideradas falhas precoces. Estas falhas, geralmente, são causadas por falha de projeto, operação inadequada, ou peças de má qualidade. A tendência da taxa de falhas é diminuir com o tempo, à medida em que os componentes frágeis são substituídos e os erros de projeto ou instalação são reparados³ (WUTTKE e SELLITTO, 2008);
- Segunda fase (maturidade) – Neste período a taxa de falhas se mostra menor e constante. As falhas ocorridas são por motivos aleatórios normais, como acidentes, liberação excessiva de energia, mau uso e operação inadequada⁴. As falhas aleatórias são oriundas de cargas externas inevitáveis e imprevisíveis. Considerando a aleatoriedade das falhas neste período e restrição em alguns casos mais complexos, a melhor estratégia é a manutenção preditiva, acompanhando sistematicamente todas as variáveis que indicam o desempenho do equipamento, planejando uma futura intervenção (manutenção corretiva programada);
- Terceira fase (desgaste) – O terceiro período representado na curva é o desgaste. É caracterizado pelo aumento da taxa de falhas em razão do envelhecimento e deterioração das peças a medida que se aproxima o final de sua vida útil. A fase é marcada pelo desgaste dos componentes, onde há o aparecimento de trincas, fadigas, corrosão, deterioração da parte elétrica, da parte mecânica ou química, manutenção ineficiente dentre outros. Sob uma perspectiva de confiabilidade, de acordo com Wuttke e Sellitto (2008), o fim da vida útil ocorre quando o item inicia a mortalidade senil, onde ele perde o valor atribuído com a função que desempenha no sistema. A vida econômica do componente é levada em consideração, onde opera enquanto sua função é necessária. Uma análise sob esse ponto de vista irá determinar as decisões mais viáveis quanto ao desgaste ou recuperação do componente.

Na figura 9 abaixo, está representada a estratégia por fases ao longo do tempo de vida útil do equipamento.

³ Nestas situações que a filosofia da Terotecnologia pode fazer a diferença nas estatísticas e nos índices dos equipamentos ou sistemas, pois profissionais do âmbito técnico trabalhariam desde a concepção dos mesmos com intuito de minimizar a utilização de componentes ou peças de baixa qualidade e montagens fora do padrão técnico. Com isso, poderia se diminuir a taxa de falhas prematuras.

⁴ Outro caso que demonstra a importância da definição e da participação do operador ou mantenedor do equipamento ou sistema, desde a concepção. Isso lhe dará mais conhecimento sobre o equipamento ou sistema que irá operar, podendo diminuir as ocorrências de manutenção ou taxa de falhas.

Fases	Estratégia	Decorrências
Falhas prematuras (mortalidade infantil)	Emergência	Retarda ou até impede o fim da mortalidade infantil ao não reforçar os itens que quebraram ou não remover as causas das falhas de origem.
	Corretiva	Antecipa o fim da mortalidade infantil ao reforçar os itens que quebraram ou remover as causas das falhas de origem.
	Preditiva	Monitora as falhas em processo que podem resultar em quebra, mas estas são muito poucas nesta fase, pois as quebras se dão mais por baixa resistência.
	Preventiva	Perpetua ou até agrava a mortalidade infantil ao trocar exatamente os sobreviventes, os itens fortes, que não têm falhas de origem.
Maturidade, falhas aleatórias	Emergência	Como se limita a trocar componentes quebrados, pode fazer retornar a mortalidade infantil se não selecionar os substitutos.
	Corretiva	É inócua quanto as falhas catastróficas, mas pode redizer o patamar de expectativas de falhas eliminando modos de falha que passaram da primeira fase.
	Preditiva	Informa o início e monitora os processos de falhas progressivas que resultarão em quebras, podendo prever aumentos na probabilidade de quebra.
	Preventiva	Retorna a mortalidade infantil ao trocar exatamente os sobreviventes, os itens fortes que não têm falhas de origem e ainda não iniciaram o desgaste.
Desgaste, falhas progressivas	Emergência	Permite que as quebras que vão ocorrer realmente ocorram a um custo interno mais baixo do que a preventiva.
	Corretiva	Só será útil se for capaz de retardar ou o início da falha ou a quebra que realmente vai ocorrer.
	Preditiva	Monitora os processos progressivos de falhas já iniciados predizendo aumentos na probabilidade da quebra.
	Preventiva	Previne a emergência antecipando a troca à quebra que realmente vai ocorrer, porém a um custo interno mais alto do que a emergência.

Figura 9: Relações entre fases do ciclo de vida e estratégia de manutenções de equipamentos

Fonte: Próprio autor.

CAPÍTULO 4

4. Estudo de caso

Com intuito de obter uma melhor visualização no contexto da aplicação e desenvolvimento deste tema, será apresentado neste capítulo um estudo de caso que visa analisar os índices atuais dos equipamentos de produção que compõe uma linha que produz vacinas, como forma de estudar as causas e os modos de falhas com a finalidade de melhorar os índices de confiabilidade, manutenibilidade e, conseqüentemente, o aumento da taxa de disponibilidade, *performance* e qualidade.

Para apresentação, coleta destes dados e alcance do objetivo apresentado, será realizado levantamento “*in loco*” nas áreas envolvidas, com funcionários chaves e ou “*stakeholders*” envolvidos neste tema.

Antes de entrar neste foco, precisamos entender o porquê será utilizado o estudo de caso, qual é a metodologia ideal para realização do mesmo e quais são as características da empresa e da unidade produtiva onde será aplicado este trabalho.

4.1. Metodologia e planejamento de estudo de caso

Segundo Robert Yin (2001), o estudo de caso é apenas uma das muitas maneiras de se fazer pesquisa em ciências de um modo geral. Experimentos, levantamentos, pesquisas históricas e análise de informações em arquivos (como em estudos de economia) são alguns exemplos de outras maneiras de se realizar pesquisa. Cada estratégia apresenta vantagens e desvantagens próprias, dependendo basicamente de três condições:

- O tipo de questão da pesquisa;
- O controle que o pesquisador possui sobre os eventos comportamentais efetivos;
- O foco em fenômenos históricos, em oposição a fenômenos contemporâneos.

Em geral, os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Pode-se complementar esses estudos de casos com dois outros tipos: estudos "exploratórios" e "descritivos". Independentemente do tipo de

estudo de caso, os pesquisadores devem ter muito cuidado ao projetar e realizar estudos de casos a fim de superar as tradicionais críticas que se faz ao método. Estas críticas são classificadas por que:

Talvez a maior preocupação seja a falta de rigor da pesquisa de estudo de caso. Por muitas e muitas vezes, o pesquisador de estudo de caso foi negligente e permitiu que se aceitassem evidências equivocadas ou visões tendenciosas para influenciar o significado das descobertas e das conclusões. (ROBERT YIN, 2001, p. 28 e 29)

4.1.1. Definição do estudo de caso como estratégia de pesquisa

Segundo Robert Yin (2001), a investigação do estudo de caso:

- enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e, como resultado;
- baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo, e, como outro resultado;
- beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados.

O mesmo autor complementa dizendo que o estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange tudo com a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta de dados e à análise de dados. Nesse sentido, o estudo de caso não é nem uma tática para a coleta de dados nem meramente uma característica do planejamento em si, mas uma estratégia de pesquisa abrangente.

Devido a isto, a definição dada para a escolha do estudo de caso como estratégia de pesquisa, veio da decisão encontrada entre colocações conceituais nos livros de estratégia de pesquisa e a colocação do orientador deste trabalho. Robert Yin (2001) cita um trecho de Schramm (1971) que diz: “a essência de um estudo de caso, a principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, é que ela tenta esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados”.

4.1.2. Abordagem para projetar um estudo de caso

Robert Yin (2001) informa que cada tipo de pesquisa empírica possui um projeto de pesquisa implícito, se não explícito. No sentido mais elementar, o projeto é a sequência lógica que conecta os dados empíricos às questões de pesquisa iniciais do estudo e, em última análise, às suas conclusões. Coloquialmente, um projeto de pesquisa é um plano de ação para se sair daqui e chegar lá, onde aqui pode ser definido como o conjunto inicial de questões a serem respondidas, e lá é um conjunto de conclusões (respostas) sobre essas questões. Entre "aqui" e "lá" pode-se encontrar um grande número de etapas principais, incluindo a coleta e a análise de dados relevantes. Outra maneira de se pensar em um projeto de pesquisa é como um "esquema" de pesquisa, que trata de, pelo menos, quatro problemas: quais questões estudar, quais dados são relevantes, quais dados coletar e como analisar os resultados.

Para atingir esse objetivo, assim como ao projetar qualquer outro tipo de investigação que envolva pesquisa, é necessário um plano ou um projeto de pesquisa. O desenvolvimento desse projeto de pesquisa constitui uma parte difícil quando se realiza estudos de caso, conforme dito, será o método escolhido neste trabalho. Diferentemente de outras estratégias de pesquisa, ainda não se desenvolveu um "catálogo" abrangente de projetos de pesquisa para os estudos de caso, ou seja, cada um pode criar sua metodologia, desde que esteja dentro das condições pré-estabelecidas e da escolha correta do método de pesquisa x objetivo do trabalho.

Segundo Robert Yin (2001), uma cilada que deve ser evitada é acreditar que os projetos de estudo de caso sejam um subconjunto ou uma variante dos projetos de pesquisa utilizados para outras estratégias, como por exemplo, os experimentos. Durante muito tempo, os acadêmicos acreditaram, equivocadamente, que o estudo de caso era nada além de um tipo de projeto quase-experimental (um projeto somente de pós-teste único). Essa concepção errônea pode ser confirmada em um artigo sobre os projetos quase-experimentais. Segundo Cook e Campbell (1979), "...certamente, o estudo de caso como vem sendo normalmente realizado não deve ser rebaixado pela identificação com um projeto apenas de pós-teste de um único grupo".

4.2. Caracterização de unidade produtiva

Para aplicarmos e entendermos de maneira clara o projeto de pesquisa adotado será apresentado neste tópico onde será realizado o estudo de caso.

O Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos - Bio-Manguinhos é a Unidade da Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz responsável pelo desenvolvimento tecnológico e pela produção de vacinas, reativos e biofarmacos voltados para atender prioritariamente às demandas da saúde pública nacional e até internacional. O Complexo Tecnológico de Vacinas (CTV) do Instituto, um dos maiores e mais modernos centros de produção da América Latina, instalado no campus da Fiocruz, garante a autossuficiência em vacinas essenciais para o calendário básico de imunização do Ministério da Saúde (MS).

Fundado em 1976, Bio-Manguinhos tem atuação destacada no cenário internacional, não só pela exportação do excedente de sua produção para 71 países, através da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) e do UNICEF. Desde 2001, o Instituto é pré-qualificado junto à Organização Mundial da Saúde (OMS) para o fornecimento das vacinas febre amarela e mais recentemente, em 2008, para a vacina meningocócica AC para agências das Nações Unidas. As ações conjuntas não se restringem ao fornecimento de medicamentos para os programas de saúde internacionais, englobam intercâmbio de experiências e informações, eventos técnico-científicos, parcerias e cooperação.

As competências de Bio-Manguinhos vão além da produção de imunobiológicos. O investimento contínuo em desenvolvimento tecnológico e inovação são outras marcas do Instituto, assim como o domínio de tecnologias de ponta e avançados processos de produção. Parcerias com outras instituições garantem acordos de transferência de tecnologia e de desenvolvimento tecnológico, contribuindo para a evolução dos projetos do Instituto. O cumprimento dos requerimentos de Boas Práticas de Fabricação (BPF) assim como a certificação de qualidade de seus laboratórios, faz do Instituto um importante agente para a melhoria da saúde pública do país.

Com a crescente modernização de seu parque industrial, o número de vacinas entregue para o Programa Nacional de Imunizações (PNI) do MS aumenta anualmente. Em 2009, foram mais de 128,7 milhões de doses de vacinas entregues ao programa, mais de 7 milhões de reações para kits de diagnóstico e 8,1 milhões de frascos de biofarmacos produzidos. Tal produção garante à população brasileira acesso gratuito a produtos de alta tecnologia e permitem a redução dos gastos do Ministério da Saúde.

Para manter o nível de excelência, o investimento na ampliação e modernização da infraestrutura é constante. A readequação e expansão das áreas físicas são partes

integrantes do processo de inovação que se implementa em Bio-Manguinhos, assim como a aquisição e a manutenção de equipamentos.

O investimento se estende também à capacitação do seu corpo de trabalhadores, seja através do Mestrado Profissional em Tecnologia de Imunobiológicos (MPTI); do curso de especialização em Gestão Industrial de Imunobiológicos (MBBio), promovido em parceria com a COPPE/UFRJ; do Curso de Inspetores em Biossegurança; ou do Programa Anual de Treinamento. Além de conhecimento, o Instituto oferece qualidade de vida. Um programa voltado para o bem-estar físico e mental dos colaboradores disponibiliza 15 atividades que podem ser usufruídas na unidade.

Para que essa seja a atual realidade de Bio-Manguinhos, cerca de 1400 funcionários, dentre servidores públicos, terceirizados e bolsistas, trabalham no Instituto para mantê-lo como referência na área da saúde pública, desempenhando um papel estratégico para o Brasil. Sua posição destacada no mercado legitima suas ações e solidifica um futuro ainda mais promissor.

4.3. Desenvolvimento do estudo de caso

Com intuito de desenvolver as melhores condições de um estudo e por questões de otimização das análises apresentadas, este estudo se direcionará para somente uma linha de fabricação. Esta linha possui uma taxa de utilização relativamente alta devido à demanda dos seus clientes e é considerada por todos da equipe de produção e manutenção como importante dentro do sistema produtivo, pois somente ela envasa vacinas em ampolas. De posse dos dados levantados, dentro das técnicas estudadas, serão apresentadas propostas que podem ajudar na redução dos custos de produção e manutenção.

Conforme detalhado no capítulo introdutório, o referencial de análise será feito em uma linha composta por três equipamentos da marca Bosch. Esta linha possui uma atenção especial por parte da Manutenção por manter os técnicos mais experientes para realizar as manutenções devidas e também por parte da equipe de Produção por manter os operadores mais experientes a operá-la.

4.3.1. Histórico da linha Bosch ampolas

A linha Bosch ampolas é uma das linhas mais antigas do sistema produtivo da Unidade de Bio-Manguinhos. Ela foi adquirida e instalada no ano de 1996 e 1997, respectivamente, sem qualquer participação e acompanhamento da equipe de Manutenção. Este tipo de atitude vai ao contrário com a filosofia implementada pela Terotecnologia. Após a instalação ter sido feita pelos técnicos da Bosch, a linha começou a produzir, mas segundo os técnicos e operadores mais antigos, ela possuía uma produtividade baixa, devido ao tempo que se gastava para realizar as manutenções. Isto se dava pela falta de conhecimento dos técnicos e operadores dos equipamentos. Estes problemas não afetavam muito no que diz respeito ao atendimento a demanda dos clientes de Bio-Manguinhos na época, pois a linha funcionava com uma frequência de aproximadamente duas vezes por semana. Mesmo com esta baixa taxa de utilização, a equipe de manutenção não realizava manutenções preventivas, mas somente corretivas emergenciais que também não eram representativas, pois os equipamentos eram novos.

Com o passar dos anos, o crescimento populacional e industrial no Brasil e no mundo, forçou a Unidade de Bio-Manguinhos a aumentar a sua produtividade devido ao aumento desta demanda. Este crescimento também se deu pelo fato que a Unidade começou a se tornar uma indústria de referência para o Ministério Público no fornecimento de imunobiológicos. As epidemias, doenças, produção de novos testes e estudos para curas de novas doenças, contribuíram também para este crescimento.

Com este crescimento vertiginoso, a Bosch ampolas se tornou uma linha de extrema importância para atendimento desta demanda. Ela passou a produzir todos os dias, as vezes os sete dias da semana, diferentemente da produtividade do passado. O que isto começou a desencadear? O número muito alto de manutenção de emergências devido ao tempo de fadiga e desgastes dos equipamentos, pouco tempo para realizá-las, um backlog alto e com isso, uma pressão maior para com a equipe de Manutenção e Produção. Outro fator importante e razão deste estudo é que os custos começaram a aumentar com tempo de máquina parada, horas extras das equipes de Manutenção e Produção e dentre outros. Todos estes fatores somavam para o aumento dos custos produtivos.

4.3.2. Índices de eficácia da linha

Antes de apresentarmos o levantamento “in loco” realizado sobre a linha Bosch ampolas, precisamos compreender um histórico recente do crescimento da Unidade.

Apesar de a Instituição ser um órgão federal e não possuir fins lucrativos, o crescimento produtivo da Unidade de Bio-Manguinhos foi tão representativo que ela se viu na necessidade de melhorar seus índices produtivos para tentar atender a demanda de seus clientes nacional, internacional e se estender no mercado.

Com este conceito aprovado, o até então diretor e seus vices, observou a necessidade de comprar um *Software* ou *Enterprise Resource Planning* - ERP para tentar planejar os recursos industriais, controlar, demonstrar a realidade sustentada pela Unidade, principalmente do sistema produtivo para melhorar seus índices, mudando assim, todo o conceito anterior de Bio-Manguinhos. Para que todo o processo de escolha do *software* mais adequado e sua implementação fosse concluída foi criado um grupo de integração de sistemas, a fim de gerenciar este projeto. Este grupo foi assessorado por integrantes do Departamento de Engenharia e Manutenção e do Laboratório de Metrologia e Validação, com intuito de passar informações do dia a dia do trabalho e até mesmo informações técnicas de sistemas e equipamentos. O *Software* Engeman foi preparado, customizado e instalado no ano de 2007.

Com o passar do tempo, a equipe de Manutenção começou a receber as requisições de serviços para realizações de manutenções corretivas e inserir os dados no Engeman dos serviços realizados para que pudesse dispor de um histórico e mais tarde dos índices de eficácia e produtividade de cada equipamento e obter informações antes impossíveis. Infelizmente, segundo relatos dos profissionais da Manutenção, acontecia muito que os técnicos que ficam dentro do sistema produtivo, diferentemente de sua chefia, realizavam manutenções corretivas nos equipamentos de produção de vacinas sem possuir uma requisição aberta devido à urgência dos equipamentos em produzir. Com isso, os índices demonstrados pelo Engeman não era a realidade apresentada pelos equipamentos de produção. Esta quebra de paradigma foi sendo realizado com o tempo e melhorando neste aspecto.

Outro ponto importante a ser mencionado, é que o Engeman mesmo com a melhoria na alimentação e inserção dos dados técnicos, encontra-se com dificuldades em apresentar todas as planilhas referentes aos índices técnicos de cada equipamento. Esta dificuldade pode não está relacionada com a ineficiência na alimentação e muito menos na forma de manusear de seus programadores, mas na sua instalação podem ter havido problemas de comunicação entre as áreas. Este tópico está sendo estudado para ser sanado pelos profissionais responsáveis.

Em contra partida, a equipe de Produção juntamente com a Engenharia Industrial, resolveu preparar uma planilha no Excel para computar os dados de fabricação de cada linha ou equipamento do sistema produtivo para que se pudesse haver um rastreamento em números e serem apresentados à Diretoria. Esta planilha tem o intuito de apresentar a disponibilidade de cada linha ou equipamento e é preenchida pelo supervisor de cada área, através dos dados apresentados por seus operadores.

Para apresentar em números a eficácia global da linha Bosch ampolas, objeto deste estudo, foi realizado “in loco” um acompanhamento de três meses para que se pudesse observar o comportamento geral de operação, absorção de informações, as condições reais de manutenção da linha, tentar obter os índices reais da linha e oferecer um estudo detalhado com propostas de melhoria e conseqüentemente redução dos custos. Um ponto importante que deve ser ressaltado é que a linha é composta de três equipamentos interligados, ou seja, quando um pára, a linha toda pára também. Portanto, os dados coletados são referentes a linha completa e não de cada equipamento independente.

Segue abaixo uma planilha que apresenta de forma completa os dados gerais contendo os motivos das falhas o tempo de produção de manutenção, os percentuais e o OEE no período de estudo supracitado.

ENVASE BOSCH AMPOLAS		
EFICÁCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE) ACUMULADO	50,5%	
DATA	-	TOTAL
DIA DA SEMANA	-	
Cód Produto (VVA, BEB,)	-	
LOTE	-	TOTAL
Total Produzido (Contador)	UN	2.086.857
HORA DE INÍCIO DO TURNO	-	
HORA DE TÉRMINO DO PROCESSO	-	
TEMPO TOTAL DE PROCESSO	Minutos	15.238
VELOCIDADE GARGALO (F/MIN)	UN/MIN	XXXXXXXX
TEMPO TEÓRICO DISPONÍVEL PRODUÇÃO (A)	Minutos	22.140
TEMPO UTILIZADO ALÉM DO DISPONÍVEL (H EXTRA) (B)	Minutos	155

TEMPO APONTADO EM OUTRO LOTE / SEM PROGRAMAÇÃO (C)		Minutos	7.057
TEMPO TOTAL DISPONIVEL (ÚTIL) (A+B-C)		Minutos	15.238
TEMPO DE SET-UP + CLOSE-UP		TOTAL	4.115
			27%
PP010	SET-UP DE ENTRADA	Minutos	2.805
PP106	FORMULAÇÃO	Minutos	-
PP107	FORMULAÇÃO - AG. LIB. CONTROLE	Minutos	-
PP003	SET-UP TROCA DE LOTE	Minutos	-
PP004	LIMPEZA DE MÁQUINA (FINAL EXPEDIENTE) CLOSE-UP	Minutos	1.310
PP011	SET-UP TROCA DE PRODUTO	Minutos	-
TEMPO DE PARADAS		TOTAL	2.250
			15%
I004	ATRASSO NA FUMIGAÇÃO	Minutos	-
I101	TEMPERATURA DO TÚNEL BAIXA	Minutos	265
PP409	ESTERILIZAÇÃO DE MATERIAL	Minutos	-
PP406	RECUPERAÇÃO DA SALA LIMPA	Minutos	160
FE01	REUNIÃO/TREINAMENTO/PALESTRA	Minutos	-
FE02	FALTA UTILIDADES (AR COMPR., ÁGUA E ENERGIA)	Minutos	365
FE07	FALTA DE GÁS (OXIGÊNIO OU BUTANO)	Minutos	-
PP101	LIBERAÇÃO CONTROLE DE QUALIDADE	Minutos	80
PP100	CONTROLE DE VOLUME	Minutos	170
PP102	TROCA DE GARRAFÃO/BOLSA/DORNA	Minutos	-
PP105	DESMONTAGEM MATERIAL ENVASE	Minutos	800
PP407	CONTAGEM PARTÍCULAS FORA ESPECIFICAÇÃO	Minutos	30
PP408	AJUSTE CONTADOR DE PARTÍCULAS	Minutos	25
MP100	FRASCO/AMPOLA/BISNAGA NÃO-CONFORME	Minutos	-
M102	MANUTENÇÃO MECÂNICA LAVADORA	Minutos	-
M103	MANUTENÇÃO ELÉTRICA LAVADORA	Minutos	205
M104	MANUTENÇÃO SEM-FIM ENVASADORA	Minutos	-
M105	MANUTENÇÃO VIBRADOR DE ROLHAS	Minutos	-
M106	MANUTENÇÃO GUIAS DE ENTRADA ENVASADORA	Minutos	-
M100	MANUTENÇÃO MECÂNICA ENVASADORA	Minutos	95
M101	MANUTENÇÃO ELÉTRICA ENVASADORA	Minutos	-
M300	MANUTENÇÃO MECÂNICA RECRAVADORA	Minutos	-
M301	MANUTENÇÃO ELÉTRICA RECRAVADORA	Minutos	-
I003	FRASCO/AMPOLA TOMBADO/QUEBRADO	Minutos	-
I101	TEMPERATURA DO TÚNEL BAIXA	Minutos	10
AO101	AJUSTE OPERACIONAL - ENVASADORA	Minutos	25
AO103	AJUSTE OPERACIONAL - LAVADORA	Minutos	40

AO108	AJUSTE CORRENTE MOTOR	Minutos	-
AO109	AJUSTE VOLUME	Minutos	-
TEMPO EFETIVO DE PRODUÇÃO		TOTAL	8873
			24
TOTAL PRODUZIDO EM MINUTOS		Minutos	7.693
EFICIÊNCIA GERAL DO PROCESSO (OEE)		%	50,5%
Observações			
PEQUENAS PARADAS/VELOCIDADE		TOTAL	1.180
			8%

Observa-se que a linha obteve uma eficácia de 50,5% dentro do tempo de estudo. As perguntas mais importantes que devem ser feitas são:

- Esta eficácia está dentro das condições satisfatórias para a Unidade de Bio-Manguinhos?
- Será que não se pode melhorar este índice?
- A Unidade está deixando de vender vacinas por não conseguir produzir mais?

Estas perguntas foram realizadas para as seções chaves do qual foi obtido às seguintes respostas:

- A eficácia da linha está dentro dos padrões da Unidade, porém não existe uma meta a ser alcançada e estipulada pela alta gerência e Diretoria. Importante ressaltar é que não existe um padrão de OEE e sim o que é definido e satisfatório pela Indústria;
- Com relação à segunda pergunta com certeza a Unidade pode melhorar os índices de OEE. Podemos observar que se gasta muito tempo com set-up e close-up do equipamento;
- Segundo informações do PCP, o não atendimento de clientes não ocorre. Portanto, mesmo com a eficácia apresentada, a linha atende as demandas atuais da Unidade.

Importante ressaltar que este o percentual apresentado está vinculado a taxa de utilização da linha, ou seja, tempo planejado para produção, conforme apresentado na figura 7.

Como forma de ilustrar melhor os dados levantados “in loco” e apresentados acima, segue abaixo um gráfico demonstrando os percentuais de maneira sucinta.

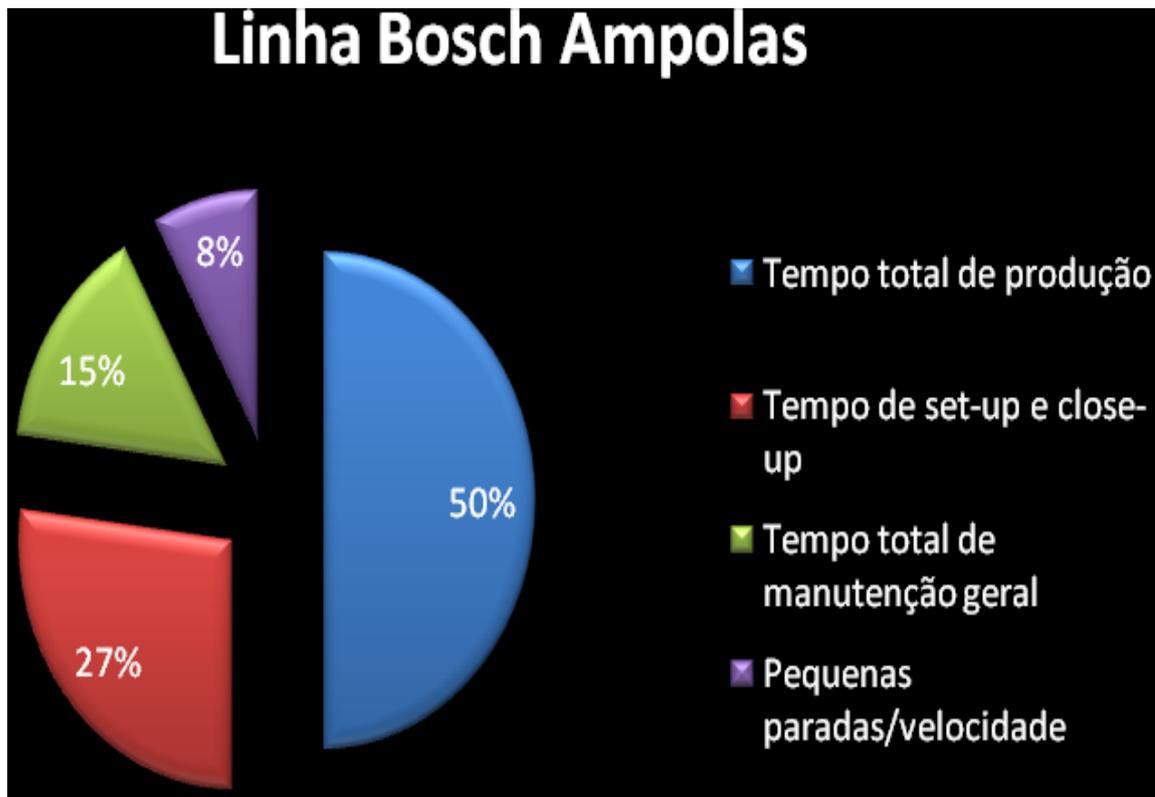


Figura 10: Gráfico de paradas da linha Bosch ampolas
 Fonte: Próprio autor.

4.4. Análises contextuais do estudo de caso

Conforme já fora dito, a linha de produção Bosch ampolas é uma linha importante dentro do sistema produtivo do Departamento de Processamento Final – DEPM. Por ser uma linha antiga e que já produz a aproximadamente 15 anos, vem apresentando um número alto de paradas para manutenções corretivas emergências devido a folgas, desgastes e troca de peças que chegaram no final de sua vida útil.

Segundo informações do chefe da Divisão de Manutenção responsável apenas pelas máquinas de produção de vacinas, os equipamentos mais importantes do sistema produtivo recebeu uma “reforma” aproximadamente a 3 anos atrás. Os índices destes equipamentos melhoraram, aumentando a disponibilidade dos equipamentos, inclusive a linha que estamos estudando. Este mesmo, em sua entrevista, deixa claro que hoje o número de manutenções e outros que impactam negativamente a produtividade dos

equipamentos é a falta de conhecimento técnico dos operadores dos equipamentos, gerando assim, muitas solicitações de manutenções do tipo: ajustagem ou pequenos ajustes. Isto se deve ao fato que os operadores não possuem conhecimentos sistêmicos e muito menos técnico dos equipamentos do qual operam para realizar simples intervenções. Para ilustrar esta situação, foi criado um raciocínio pelo Gestor da Manutenção do que realmente acontece, demonstrando, dentro do possível, o pior caso:

- 1- Um determinado equipamento parou por algum motivo e a equipe de produção liga para a equipe de Manutenção para solicitar a intervenção no equipamento. O técnico se desloca do prédio da manutenção que é fora do sistema de produção, gastando um tempo de aproximadamente 10 minutos. Um dado importante: nem sempre é o Supervisor da Produção que liga para solicitar este serviço e nem sempre é o Supervisor da Manutenção que recebe esta ligação. Muitas das vezes, este contato é feito de Operador para Técnico de Manutenção. Mas, o que isso pode acarretar? Serviços realizados sem a conscientização dos supervisores das duas áreas e o pior, serviço sem abertura de Requisições viam ENGEMAN, pois o supervisor de Produção é o interlocutor e responsável por esta atividade. Ou seja, o software de manutenção acaba não relatando os índices reais dos equipamentos por não está sendo alimentado de forma correta;
- 2- Supondo que o equipamento que falhou seja a envasadora de ampolas que fica situado em uma área limpa, ou seja, precisa-se de uma roupa especial para que o técnico possa entrar para realizar seu serviço, evitando assim qualquer tipo de contaminação. O tempo gasto normalmente nesta transição é de aproximadamente 15 minutos. Ao chegar diante do equipamento, o Técnico de Manutenção tentará definir o problema que está ocorrendo com o equipamento, que se chama ocorrência. Este tempo pode variar devido à causa do problema. Vamos supor que seja um problema simples de ajustagem, como a maioria (vide anexos), e que o técnico solucionou em apenas 5 minutos.
- 3- O equipamento está pronto para retornar ao trabalho. Mas, quanto tempo fora gasto para realizar este serviço? Somando os tempos tivemos um total de 30 minutos. Se o operador tivesse a capacidade técnica de realizar simples intervenções, somente seria gastos 5 minutos, tempo este que foi gasto pelo Técnico da Manutenção para executar este serviço;

- 4- Continuando com este raciocínio, vamos supor que esta linha Bosch ampolas produza 50 ampolas por minuto, ou seja, deixaríamos de produzir, aproximadamente 1500 ampolas somente com uma intervenção simples;
- 5- Para transformar este raciocínio em valores, vamos considerar que cada vacina custe R\$10,00. Teríamos uma perda de aproximadamente R\$ 15000,00, somente com 5 minutos de parada.

Com toda certeza, esta é uma situação hipotética em termos de dados e valores, mas no contexto é o que acontece no dia a dia do sistema produtivo estudado. Importante ressaltar que foi contabilizado no tempo, supondo que existia técnico disponível para realização deste serviço. Se não tivesse, este tempo e as perdas financeiras seriam maiores. O termo técnico chamado para esta carteira de espera do equipamento para receber manutenção é Backlog. Outra informação importante e que também fora comentado nas entrevistas foi à falta de treinamento adequado para ambos profissionais destes setores que são responsáveis pela produção. A falta deste conhecimento impacta diretamente da eficácia global dos equipamentos e consequentemente nos custos de produção.

Na entrevista com a Supervisora da Linha estudada, a mesma coloca que boa parcela deste alto índice de manutenção é proveniente da metodologia adotada pela equipe de Manutenção que realiza somente manutenções corretivas emergenciais e ou programadas. Com este relato, podemos observar que há uma alternância de uma área culpar a outra devido aos problemas que ocorrem na produção, mas em ambos os casos, cada Departamento também assumiu sua parcela de culpa. Outro dado importante neste estudo é que mesmo com estes problemas de perdas em geral, a linha consegue atender sua demanda planejada pelo PCP.

Questionamos o chefe da Divisão de Manutenção sobre o conceito do tipo de manutenção adotado por eles que era de somente realizar corretivas ao invés de prevenir ou tentar prever os problemas antes de sua eminência. Segundo o mesmo, ele já possuem os “check-list” das preventivas instaladas no ENGEMAN, mas dificilmente eles conseguem uma oportunidade de parar a produção do determinado equipamento devido à demanda de produção.

4.5. Propostas de melhorias

Observamos que existem diversos problemas de entendimento técnico entre as áreas responsáveis pela eficácia de produção de vacinas. Com certeza estes tipos de situações não ajudarão em nada a melhorar os índices dos equipamentos. Um sistema de produção é resultado da soma entre a operação e a manutenção, ou seja, se ambos não estiverem sintonizados, a produtividade final do equipamento ou linha cairá e pode ficar abaixo do esperado. Esta falta comunicação eficaz ocasiona também uma situação de extrema importância que fora relatado acima que é, não alimentar o Software de manutenção ENGEMAN conforme a realidade do dia a dia. Não possuindo uma alimentação correta deste software, o estudo dos modos de falhas, das causas raízes das ocorrências, confiabilidade, manutenibilidade, dentre outras informações técnicas, não serão informações que representam a realidade vivida por cada um dos equipamentos do sistema produtivo.

Não menos importante, criar metas de produtividade para cada equipamento também se faz necessário para se criar metodologias e quebrar paradigmas que existem, ou seja, mudar a maneira que sempre foi feito para uma melhor maneira, que proporcionará para cada equipamento, índices satisfatórios. Podemos observar o número elevado de paradas, principalmente com *Set-up* e *Close-up* dos equipamentos. Isso pode ser um reflexo de falta de conhecimento do equipamento por partes dos técnicos e operadores ou até mesmo incentivos para atingir as metas.

O treinamento dos profissionais, tanto do Departamento de Produção quanto no Departamento de Manutenção é uma situação necessária para diminuição dos custos e aumentar a *performance*, disponibilidade e qualidade de produção dos equipamentos. Grandes indústrias estão adotando a Manutenção Autônoma como metodologia para diminuir o tempo de máquina parada. Este tipo de manutenção requer que o operador do equipamento realize pequenas intervenções e limpeza, reduzindo assim, tempo de máquina parada por não ter que esperar o técnico de manutenção chegar até a mesma para realizar pequenos ajustes ou intervenções de um modo geral. Para que isto ocorra, os operadores precisam de treinamento e participar desde a concepção dos projetos para possuir conhecimento dos “seus” equipamentos.

Como proposta de melhoria, primeiramente o organograma poderia ser modificado com intuito de manter uma melhor comunicação entre as áreas de Produção e Manutenção. Atualmente, o Departamento de Processamento Final – DEPFI onde estão inseridos os funcionários da produção estão ligados a Vice-diretoria de Produção.

Já a equipe de Manutenção está inserida no Departamento de Engenharia e Manutenção – DEPEM que está ligada a Vice-diretoria de Gestão. Muitas empresas atualmente elaboram seus organogramas com estas duas equipes ligadas com o mesmo Gestor. Esta ação tem como objetivo melhorar a comunicação entre estas duas áreas de vital importância para o rendimento do sistema produtivo da empresa, ou seja, ajudar a melhorar os índices de produção de cada equipamento ou sistema. Neste caso, poderia criar uma Vice-diretoria Industrial inserindo também a Engenharia Industrial - ASEIND. Segue abaixo um exemplo de organograma conforme relato:

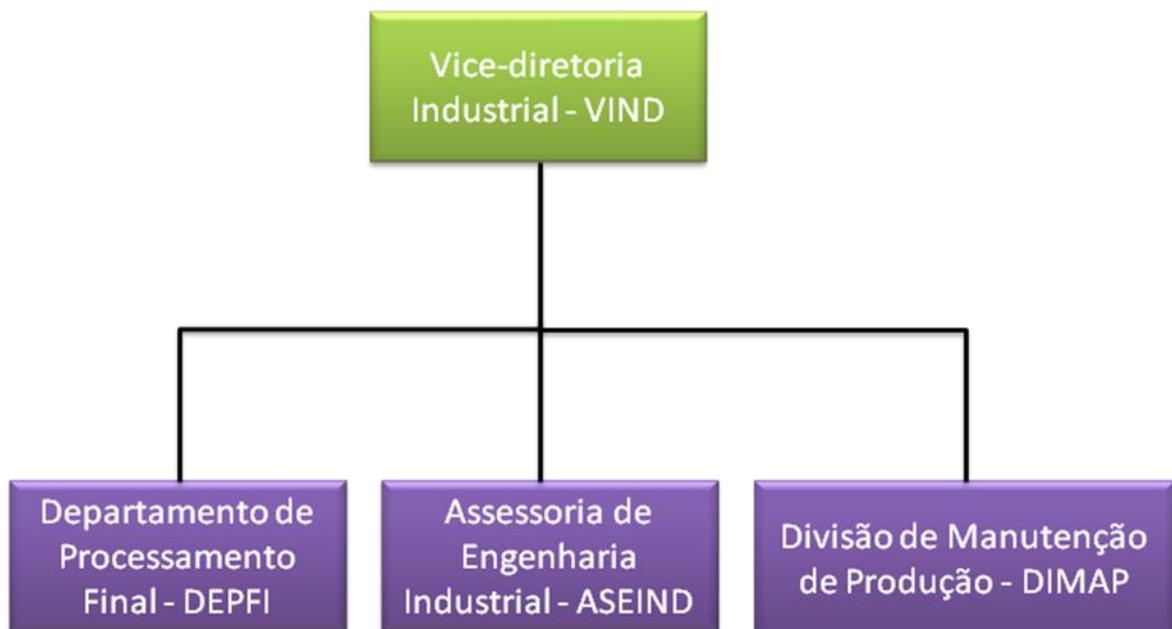


Figura 11: Organograma da Vice-diretoria Industrial
Fonte: Próprio autor.

Normalmente, este Vice-diretor Industrial deve possuir um perfil acentuado para área de Gestão e que venha de uma formação dentro da área de Engenharia. O intuito desta medida é que este profissional venha a atuar de forma direta focando os problemas interpessoais entre as áreas e proporcionar para estas equipes supracitadas uma união que poderá resultar em grandes desempenhos, tornando-os em verdadeiros times. Não que isto não possa acontecer da forma como está o organograma atualmente, ou seja, Manutenção separada da Produção, mas fica difícil porque cada Vice-diretor tem sua maneira de trabalhar e de definir seus critérios.

A partir desta mudança, pode-se focar em novas metodologias de análise dos equipamentos, desenvolver equipes de TPM para focar nas causas raízes dos problemas,

contratar novos profissionais para “alavancar” o conhecimento técnico, fazer com que os Técnicos de Manutenção e os Operadores participem dos projetos de compra de novos equipamentos desde sua concepção para que se tenha um melhor conhecimento do equipamento e facilitar assim, o trabalho de operação e da manutenção, como é previsto pela Terotecnologia. Estipular metas de rendimento dos equipamentos, melhorar a aplicação dos índices de OEE que prevê a disponibilidade, a *performance* e a qualidade dos produtos fabricados, conforme o item 3.1 deste trabalho. Enfim, existem algumas técnicas, como é apresentado neste trabalho, que podem proporcionar a um sistema produtivo mais confiável e disponível.

Obviamente, estas sugestões não significam que irão modificar para melhor o sistema produtivo da Unidade de Bio-Manguinhos, pois existem inúmeras variáveis que se não forem tratadas de forma correta, as positivas mudanças podem não surtir efeito. Esta mudança de paradigma ou cultural deve estar presente desde o Diretor até os Operadores de máquinas, para então melhorar a comunicação e os outros problemas que ocorrem devido a isto.

5. Conclusão

A Unidade de Bio-Manguinhos vem sofrendo grandes mudanças, principalmente nesta última década, com o aumento da demanda de produção, novos produtos, novos laboratórios e parcerias com outras empresas multinacionais. Por isso, o baixo custo e o aumento da produtividade são primordiais para este cenário atual de competitividade. A Terotecnologia é muito bem empregada em situações como esta encontrada em Bio-Manguinhos, de sempre buscar o crescimento e o desenvolvimento industrial.

Este trabalho foi todo pautado nos conceitos da Terotecnologia, que visa à busca da eficácia produtiva de cada equipamento. Esta técnica prevê que seus envolvidos, técnicos de manutenção e operadores, participem desde a concepção do projeto, para que os mesmos possam dispor de conhecimento dos “seus” equipamentos de responsabilidade. Conforme também fora citado, esta técnica não elimina totalmente as perdas e ocorrências que surgem ao longo das atividades de cada equipamento, mas minimiza, desde que a cultura industrial e o envolvimento da Produção e da Manutenção sejam plenos.

Outra ferramenta que nos possibilita diminuir os custos de produção e de manutenção é a Manutenção Centrada na Confiabilidade, o RCM. Esta técnica consiste em entender às principais fontes de falhas e antecipá-las na eminência de sua ocorrência, ou seja, a RCM atuará quando o equipamento entrar na linha de produção, desde suas primeiras horas de funcionamento até o seu descarte. Os conceitos impostos na criação da Terotecnologia prevêem uma atuação no projeto de concepção e no planejamento dos equipamentos, com intuito de minimizar as ocorrências e o tempo de paradas futuras até as horas que o equipamento sair da linha de produção. A inserção de técnicas para aumentar os índices de produção de cada equipamento é pertinente, dentro da Terotecnologia. Por isso, a RCM tem a função de diminuir ainda mais a quantidade de manutenção corretiva emergencial, buscando, assim, altos índices de disponibilidade dos equipamentos.

Para que estes conceitos sejam empregados, a capacidade técnica, tanto dos Técnicos de Manutenção quanto dos Operadores, é um fator muito importante para que isto ocorra de forma efetiva. Caso isto não seja pertinente, o gestor de cada equipe deve levantar nela a necessidade de treinamento e capacitação. Outro ponto importante é

propor plena mudança de filosofia e de comportamento de todos envolvidos com a Produção e a produtividade de cada equipamento.

A Eficácia Global dos Equipamentos, OEE, é um índice que nos possibilita estudar o comportamento de cada máquina de um sistema produtivo, demonstrando três fatores: a disponibilidade, ou seja, o tempo útil produzido pelo mesmo, dentro do tempo programado pelo PCP; a *performance*, que leva em consideração pequenas paradas, que podem ser realizadas pelos operadores (Manutenção Autônoma), e redução da velocidade ocasionada por defeitos inoportunos; a qualidade, que prevê a produtividade de cada equipamento, o retrabalho e os refugos existentes no dia a dia de produção. Este índice também precisa de uma mudança de filosofia de todos os *stakeholders* da produção. Caso isso não ocorra, os percentuais apresentados não indicarão a realidade de cada equipamento.

O estudo de caso apresentado foi um recorte da metodologia de pesquisa, qualitativa, que mais se encaixava com os conceitos apresentados pelo Robert Yin. A Unidade estudada foi escolhida por possuir uma necessidade produtiva em pleno desenvolvimento e características técnicas dentro do esperado.

Dentro destes parâmetros, foi definido que deveria se realizar, dentro de um período representativo, um estudo de caso em uma linha ou equipamento importante, possuindo uma taxa de utilização elevada e compondo o sistema produtivo, para se analisar as condições efetivas de sua produtividade, seus índices, tempos, qualidade, bem como outros fatores cabíveis. Portanto, foi analisada a linha Bosch ampolas, que possui as características apresentadas acima.

Após um estudo e acompanhamento de três meses, obtivemos os dados significativos. Do tempo total para produção desta linha, somente 50,5% foram efetivamente utilizados para produção, 15% de tempo total em manutenção em geral, 8% em perdas por velocidades e pequenas paradas e 27% deste tempo, gastos em *Set-up* e *Close-up*. Com este resultado, podemos concluir que possuímos muitas trocas de produtos ou falta de conhecimento por parte da operação para realizar este serviço.

De acordo com as entrevistas realizadas com chefes das áreas envolvidas, foi observado que a equipe da produção direciona a necessidade de melhoria para a equipe de manutenção, devido a sua metodologia ineficaz que realiza manutenções corretivas emergenciais, ou seja, utilização do “quebra-conserta”.

A manutenção, por sua vez, ratifica a postura da produção, relatando a falta de capacidade técnica necessária da outra equipe para contribuir, realizar pequenas intervenções e ter interesse no aumento da capacidade produtiva dos “seus” equipamentos.

Outro fator importante foi o fato que, mesmo com os índices de rendimento da linha estudada, a Fiocruz consegue atender toda a sua necessidade de produção, imposta pelo PCP.

Mediante estes fatores, foi apresentada uma proposta de melhoria que visa à criação de uma nova Vice-diretoria Industrial. Este profissional, oriundo da Engenharia e com perfil gerencial, deverá ter sob sua responsabilidade toda a equipe de Manutenção, Produção e, também, Engenharia Industrial, estabelecendo, assim, uma união, a definição de metas e de desafios para suas equipes. A mudança de cultura também deve ser foco para tornar os ganhos efetivos dentro dos padrões pré-estabelecidos.

A experiência da pesquisa nos possibilitou perceber o ganho de conhecimento das ferramentas apresentadas, do senso de pesquisa científica e da dificuldade em manter um sistema produtivo de forma efetiva como os pontos positivos a serem destacados. No âmbito acadêmico, este trabalho enfocou, em específico, a redução dos custos de produção, aplicando a técnica da Terotecnologia e suas teorias. Outras pesquisas podem dar seguimento ao escopo inicial. Deste modo, este estudo pode ser aprofundado, levantando, por exemplo, o nível de escolaridade dos operadores e técnicos de manutenção, que são envolvidos diretamente na produtividade de cada equipamento e, com isso, levantar a necessidade de treinamento para cada indivíduo, estudar conceitos de *layout* e reorganização da planta produtiva, pesquisar formas de diminuir a quantidade de troca de produtos para não minimizar o tempo com *Set-up* e *Close-up* junto ao PCP, levando em consideração os prazos de validade das vacinas no seu local de armazenamento.

Essa dinâmica sugerida na pesquisa em questão pode se aplicar a outras ferramentas, como por exemplo, as do Lean Manufacturing e six sigma. Estes aspectos podem ser levados em consideração como sendo uma nova forma de pesquisa que visa ao mesmo objetivo de baixar os custos de produção e manutenção.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, ocorreram alguns problemas que dificultaram o bom andamento das atividades. Como exemplo, pode-se citar a

dificuldade em encontrar tempo para realizar as entrevistas devido à ocupação de ambos e ainda das férias, da necessidade em coletar dados dos índices junto ao ERP com a contribuição de um programador e em entrar na área limpa/controlada para acompanhar o levantamento do estudo de caso. Cumpre ressaltar que o equipamento de envase da linha estudada fica situado nesta área, dentre outros de menor porte. Importante salientar a entrega para agrupar e compilar as informações que surgiam de várias fontes, formas e maneiras.

Após a finalização e a aprovação, o trabalho será entregue a Unidade de Bio-Manguinhos para que eles possam analisar e fazer suas ponderações, para saber se a proposta feita mediante o estudo desenvolvido será importante para a missão da empresa, para o sistema produtivo e, conseqüentemente, para a instituição. Com isso, a pesquisa cumprirá o seu papel social, conferindo acesso a novas informações e devolvendo à comunidade em questão os aspectos concernentes a melhoria da qualidade na produtividade.

Deve-se destacar, ao longo do desenvolvimento deste trabalho, o conhecimento, a capacidade que se obtém, devido à variabilidade de artigos, trabalhos, livros, dentre outros materiais existentes, que devem ser lidos para saber se podem ser aproveitados ou não. Outro ponto importante a ser citado é a possibilidade de proporcionar e de realizar um trabalho de pesquisa que, no final, poderá ajudar a atender e a estender aos povos mais sofridos, que talvez não receba uma imunização, devido à capacidade produtiva da Unidade de Bio-Manguinhos.

GLOSSÁRIO

Capabilidade ou capacidade de processo:

É o estudo que relaciona o quanto o equipamento é responsável pela variabilidade da característica que o processo produz. Neste caso, o estudo é feito minimizando as variáveis do processo de forma que a variabilidade encontrada deva-se exclusivamente para o equipamento.

Conceitos básicos de manutenção:

A maneira pela qual é feita a intervenção em equipamentos ou sistemas caracteriza os vários tipos de manutenções existentes.

- **Manutenção Corretiva** – é todo trabalho de manutenção realizada em equipamentos para sanar falhas e ou defeitos. A chamada manutenção corretiva emergencial é aquela que deve ser feita imediatamente, porque graves consequências poderão acontecer;
- **Manutenção Preventiva** – é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou quebra no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo;
- **Manutenção Preditiva** – é a atuação realizada com base em modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Alguns autores destacam que a preditiva é parte integrante da preventiva do qual se utiliza sempre com auxílio de um instrumento.

Confiabilidade:

É a probabilidade que um item ou equipamento funcione corretamente em condições esperadas durante um determinado período de tempo ou de ainda estar em condições de trabalho após um determinado período de funcionamento.

Por ser uma probabilidade, a confiabilidade é uma medida numérica que varia entre 0 e 1 (ou 0 e 100%) e está ligado diretamente com os índices de Tempo Médio Entre Falhas, que está explícito logo abaixo.

Defeito:

É a alteração das condições de um equipamento ou sistema de importância suficiente para que sua função normal, ou razoavelmente previsível, não seja satisfatória. Um defeito não torna a máquina indisponível, não é uma falha funcional, mas se não reparado ou se não corrigido levará o item à falha e a consequente indisponibilidade com perda da função.

Disponibilidade:

É a probabilidade de que um item possa estar disponível para utilização em um determinado momento ou durante um determinado período de tempo.

Este índice também pode ser considerado pela equipe de Produção e principalmente Manutenção, como sendo tão quanto importante como a Confiabilidade, pois com a informação de ambos, pode-se ter a eficácia dos equipamentos a serem medidos.

Engenharia de manutenção:

A Engenharia de Manutenção significa perseguir benchmarks, aplicar técnicas modernas na busca de altos índices e estar nivelado com os conceitos de manutenção do primeiro mundo.

Falha:

Perda da capacidade de um item para realizar sua função específica. Pode equivaler ao termo avaria. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente, ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo, onde o item deverá sofrer manutenção ou ser substituído. A falha leva o item ao estado de indisponibilidade.

Mantenabilidade:

É a probabilidade e a capacidade de restabelecer a um item ou a um sistema suas condições de funcionamento específicas, em limites de tempo desejados, quando a manutenção é conseguida nas condições e com meios prescritos. A mantenabilidade nos

demonstra na prática o tempo médio em que os técnicos levam para realizar as manutenções em um determinado equipamento ou sistema e está ligado diretamente com os índices de Tempo Médio Para Reparo, que está explícito logo abaixo.

Manutenção:

É um conjunto de ações para detectar, prevenir ou corrigir defeitos, falhas funcionais ou potenciais, com o objetivo de manter as condições operacionais e de segurança dos sistemas e equipamentos ou ativos.

Projeto:

Entende-se como um processo para se alcançar um resultado desejado, com características estabelecidas de desempenho e qualidade, através de um conjunto de atividades interconectadas desenvolvidas com recursos restritos em um período de tempo estipulado.

Tempo Médio Entre Falhas – TMEF:

É a média aritmética dos tempos existentes entre o fim de uma falha e o início de outra em equipamentos ou sistemas reparáveis. Esta probabilidade proporciona à Engenharia de Manutenção ter noção da confiabilidade de cada equipamento que compõe o sistema produtivo.

Tempo Médio Para Reparo – TMPR:

É a média aritmética dos tempos gastos de reparo de um equipamento ou sistema. Este índice tem o objetivo de apresentar para a Engenharia de Manutenção a facilidade ou não de realizar manutenções em cada equipamento. Quanto maior é a média, maior é a mantabilidade do equipamento, ou seja, mais difícil de executar manutenção no mesmo.

ANEXO I - ENTREVISTAS COM STAKEHOLDERS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – PEP
ENTREVISTA COM ENVOLVIDOS
ENTREVISTADO: PEDRO HENRIQUE
CARGO: CHEFE DA MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS
AUTOMÁTICAS

- 1- Em sua opinião quais os motivos, dentro de sua vivência na Manutenção, que geram um número representativo de manutenções corretivas nos equipamentos de produção?
Em primeiro lugar a política da empresa de não ser disponibilizar tempo hábil para ações preventivas resulta em alto índice de corretivas. Em segundo lugar a falta de capacitação dos operadores de máquinas. Por último, a dificuldade de obter peças originais devido à burocracia de aquisição e ao fato dos equipamentos serem de fabricação estrangeira.
- 2- A equipe de manutenção participa dos projetos de compra dos equipamentos desde sua concepção, ou seja, desde o seu início?
Na maioria das vezes, sim. Os equipamentos comprados sem a participação da Manutenção costuma apresentar problemas de instalação, de falta de sobressalentes.
- 3- De acordo com estudo feito na Bosch ampolas dentro do período analisado, verificamos que 27% do tempo programado para produção foi gasto com set-up e close-up. Em sua opinião quais são as causas mais importantes que elevam este fator?
Insumos de produção de baixa qualidade(especificação mal feita, falta de testes, armazenamento e manuseio mal executados, etc.), problemas logísticos(materiais não entregues ou entregues em atraso), falta de capacitação dos operadores e falta de supervisão adequada.
- 4- De acordo com o mesmo estudo supracitado, verificamos que 15% do tempo programado para produção foi gasto com manutenção em geral. Em sua opinião quais são as causas mais importantes que elevam este fator?
Mais de 50% dos serviços registrados como manutenção são, na verdade, ajustes e limpezas. São serviços que deveriam ser executados pelos operadores e que estes, por imperícia, desídia, falta de capacitação e falta de cobrança da sua supervisão, não executam.

- 5- Nesta pergunta, gostaria de deixá-lo livre para ponderações e comentários em geral sobre melhorias que em sua opinião podem influenciar positivamente na melhoria da eficácia global dos equipamentos do sistema produtivo.
- A principal e mais eficaz medida de melhoria seria a mudança da política de manutenção: a extinção da atual “quebra-conserta” e o fortalecimento das preventivas programadas;
 - O investimento em contratação de pessoal de Operação qualificado;
 - O investimento em capacitação;
 - A utilização do indicador OEE – Overall Equipment Efficiency;
 - A melhoria da cadeia logística.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – PEP
ENTREVISTA COM ENVOLVIDOS
ENTREVISTADO: REGINALDO ARAÚJO LIMA
CARGO: SUPERVISOR DE MANUTENÇÃO ELÉTRICA

- 1- Devido a sua longa experiência dentro da Fiocruz, você acha que a Unidade de Bio-Manguinhos deveria investir mais em treinamento para os Técnicos de Manutenção e Operadores? Por quê?

Resposta – Sim, como técnico tenho observado que diversos itens de manutenção não são verificados por falta de conhecimento do processo de funcionamento.

Quanto a operadores, verifico que são na maioria pessoas que não possuem nenhum conhecimento no equipamento que operam.

- 2- Quando um equipamento novo é instalado, posto para operar e produzir, seus técnicos são treinados de maneira plena para realizar as manutenções em menor tempo possível?

Resposta - não, o equipamento é instalado e posto para operar sem nenhum treinamento.

- 3- De acordo com estudo feito na Bosch ampolas dentro do período analisado, verificamos que 27% do tempo programado para produção foi gasto com set-up e close-up. Em sua opinião quais são as causas mais importantes que elevam este fator?

Resposta - em minha opinião, isto acontece por falta de planejamento da produção.

Muitas das vezes o produto que foi programado para produzir, é substituído por outro, causando nova troca de formato atrasando o processo produtivo.

- 4- De acordo com o mesmo estudo supracitado, verificamos que 15% do tempo programado para produção foi gasto com manutenção em geral. Em sua opinião quais são as causas mais importantes que elevam este fator?

Resposta – Falha de operação, os defeitos mais verificados são ajustes no equipamento que na verdade deveria ser executado por operadores.

- 5- Nesta pergunta, gostaria de deixá-lo livre para ponderações e comentários em geral sobre melhorias que em sua opinião podem influenciar positivamente na melhoria da eficácia global dos equipamentos do sistema produtivo.

Resposta – treinamento dos operadores e técnicos.

Melhorar a qualidade dos gestores e pessoal de planejamento de produção.

Agilidade nas compras de materiais de manutenção e insumos.

Melhorar o planejamento de compra de novos equipamentos.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – PEP
ENTREVISTA COM ENVOLVIDOS
ENTREVISTADO: JORGE CARNEIRO
CARGO: TÉCNICO EM MANUTENÇÃO

- 1- Devido a sua longa experiência dentro da Fiocruz, você acha que a Unidade de Bio-Manguinhos deveria investir mais em treinamento para os Técnicos de Manutenção e Operadores? Por quê?
Com certeza. Devido a complexidade de nossas atividades e quantidade de equipamentos diferenciados.
- 2- Quando um equipamento novo é instalado, posto para operar e produzir, os técnicos são treinados de maneira plena para realizar as manutenções em menor tempo possível?
Geralmente o treinamento é feito junto com o pessoal de produção e no máximo de 03 a 04 dias, tempo que não é o suficiente para tirar todas as dúvidas necessárias de um equipamento novo.
- 3- De acordo com estudo feito na Bosch ampolas dentro do período analisado, verificamos que 27% do tempo programado para produção foi gasto com set-up e close-up. Em sua opinião quais são as causas mais importantes que elevam este fator?
Matéria prima de péssima qualidade e operadores desqualificados.
- 4- De acordo com o mesmo estudo supracitado, verificamos que 15% do tempo programado para produção foi gasto com manutenção em geral. Em sua opinião quais são as causas mais importantes que elevam este fator?
Devido a imperícia dos operadores.
- 5- Nesta pergunta, gostaria de deixá-lo livre para ponderações e comentários em geral sobre melhorias que em sua opinião podem influenciar positivamente na melhoria da eficácia global dos equipamentos do sistema produtivo.
 - Treinamento dos técnicos de manutenção e produção adequados no momento de instalação da máquina, e disponibilidade de contato do técnico com o fabricante da máquina.
 - Principalmente uma melhoria dos insumos.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – PEP
ENTREVISTA COM ENVOLVIDOS
ENTREVISTADO: PATRÍCIA AGRA
CARGO: SUPERVISORA DE PRODUÇÃO

- 1- Há quanto tempo supervisiona a linha Bosch Ampolas?
Há 5 anos.

- 2- Em sua opinião quais os motivos, dentro de sua vivência na Produção, que geram um número representativo de manutenções corretivas nos equipamentos de produção?
Há aproximadamente cinco anos iniciamos um processo de contratação de pessoal com a especialização voltada para técnico e em mecânico e elétrico. Este processo nos ajudou bastante a minimizar as corretivas da máquina. Normalmente as corretivas ocorrem em cima de peças desgastadas e sem reposição devido a demora de aquisição de peças.

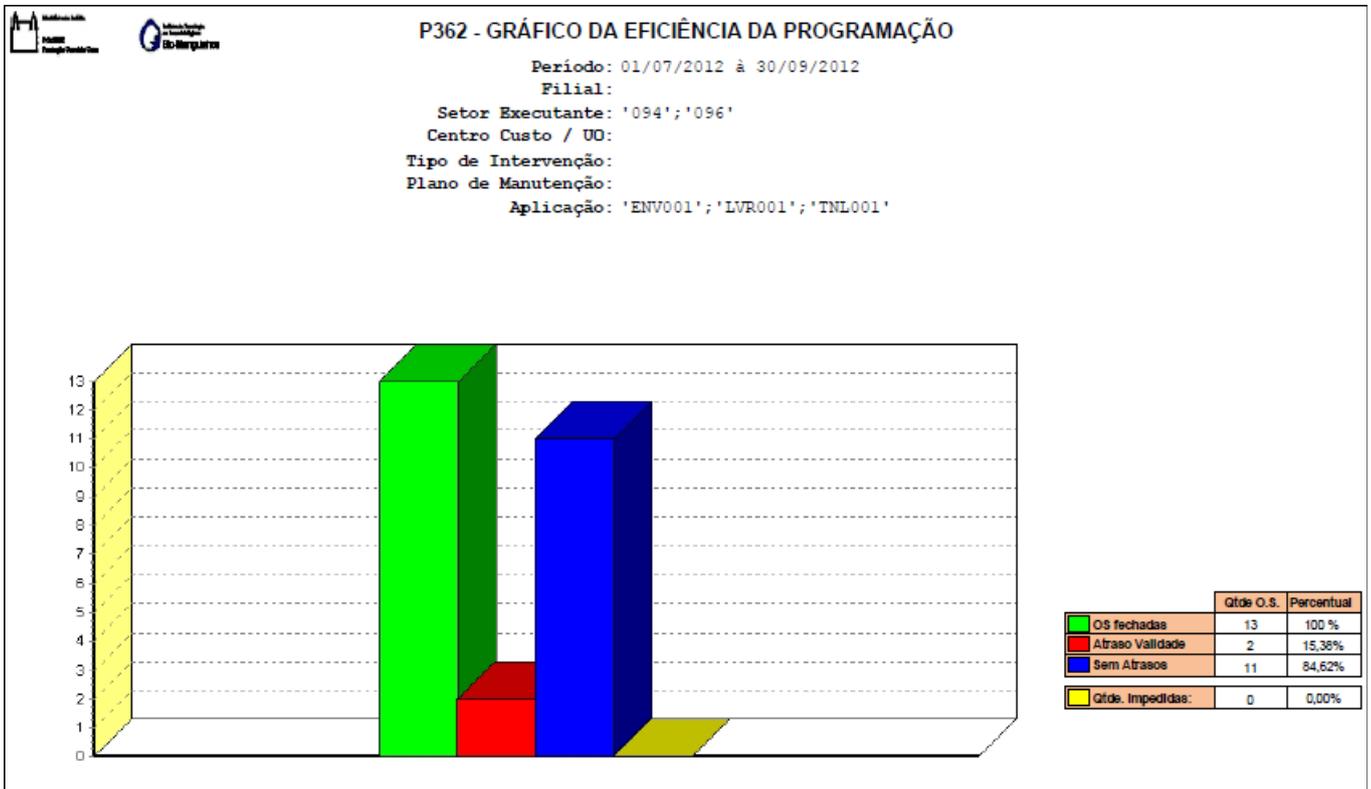
- 3- Você acha que a linha em questão precisa de algum tipo de trabalho por parte da Engenharia de Manutenção para melhor o seu índice? Ela atende a expectativa da Produção e da demanda enviada pelo PCP?
Toda linha sempre tem folga para ser trabalhada tanto por parte da manutenção como pela operação, pois devem trabalhar em conjunto.
Em um processo temos set up, close up e processo. Se houver disponibilidade de equipamento o mesmo deve ser estudado para aperfeiçoar o processo e assim ter um ganho em produtividade e desta forma diminuir a ociosidade do equipamento.
No caso da Bosch ampola já realizamos este trabalho em conjunto com a manutenção e por esse motivo os índices de produtividade melhoraram com diminuição de perdas de processo.
Quanto ao atendimento as demandas, ocorrem reuniões semanais a nível tático a fim de envolver atores do chão de fábrica e conscientizar do cumprimento da programação. Desta forma esta seção atende a demanda planejada por meio de negociações que ocorrem. Desta forma podemos entender que atende a expectativa da produção e da demanda enviada pelo PCP.

- 4- Em uma conversa informal você e os outros supervisores haviam dito que estava mudando o perfil dos operadores de máquina na hora da contratação. Esta medida foi para diminuir o tempo de máquina parada?
Na verdade foi um conjunto de ações. Minimizar tempo de máquina parada, melhor efetividade industrial, melhor operação.

5- Nesta pergunta, gostaria de deixá-la livre para ponderações e comentários em geral sobre melhorias que em sua opinião podem influenciar positivamente na melhoria da eficácia global dos equipamentos do sistema produtivo do DEPFI.

A manutenção preventiva com peças disponíveis (sem atrasos de aquisição) e num futuro a manutenção preditiva, fazendo acontecer e tendo a tempo e a hora peças disponíveis , compradas, com estoques sendo originais do fabricante seria uma sugestão para este processo.

ANEXO II - GRÁFICOS REFERENTE A LINHA BOSCH AMPOLAS - ENGEMAN





P316 - GRÁFICO DE AVALIAÇÕES DE INTERLOCUTORES

Versão:

Período: 01/07/2012 à 30/09/2012

Agrup. por Divisão ou Departamento:

Setor Executante: 'SEMCA'; 'SEELT'

Centro Custo / UO:

Tipo de Intervenção:

Plano de Manutenção:

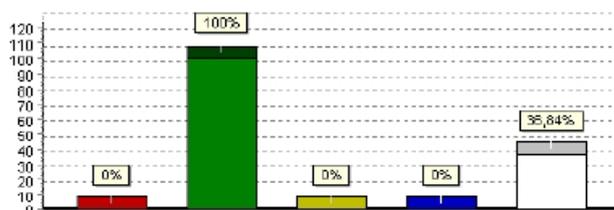
Aplicação: 'ENV001'; 'LVR001'; 'TNL001'

Interlocutor:

Identificador:

Avaliações O.S.

Percentual sobre as O.S.'s Avaliadas



	QTDE O.S	PERCENTUAL
Ótimo	0	0,00%
Bom	12	100,00%
Regular	0	0,00%
Insuficiente	0	0,00%
Não Avaliado	7	36,84%
Total OS's Avaliadas	12	63,16%
Total OS's Fechadas	19	100,00%

Nota Média: 3,00

AVALIAÇÕES

Nº da O.S.	Aplicação da Manutenção	Interlocutor	Avaliação	Justificativa
MCO000207348	LVR001-LAVADORA BOSCH AMPOLAS	000195-PATRICIA ALVARENGA AGRA	BOM	
MCO000208253	TNL001-TÚNEL DE DESPIROGENIZAÇÃO BOSCH AMPOLAS/LVR001	000333-CLEYTON CARLOS	BOM	
MCO000209075	ENV001-ENVASADORA BOSCH	000425-ANTÔNIO LÚCIO VENTURA	BOM	



P406 - Gráfico de Ordens de Serviços Geradas - DEPEM

Período: 01/07/2012 à 30/09/2012

Setor Executante: 'SEMCA'; 'SEELT'

Centro Custo / UO:

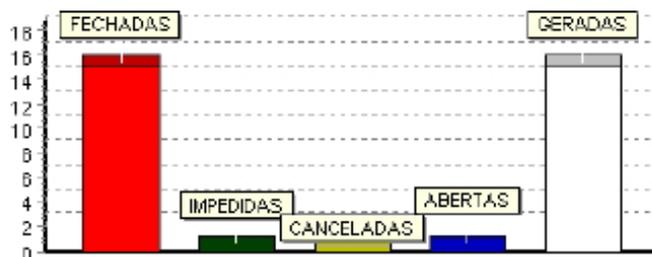
Cargo:

Tipo de Intervenção:

Plano de Manutenção:

Aplicação: 'ENV001'; 'LVR001'; 'TNL001'

Ordens de Serviço no Período



	QTDE O.S	PERCENTUAL
Fechadas	15	100,00%
Impedidas	0	0,00%
Canceladas	0	0,00%
Abertas	0	0,00%
Geradas	15	100,00%

MOTIVOS DE IMPEDIMENTO

Motivo de Impedimento	Quantidade O.S.	Percentual
Impedidas por Falta de Material	0	0,00%
Impedidas por não Liberação	0	0,00%
Impedidas por Serviços de Terceiros	0	0,00%

MOTIVOS DE CANCELAMENTO

Motivo de Cancelamento	Quantidade O.S.	Percentual
		Não posso

ANEXO III - ANÁLISE DE SERVIÇOS REALIZADOS - ENGEMAN

Seguem listagem retirada do Software de manutenção ENGEMAN, do qual demonstra os tipos de serviços realizados pelos Técnicos de Manutenção.

Análise de Serviços Realizados

☐ Análise de serviços realizados no período de 01/01/2013 a 08/03/2013

☐ Encontrados 129 registros de serviço com os filtros informados

☐ Principais aplicações (O.S.) (127 registro(s))

☐ LIOFILIZADOR II (8 registro(s))

☐ Principais ocorrências (7 registro(s))

▶ NÍVEL BAIXO (4 registro(s))

▶ BAIXA PRESSÃO (1 registro(s))

▶ ENTUPIMENTO (1 registro(s))

▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))

☐ Principais causas (7 registro(s))

▶ NÍVEL BAIXO (3 registro(s))

▶ BAIXA PRESSÃO DE GAS (2 registro(s))

▶ BAIXO VÁCUO (1 registro(s))

▶ FALHA (1 registro(s))

☐ Principais serviços (7 registro(s))

▶ COMPLETADO (5 registro(s))

▶ TROCA DE FILTROS (1 registro(s))

▶ TROCA (1 registro(s))

☐ BLISTERADORA BOSCH (8 registro(s))

☐ Principais ocorrências (8 registro(s))

▶ MAU FUNCIONAMENTO (4 registro(s))

▶ CORTE (2 registro(s))

▶ PARADO (1 registro(s))

▶ SUBTEMPERATURA (1 registro(s))

☐ Principais causas (8 registro(s))

▶ DESAJUSTE (3 registro(s))

▶ DESARME (1 registro(s))

▶ DESREGULAGEM (1 registro(s))

▶ MAT. INADEQUADO (1 registro(s))

▶ TRAVAMENTO (1 registro(s))

▶ CONSUMO NATURAL (1 registro(s))

☐ Principais serviços (8 registro(s))

▶ AJUSTADO (3 registro(s))

▶ REARMADO (1 registro(s))

▶ REGULADO (1 registro(s))

▶ REPARADO (1 registro(s))

▶ TROCA (1 registro(s))

▶ ADAPTADO (1 registro(s))

☐ LIOFILIZADOR III (7 registro(s))

☐ Principais ocorrências (7 registro(s))

▶ VAZAMENTO (4 registro(s))

▶ ENTUPIMENTO (2 registro(s))

▶ BAIXA TEMPERATURA (1 registro(s))

☐ Principais causas (7 registro(s))

▶ VAZAMENTO (2 registro(s))

▶ BAIXA PRESSÃO (1 registro(s))

▶ ENTUPIMENTO (1 registro(s))

▶ INCRUSTAÇÃO (1 registro(s))

▶ SUJEIRA (1 registro(s))

▶ TRAVAMENTO (1 registro(s))

☐ Principais serviços (7 registro(s))

▶ TROCA (3 registro(s))

▶ COMPLETADO (1 registro(s))

▶ REPARADO (1 registro(s))

▶ VEDADO (1 registro(s))

▶ TROCA DE FILTROS (1 registro(s))

☐ REGRAVADORA BOSCH (7 registro(s))

☐ Principais ocorrências (7 registro(s))

Análise de Serviços Realizados

- ▶ MAU FUNCIONAMENTO (3 registro(s))
- ▶ VIBRAÇÃO (2 registro(s))
- ▶ PARADO (1 registro(s))
- ▶ FORA DE PADRÃO (1 registro(s))
- ▢ Principais causas (7 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (2 registro(s))
 - ▶ FORA DE POSIÇÃO (2 registro(s))
 - ▶ FALHA (1 registro(s))
 - ▶ MÁ FIXAÇÃO (1 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
- ▢ Principais serviços (7 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (2 registro(s))
 - ▶ RECOLOCADO (2 registro(s))
 - ▶ DRENADO (1 registro(s))
 - ▶ FIXADO (1 registro(s))
 - ▶ VERIFICADO (1 registro(s))
- ▢ LAVADORA BOSCH FRASCOS (6 registro(s))
 - ▢ Principais ocorrências (5 registro(s))
 - ▶ TEMPO OPERAÇÃO (2 registro(s))
 - ▶ FORA DE PONTO (1 registro(s))
 - ▶ ROMPIMENTO (1 registro(s))
 - ▶ ENTUPIMENTO (1 registro(s))
 - ▢ Principais causas (5 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (3 registro(s))
 - ▶ ENTUPIMENTO (1 registro(s))
 - ▶ DESGASTE (1 registro(s))
 - ▢ Principais serviços (5 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (3 registro(s))
 - ▶ DESENTUPIR (1 registro(s))
 - ▶ TROCA (1 registro(s))
- ▢ ENVASADORA KT FRASCOS (6 registro(s))
 - ▢ Principais ocorrências (5 registro(s))
 - ▶ FOLGA (1 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
 - ▶ SUJEIRA (1 registro(s))
 - ▶ TEMPO OPERAÇÃO (1 registro(s))
 - ▶ PRENDENDO (1 registro(s))
 - ▢ Principais causas (5 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (3 registro(s))
 - ▶ SUJEIRA (1 registro(s))
 - ▶ NÃO IDENTIFICADA (1 registro(s))
 - ▢ Principais serviços (5 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (3 registro(s))
 - ▶ LIMPEZA (1 registro(s))
 - ▶ VERIFICADO (1 registro(s))
- ▢ LIOFILIZADOR IV (5 registro(s))
 - ▢ Principais ocorrências (5 registro(s))
 - ▶ VAZAMENTO (2 registro(s))
 - ▶ PARADO (1 registro(s))
 - ▶ BAIXA PRESSÃO (1 registro(s))
 - ▶ NÍVEL BAIXO (1 registro(s))
 - ▢ Principais causas (5 registro(s))
 - ▶ BAIXO VÁCUO (1 registro(s))
 - ▶ VAZAMENTO (1 registro(s))
 - ▶ DEFEITO (1 registro(s))
 - ▶ NÍVEL BAIXO (1 registro(s))
 - ▶ BAIXA PRESSÃO DE GAS (1 registro(s))
 - ▢ Principais serviços (5 registro(s))

Análise de Serviços Realizados

- ▶ COMPLETADO (3 registro(s))
- ▶ VEDADO (1 registro(s))
- ▶ TROCA (1 registro(s))
- ▶ RECRAVADORA B+S (5 registro(s))
 - ▶ Principais ocorrências (5 registro(s))
 - ▶ NÃO LIGA (2 registro(s))
 - ▶ QUEDA (1 registro(s))
 - ▶ MÁ REGRAVAÇÃO (1 registro(s))
 - ▶ QUEBRA (1 registro(s))
 - ▶ Principais causas (5 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (2 registro(s))
 - ▶ DESREGULAGEM (1 registro(s))
 - ▶ OXIDAÇÃO (1 registro(s))
 - ▶ CONSUMO NATURAL (1 registro(s))
 - ▶ Principais serviços (5 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (2 registro(s))
 - ▶ LIMPEZA (1 registro(s))
 - ▶ REGULADO (1 registro(s))
 - ▶ TROCA (1 registro(s))
- ▶ GERADOR DE ÁGUA PURIFICADA - DEPFI (5 registro(s))
 - ▶ Principais ocorrências (5 registro(s))
 - ▶ VAZAMENTO (4 registro(s))
 - ▶ UMIDADE (1 registro(s))
 - ▶ Principais causas (5 registro(s))
 - ▶ VAZAMENTO (4 registro(s))
 - ▶ DESGASTE (1 registro(s))
 - ▶ Principais serviços (5 registro(s))
 - ▶ TROCA (3 registro(s))
 - ▶ REAPERTADO (1 registro(s))
 - ▶ VEDADO (1 registro(s))
- ▶ SELADORA B+C (LINHA BOSCH) (4 registro(s))
 - ▶ Principais ocorrências (4 registro(s))
 - ▶ DANIFICAÇÃO (2 registro(s))
 - ▶ DUPLICAÇÃO DE SELO (2 registro(s))
 - ▶ Principais causas (4 registro(s))
 - ▶ DESGASTE (2 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (2 registro(s))
 - ▶ Principais serviços (4 registro(s))
 - ▶ TROCA (2 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (2 registro(s))
- ▶ LIOFILIZADOR V (4 registro(s))
 - ▶ Principais ocorrências (4 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (3 registro(s))
 - ▶ NÍVEL BAIXO (1 registro(s))
 - ▶ Principais causas (4 registro(s))
 - ▶ INCRUSTAÇÃO (1 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
 - ▶ FALHA (1 registro(s))
 - ▶ DESCALIBRADO (1 registro(s))
 - ▶ Principais serviços (4 registro(s))
 - ▶ TROCA (3 registro(s))
 - ▶ RETIRADO (1 registro(s))
- ▶ FERMENTADOR/CPAB (4 registro(s))
 - ▶ Principais ocorrências (4 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (2 registro(s))
 - ▶ VAZAMENTO (1 registro(s))
 - ▶ EMPERRAMENTO (1 registro(s))
 - ▶ Principais causas (4 registro(s))

Análise de Serviços Realizados

- ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
- ▶ SUJEIRA (1 registro(s))
- ▶ VAZAMENTO (1 registro(s))
- ▶ DEFEITO (1 registro(s))
- ▣ ✂ Principais serviços (4 registro(s))
 - ▶ TROCA (2 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (1 registro(s))
 - ▶ VEDADO (1 registro(s))
- ▣ ▶ ENCARTUCHADORA BOSCH (3 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais ocorrências (3 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
 - ▶ TEMPO OPERAÇÃO (1 registro(s))
 - ▶ AMASSADO (1 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais causas (3 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
 - ▶ FORA DE POSIÇÃO (1 registro(s))
 - ▶ NÃO IDENTIFICADA (1 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais serviços (3 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (2 registro(s))
 - ▶ VERIFICADO (1 registro(s))
- ▣ ▶ LIOFILIZADOR I (3 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais ocorrências (3 registro(s))
 - ▶ NÍVEL BAIXO (2 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais causas (3 registro(s))
 - ▶ NÍVEL BAIXO (2 registro(s))
 - ▶ FALHA (1 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais serviços (3 registro(s))
 - ▶ COMPLETADO (2 registro(s))
 - ▶ TROCA (1 registro(s))
- ▣ ▶ ENVASADORA COTUPLAS BSNAGAS (3 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais ocorrências (3 registro(s))
 - ▶ FORA DE PADRÃO (1 registro(s))
 - ▶ MÁ FIXAÇÃO (1 registro(s))
 - ▶ TRAVAMENTO (1 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais causas (3 registro(s))
 - ▶ DESALINHAMENTO (1 registro(s))
 - ▶ FORA DE PADRÃO (1 registro(s))
 - ▶ FORA DE POSIÇÃO (1 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais serviços (3 registro(s))
 - ▶ ALINHADO (1 registro(s))
 - ▶ FIXADO (1 registro(s))
 - ▶ MONTAGEM (1 registro(s))
- ▣ ▶ TÚNEL DE DESPIROGENIZAÇÃO B+S FRASCOS/LVR003 (3 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais ocorrências (3 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
 - ▶ BAIXA TEMPERATURA (1 registro(s))
 - ▶ SUBTEMPERATURA (1 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais causas (3 registro(s))
 - ▶ DESGASTE (1 registro(s))
 - ▶ ATRITO (1 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais serviços (3 registro(s))
 - ▶ TROCA (1 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (1 registro(s))
 - ▶ VERIFICADO (1 registro(s))
- ▣ ▶ TÚNEL DE DESPIROGENIZAÇÃO GILOWY FRASCOS (2 registro(s))
 - ▣ ✂ Principais ocorrências (1 registro(s))

Análise de Serviços Realizados

- ▶ ROMPIMENTO (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (1 registro(s))
- ▶ DESGASTE (1 registro(s))
- ▶ Principais serviços (1 registro(s))
- ▶ TROCA (1 registro(s))
- ▶ SELADORA B+C (LINHA DA FABRIMA) (2 registro(s))
- ▶ Principais ocorrências (2 registro(s))
- ▶ TRAVAMENTO (1 registro(s))
- ▶ DUPLICAÇÃO DE SELO (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (2 registro(s))
- ▶ DESAJUSTE (2 registro(s))
- ▶ Principais serviços (2 registro(s))
- ▶ AJUSTADO (2 registro(s))
- ▶ GERADOR DE AGUA PURIFICADA - DEBAC (2 registro(s))
- ▶ Principais ocorrências (2 registro(s))
- ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
- ▶ NÃO LIGA (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (2 registro(s))
- ▶ AFROUXAMENTO (1 registro(s))
- ▶ CONFLITO DE PARÂMETROS (1 registro(s))
- ▶ Principais serviços (2 registro(s))
- ▶ REAPERTADO (1 registro(s))
- ▶ PARAMETRIZAÇÃO (1 registro(s))
- ▶ LAVADORA GILDWY FRASCOS (2 registro(s))
- ▶ Principais ocorrências (2 registro(s))
- ▶ SOBRETENPERATURA (2 registro(s))
- ▶ Principais causas (2 registro(s))
- ▶ DEFEITO (2 registro(s))
- ▶ Principais serviços (2 registro(s))
- ▶ VERIFICADO (1 registro(s))
- ▶ PARAMETRIZAÇÃO (1 registro(s))
- ▶ LAVADORA GETINGE/DEQUA/DISEC/SEPRM/SL C21 (2 registro(s))
- ▶ Principais ocorrências (2 registro(s))
- ▶ FALHA (1 registro(s))
- ▶ VAZAMENTO (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (2 registro(s))
- ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
- ▶ DEFEITO (1 registro(s))
- ▶ Principais serviços (2 registro(s))
- ▶ AJUSTADO (1 registro(s))
- ▶ VERIFICADO (1 registro(s))
- ▶ SELADORA (LINHA CAM) (2 registro(s))
- ▶ Principais ocorrências (2 registro(s))
- ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
- ▶ DUPLICAÇÃO DE SELO (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (2 registro(s))
- ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
- ▶ FORA DE POSIÇÃO (1 registro(s))
- ▶ Principais serviços (2 registro(s))
- ▶ AJUSTADO (1 registro(s))
- ▶ RECOLOCADO (1 registro(s))
- ▶ ENCARTUCHADORA (LINHA CAM) (2 registro(s))
- ▶ Principais ocorrências (2 registro(s))
- ▶ QUEBRA (1 registro(s))
- ▶ FALHA (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (2 registro(s))
- ▶ QUEBRA (1 registro(s))
- ▶ FORA DE POSIÇÃO (1 registro(s))

Análise de Serviços Realizados

- ▢ ✂ Principais serviços (2 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (1 registro(s))
 - ▶ RECUPERADO (1 registro(s))
- ▢ ▶ LINHA DE ENVASE BOSCH FRASCOS (2 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
 - ▢ ✂ Principais serviços (1 registro(s))
 - ▶ VERIFICADO (1 registro(s))
- ▢ ▶ REVISORA DE DILUENTES EISAI NOVA (2 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ OPER. INTERMITENTE (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
 - ▢ ✂ Principais serviços (1 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (1 registro(s))
- ▢ ▶ REVISORA DE DILUENTES EISAI ANTIGA (2 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais ocorrências (2 registro(s))
 - ▶ OPER. INTERMITENTE (1 registro(s))
 - ▶ SUBTENSÃO (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais causas (2 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (2 registro(s))
 - ▢ ✂ Principais serviços (2 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (2 registro(s))
- ▢ ▶ REVISORA DE VACINAS BREVETTI (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ QUEIMA (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ QUEIMA (1 registro(s))
 - ▢ ✂ Principais serviços (1 registro(s))
 - ▶ TROCA (1 registro(s))
- ▢ ▶ REVISORA DE DILUENTES NIKKA (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ SUBTENSÃO (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
 - ▢ ✂ Principais serviços (1 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (1 registro(s))
- ▢ ▶ LAVADORA BOSCH AMPOLAS (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais ocorrências (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
 - ▢ 🛠 Principais causas (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
 - ▢ ✂ Principais serviços (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
- ▢ ▶ ENVASADORA BOSCH AMPOLAS (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
 - ▢ ✂ Principais serviços (1 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (1 registro(s))
- ▢ ▶ BLISTERADORA FABRIMA (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ TRAVAMENTO (1 registro(s))
 - ▢ 🛠 Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))

Análise de Serviços Realizados

- ▣ ▶ DESTILADOR B DEPFI (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ DESGASTE (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais serviços (1 registro(s))
 - ▶ TROCA (1 registro(s))
- ▣ ▶ FERMENTADOR/PRO-2ºAND (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais ocorrências (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
 - ▣ ▶ Principais causas (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
 - ▣ ▶ Principais serviços (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
- ▣ ▶ GERADOR DE VAPOR PURO - DEBAC (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais ocorrências (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
 - ▣ ▶ Principais causas (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
 - ▣ ▶ Principais serviços (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
- ▣ ▶ GERADOR DE VAPOR PURO - DEBAC (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais ocorrências (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
 - ▣ ▶ Principais causas (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
 - ▣ ▶ Principais serviços (0 registro(s))
 - ⊘ N/A
- ▣ ▶ GERADOR DE VAPOR PURO - CPAV (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ SUJEIRA (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ SUJEIRA (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais serviços (1 registro(s))
 - ▶ LIMPEZA (1 registro(s))
- ▣ ▶ GERADOR DE VAPOR PURO - CPAV (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ SUJEIRA (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ SUJEIRA (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais serviços (1 registro(s))
 - ▶ LIMPEZA (1 registro(s))
- ▣ ▶ ABRANDADOR CTA (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ AR NO SISTEMA (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ SUJEIRA (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais serviços (1 registro(s))
 - ▶ LIMPEZA (1 registro(s))
- ▣ ▶ ENVASADORA FLEXICON (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais ocorrências (1 registro(s))
 - ▶ SUJEIRA (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais causas (1 registro(s))
 - ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais serviços (1 registro(s))
 - ▶ AJUSTADO (1 registro(s))
- ▣ ▶ EMBALADORA CAM (1 registro(s))
 - ▣ ▶ Principais ocorrências (1 registro(s))

Análise de Serviços Realizados

- ▶ QUEBRA (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (1 registro(s))
- ▶ PARAFUSO FROUXO (1 registro(s))
- ▶ Principais serviços (1 registro(s))
- ▶ TROCADO (1 registro(s))
- ▶ SELADORA/DIAFE (1 registro(s))
- ▶ Principais ocorrências (1 registro(s))
- ▶ SUBTEMPERATURA (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (1 registro(s))
- ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
- ▶ Principais serviços (1 registro(s))
- ▶ AJUSTADO (1 registro(s))
- ▶ LAVADORA GETINGE/DEQUA/DISEC/SEPRM/SL C21 (1 registro(s))
- ▶ Principais ocorrências (1 registro(s))
- ▶ PARADO (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (1 registro(s))
- ▶ DESGASTE (1 registro(s))
- ▶ Principais serviços (1 registro(s))
- ▶ VERIFICADO (1 registro(s))
- ▶ ENVASADORA BOSCH FRASCOS (1 registro(s))
- ▶ Principais ocorrências (1 registro(s))
- ▶ QUEDA (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (1 registro(s))
- ▶ EMPENADO (1 registro(s))
- ▶ Principais serviços (1 registro(s))
- ▶ TROCA (1 registro(s))
- ▶ ENVASADORA B+S FRASCOS (1 registro(s))
- ▶ Principais ocorrências (1 registro(s))
- ▶ MAU FUNCIONAMENTO (1 registro(s))
- ▶ Principais causas (1 registro(s))
- ▶ DESAJUSTE (1 registro(s))
- ▶ Principais serviços (1 registro(s))
- ▶ TROCA (1 registro(s))

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AHLMANN, H.; **Maintenance effectiveness and economic models in the terotechnology concept**; Maintenance Management International; vol. 4, pp. 131-139; 1984;
- [2] Al-Najjar, B.; **The Lack of Maintenance and not Maintenance which Costs: A Model to Describe and Quantify the Impact of Vibration-based Maintenance on Company's Business**; PhD thesis; Department of Industrial Engineering; Lund University; Lund; 1997;
- [3] Alsyouf, I.; **The role of maintenance in improving companies productivity and profitability**; PhD thesis; International Journal of Production Economics; Department of Terotechnology; 2006.
- [4] BARROS FILHO, Adail; **Utilização de Ferramentas de Confiabilidade em um Ambiente de Manufatura de Classe Mundial**; Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas; 2003;
- [5] BRANCO FILHO, Gil; **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**, 1 ed.; Rio de Janeiro; Ciência Moderna; 2008;
- [6] BRANCO FILHO, Gil; **Dicionário de termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**; 1 ed. Rio de Janeiro; Ceman; 1996;
- [7] CHIARADIA, A.; **Utilização do indicador de eficiência global dos equipamentos na gestão de melhoria contínua dos equipamento**; Dissertação de Mestrado; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia, Porto Alegre; RS, 2004;
- [8] Cook, T. D., & Campbell, D. T.; **Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings**; Chicago: Rand McNally; 1979;
- [9] LAFRAIA, João Ricardo Barusso; **Manual de Confiabilidade, Mantenabilidade e Disponibilidade**; Rio de Janeiro; Qualitymark; 2001;

- [10] MORAES, P.H.A.; **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: estudo de caso em uma empresa automobilística**; Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração; Universidade de Taubaté; Taubaté; 2004, 90 f;
- [11] NAKAJIMA, S; **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**; São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda; 1989;
- [12] PALLEROSI, A. Carlos; **Coleção Confiabilidade: A quarta dimensão da Qualidade**; São Paulo; ReliaSoft, v. 1; 2006;
- [13] PINTO, Alan K. e NASCIF, Júlio; **Manutenção: função estratégica**; 2 ed. Brasil; Qualitymark; 2007;
- [14] SANTOS, Ana Carolina e SANTOS, Marcos José; **Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso**; ENEGEP, 2007;
- [15] SIQUEIRA, Iony Patriota; **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implantação**; Rio de Janeiro: Qualitymark; 2005;
- [16] SLACK, N.; **Vantagens competitivas em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**; São Paulo; Atlas; 2002;
- [17] SUZAKI, K; **THE NEW MANUFACTURING CHALLENGE: techniques for continuous improvement**; New York: The Free Press; 1987;
- [18] WUTTKE, Regis André; SELLITTO, Miguel Afonso; **Cálculo da disponibilidade e da posição na curva da banheira de uma válvula de processo petroquímico**; Santa Catarina: UFSC; 23 p. Artigo; Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008;
- [19] YIN, Robert K.; **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**; 2ª Ed; Porto Alegre; Bookman, 2001;

SITES:

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO – ABRAMAN; www.abraman.org.br ; Site; Acesso em: 29/06/2012;
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade; Rio de Janeiro; 1994;
- [3] J. I. P. M. Japanese Institute of Plant Maintenance. **TPM frequently asked questions** 2002. Disponível em < www.jipm.or.jp/en/home >; Acesso em: 07/07/2011;
- [4] PERIODICOS CAPES; www.periodicos.capes.gov.br ; Site; Acesso em: 10, 11 e 12/07/2012;
- [5] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI; **Guide to the project management body of knowledge PMBOK**; www.pmi.org ; 3. ed.; Site; Acesso em: 29/06/2012;
- [6] SCOPUS; www.scopus.com ; Site; Acesso em: 05/07/2012
- [7] WEB OF KNOWLEDGE; www.webofknowledge.com ; Site; Acesso em: 03/07/2012;