

TEROTECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO – AUMENTO DA CONFIABILIDADE E FACILITAÇÃO DA INTERVENÇÃO DOS MANTENEDORES (MANUTENIBILIDADE), PARA FUTURAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.

Bruno Michel Sant Anna Irani

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ESPECIALISTA EM GESTÃO INDUSTRIAL DE IMUNOBIOLOGICOS.

Aprovada por:

---

Prof. Fabio Zamberlan, DSc

---

Engº. Pedro Henrique de Castilho, MSc

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

2011



RESUMO DA MONOGRAFIA APRESENTADA A COPPE/UFRJ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE ESPECIALISTA EM GESTÃO INDUSTRIAL DE IMUNOBIOLOGICOS

TEROTECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO – AUMENTO DA CONFIABILIDADE E FACILITAÇÃO DA INTERVENÇÃO DOS MANTENEDORES (MANUTENIBILIDADE), PARA FUTURAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.

Bruno Michel Sant Anna Irani

Março/2011

Orientadores: Fabio Zamberlan (UFRJ) e Pedro Henrique de Castilho (Bio-Manguinhos)

Programa de Desenvolvimento de Gestão (PDG) – MBBio III

Este trabalho tem a atuação direta nas áreas de Projetos, Manutenção e Produção com o objetivo central no desenvolvimento da compra de novos equipamentos para Unidade de Bio-Manguinhos. Para alcançar os objetivos pretendidos foram realizados estudos reais de casos dos problemas encontrados, entrevistas com envolvidos e busca no software de manutenção.

Este documento busca fornecer dados reais e proposta para aquisição correta dos futuros equipamentos de produção e testes na Unidade de Bio-Manguinhos.

**Palavras chave:** Terotecnologia, Tipos de Manutenção, Índice de Manutenção, Projeto.

## **DEDICATÓRIA:**

Especialmente a Deus por me conceder este privilégio de estudar, saúde e sabedoria para guiar minha vida;

As minhas lindas 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.

## **AGRADECIMENTOS:**

Registro meus agradecimentos a Unidade de Bio-Manguinhos, que tornou possível este MBA em Gestão Industrial, em parceria com a COPPE/UFRJ;

Ao meu amigo e orientador de Bio-Manguinhos Eng° Pedro Henrique de Castilho pelas sugestões, críticas e revisões nas diversas etapas de elaboração desta monografia.

E ao meu orientador da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor Fábio Zamberlan por aceitar o convite de me orientar.

## **LISTA DE SIGLAS:**

DEPEM – Departamento de Engenharia e Manutenção  
DIPRO – Divisão de Projetos  
DIMAN – Divisão de Manutenção  
SEMAT – Seção de Manutenção de Maquinas Automáticas  
LAMEV – Laboratório de Metrologia e Validação  
ERU – Especificação de Requisitos do Usuário  
ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção  
PCP – Planejamento e Controle de Produção  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde  
BPF – Boas Práticas de Fabricação  
MS – Ministério da Saúde  
TMEF – Tempo Médio Entre Falhas  
TMPR – Tempo Médio Para Reparo

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
1.1 Objetivo	8
1.1.1 Objetivo Geral	8
1.1.2 Objetivo Específico	8
1.2 Justificativa e Relevância	8
1.3 Aplicabilidade do Trabalho	9
1.4 Método de Trabalho	9
1.5 Resultados Esperados	9
1.6 Definições Técnicas	10
1.6.1 Manutenção	10
1.6.1.1 Conceitos Básicos de Manutenção	10
1.6.2 Projeto	11
1.6.3 Produção	12
1.6.4 Terotecnologia	12
1.6.4.1 Origem	12
1.6.4.2 Conceito	12
1.6.4.3 Aplicabilidade	13
1.6.4.4 Indicador	14
1.6.5 Confiabilidade	15
1.6.6 Manutenibilidade	16
1.6.7 Disponibilidade	16
1.6.8 Falha	16
1.6.9 Defeito	16
1.6.10 Tempo Médio Entre Falhas (TMEF)	17
1.6.11 Tempo Médio Para Reparo (TMPR)	17
<b>CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA</b>	<b>18</b>
2.1 Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz	18
2.2 Unidade Bio-Manguinhos	19

<b>CAPÍTULO 3: TEROTECNOLOGIA EM BIO-MANGUINHOS</b>	24
3.1 Interação entre as fases de projeto, fabricação, instalação, manutenção e operação	24
3.2 Evidências Opostas a Terotecnologia	26
3.3 Proposta de Implementação da Terotecnologia	28
<b>CAPÍTULO 4: CONCLUSÃO</b>	31
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	34
<b>ANEXOS:</b>	
Anexo I: Telas de dados do Engeman	35
Anexo II: Entrevista com Operador de Máquinas Carlos André	41
Anexo III: Entrevista com Operador de Máquinas Mário César	43
Anexo IV: Entrevista com Técnico de Manutenção Gerry Adriane	44
Anexo V: Entrevista com Técnico de Manutenção Jorge Carneiro	47
Anexo VI: Entrevista com Chefe da Engenharia Industrial Luciano Agonigi	49

## **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO**

### **1.1 Objetivos**

**1.1.1 Objetivo Geral** – desenvolver em Bio-Manguinhos metodologia de integração entre as áreas de Manutenção, Projetos e Produção e as fases que compõem a compra de novos equipamentos, a fim de garantir as melhores práticas de Engenharia na produção de vacinas, reativos e biofarmacos.

**1.1.2 Objetivo Específico** – aumentar a confiabilidade e a manutenibilidade dos equipamentos através da utilização das ferramentas da Terotecnologia, proporcionando a Bio-Manguinhos melhores condições técnicas de atender as futuras demandas de produção.

### **1.2 Justificativa e Relevância**

Com adequação e construção de novos prédios e laboratórios e a aquisição de novos equipamentos, Bio-Manguinhos vem ganhando ainda mais importância no âmbito da Fundação Oswaldo Cruz e do Ministério da Saúde.

A Terotecnologia possui uma importante relevância para a equipe de profissionais designados para especificar, testar e manter os novos equipamentos de produção.

Os principais fatores contraditórios a Terotecnologia encontrados na compra de equipamentos, são:

- Aquisição de equipamentos efetuada pelos Departamentos de Produção e Laboratórios sem o conhecimento da Engenharia de Manutenção;
- Teste de Aceitação na Fábrica (FAT) sem a presença de Técnicos e/ou Engenheiros de Manutenção;
- Inexistência de uma equipe multidisciplinar responsável pelos novos equipamentos, desde a sua especificação de compra até os testes de comissionamento e produção no dia-a-dia.



### **1.3 Aplicabilidade do Trabalho**

Bio-Manguinhos vem experimentando um acelerado crescimento das suas instalações físicas para atender as demandas do mercado. Como consequência, torna-se necessária à aquisição de novos equipamentos para fazer face aos novos empreendimentos. A aplicação dos conceitos da Terotecnologia nesse contexto visa conceber especificações sólidas que serão refletidas futuramente em equipamentos mais confiáveis, de maior disponibilidade operacional e de fácil e rápida manutenção. Para isso, Bio-manguinhos precisa quebrar alguns paradigmas que existem e adotar novas tecnologias para seu futuro desenvolvimento para novas demandas e fornecimento de vacinas, reativos e biofármacos.

### **1.4 Método de Trabalho**

O trabalho será desenvolvido inicialmente com a aplicação do conceito da Terotecnologia, através de pesquisas bibliográficas e no estudo de trabalhos já realizados com o mesmo objetivo. Posteriormente, serão realizadas entrevistas com os profissionais das áreas envolvidas, de forma a diagnosticar as deficiências, buscar opiniões e estudar casos que evidenciem que a Terotecnologia poderá ser importante para Bio-Manguinhos.

### **1.5 Resultados Esperados**

Reconhecimento da importância da Terotecnologia através da criação de equipes multidisciplinares para participar desde o início na compra de novas máquinas automáticas e equipamentos importantes para ajudar no desenvolvimento da Unidade de Bio-Manguinhos.

Poder contribuir diretamente com o crescimento tecnológico na área de Produção de vacinas com o comprometimento maior no Planejamento e Controle de Produção devido à capacidade de produzir em grande escala e que posteriormente trará para a população do Brasil e do Mundo a prevenção e cura de doenças.

## **1.6 Definições Técnicas**

### **1.6.1 Manutenção**

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

Conforme as empresas crescem, a possibilidade de uma atuação empírica fica reduzida. A necessidade de aumento da lucratividade, a competição industrial, a luta pela sobrevivência obriga o aumento de produtividade e lucratividade. É necessário que nos diversos escalões da empresa existam pessoas com conhecimento para organizar, prever, planejar, estabelecer prioridades, reunir recursos necessários no momento oportuno e na qualidade adequada, e medir os diversos custos resultantes dos diversos fatores e decidir pelo melhor.

Em manutenção existe uma série de desafios e decisões antecipadas, a par de conhecimentos de técnicas próprias para que seja possível minorar as conseqüências do inevitável: o desgaste dos equipamentos e as falhas.

Esta função é exercida em Bio-Manguinhos pela Seção de Maquinas Automáticas (SEMAT) pertencente a Divisão de Manutenção (DIMAN) que, por sua vez, está vinculada ao Departamento de Engenharia e Manutenção (DEPEM). A SEMAT desempenha um papel fundamental para manter as máquinas que envasam, rotulam e embalam as vacinas em perfeitas condições operacionais.

#### **1.6.1.1 Conceitos Básicos de Manutenção**

A maneira pela qual é feita a intervenção em equipamentos ou sistemas caracteriza os vários tipos de manutenção existentes. Muitas vezes esta variedade provoca certa confusão na caracterização dos tipos de manutenção. Por isso, é importante uma caracterização mais objetiva dos diversos tipos de manutenção, desde que, independente das denominações, todos se encaixem em um dos tipos descritos a seguir:

- **Manutenção Corretiva** – Todo trabalho de manutenção realizada em máquinas que estejam em falha, para sanar esta falha e ou defeito. Se a manutenção corretiva deve ser feita imediatamente, porque graves conseqüências poderão

admir, então poderá ser chamada de manutenção corretiva emergencial. BRANCO FILHO, Gil (1996);

- 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. BRANCO FILHO, Gil (1996);
- Manutenção Preditiva – é a atuação realizada com base em modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. BRANCO FILHO, Gil (1996);

### **1.6.2 Projeto**

Entende-se como projeto, no seu conceito mais amplo como sendo: 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.

Os projetos são normalmente autorizados como resultado de uma ou mais considerações estratégicas. Estas podem ser uma demanda de mercado, necessidade organizacional, solicitação de um cliente, avanço tecnológico ou requisito legal.

As principais características dos projetos são:

- temporários, possuem um início e um fim definidos.
- planejados, executado e controlado.
- entregam produtos, serviços ou resultados exclusivos.
- desenvolvidos em etapas e continuam por incremento com uma elaboração progressiva.
- realizados por pessoas.
- com recursos limitados.

Esta função é desempenhada em Bio-Manguinhos pela Divisão de Projeto (DIPRO) que também está vinculada ao DEPEM. A DIPRO desenvolve e fiscaliza projetos com o objetivo de criar condições sustentáveis para o crescimento institucional.

### **1.6.3 Produção**

Cada empresa adota um sistema de produção para realizar as suas operações e produzir seus produtos ou serviços da melhor maneira possível e, com isso, garantir sua eficiência e eficácia. O sistema de produção é a maneira pela qual a empresa organiza seus órgãos e realiza suas operações de produção, adotando uma interdependência lógica entre todas as etapas do processo produtivo, desde o momento em que os materiais e matérias-primas saem do almoxarifado até chegar ao depósito como produto acabado.

Em Bio-Manguinhos o Departamento de Processamento Final (DEPFI) desempenha o papel de produzir vacinas, biofármacos e reativos de diagnóstico para o mercado brasileiro e para exportação.

### **1.6.4 Terotecnologia**

#### **1.6.4.1 Origem**

Em 1970, os conceitos que envolvem Terotecnologia foram introduzidos oficialmente no mundo empresarial, pelo British Standards Institute, do Ministério da Tecnologia do Reino Unido, ao estabelecer novas normas voltadas para facilitar a manutenção de máquinas, equipamentos e sistemas por seus usuários. A palavra, em sua raiz, é autoexplicativa: tero, em grego, significa cuidar. 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.

#### **1.6.4.2 Conceito**

Terotecnologia engloba gerência de economia e gerência de tecnologia para destacar a importância do custo do ciclo de vida das máquinas e dos equipamentos. Um de seus pilares básicos é a busca constante de alternativas técnicas, realização de estudos de confiabilidade e de avaliações técnico-econômicas para obter ciclos de vida de equipamentos cada vez menos dispendiosos.

Por isso, a Terotecnologia é uma técnica que determina a participação de um ou mais especialistas em manutenção desde a concepção da máquina ou equipamento, ou seja, do projeto até sua instalação e suas primeiras horas de produção. Com a

Terotecnologia obtêm-se máquinas e equipamentos mais confiáveis e que facilitam a intervenção dos mantenedores.

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 e canibalização de profissões, que não deixa muito espaço para um sistema produtivo estigmatizado por falhas freqüentes. Hoje, a tendência é levar-se em conta a confiabilidade e a facilidade de manutenção do sistema, serviço ou equipamento ao projetá-lo, visto que os sistemas de produção estão cada vez mais complexos e interdependentes. 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 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. É a manutenção planejada citada acima.

#### **1.6.4.3 Aplicabilidade**

A aplicação do conceito de Terotecnologia destina-se a toda indústria que utiliza máquinas e equipamentos na produção de um determinado produto. Aplicar este conceito hoje em algumas empresas significa quebrar paradigmas, pois elas possuem 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.

Desenvolver novas filosofias de pensamento gera resistência por parte de alguns funcionários, principalmente os mais antigos. Para que qualquer mudança seja implementada na fábrica, a alta gerência tem que aderir de forma a garantir a permanência da idéia apesar dos problemas iniciais que enfrentarão. Por isso, o

Diretor de Bio-Manguinhos e seus Vices precisam fazer com que esta nova tecnologia seja levada a sério.

#### 1.6.4.4 Indicador

Um indicador muito importante usado como base de estudos para a Terotecnologia é chamado de "curva de banheira". A curva de banheira é uma representação gráfica da taxa de falha projetada para um equipamento ou máquina. No início do ciclo de vida e até que o produto esteja perfeitamente adequado, o índice de falha é um pouco elevado. Depois que já atingiu certo tempo de maturidade, a taxa falha reduz, porém, quando o equipamento começa a entrar no período de desgaste, a taxa de falha aumenta novamente. Como a curvatura do gráfico é convexa e parecida com o formato de uma banheira, o gráfico é conhecido como curva da banheira.

Segue uma ilustração:



Figura 1: Curva da banheira

No Quadro 1 abaixo, está representada a estratégia por fases ao longo do tempo de vida útil do equipamento.

<b>Quadro 1:Relação entre as fases do ciclo de vida e estratégia de manutenções de equipamentos</b>		
<b>Fases</b>	<b>Estratégia</b>	<b>Decorrências</b>
Mortalidade infantil, falhas de origem	Emergência	Retarda ou até impede o fim da mortalidade infantil ao não reforçar os itens que quebraram ou não remover as causas da 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 predizer 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.

### 1.6.5 Confiabilidade

É a probabilidade que um item ou máquina 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. É a capacidade de um item para realizar sua função específica nas condições e com desempenho definidos durante um período de tempo determinado. Ex.: A máquina pode ser 100% confiável para trabalho em jornadas de até 200 horas ininterruptas, mas ser apenas 80% confiável para jornadas de até 250 horas ininterruptas. Isto quer dizer que estatisticamente, que até o momento não foram registradas, que não existem falhas até 200 horas, mas entre 200 e 250 horas cerca de 20% das máquinas falham. BRANCO FILHO, Gil (1996).

Por ser uma probabilidade, a confiabilidade é uma medida numérica que varia entre 0 e 1 (ou 0 e 100%).

### **1.6.6 Manutenibilidade**

É a probabilidade e a capacidade de restabelecer a um item ou sistema suas condições de funcionamento específicas, em limites de tempo desejados, quando a manutenção é conseguida nas condições e com meios prescritos. BRANCO FILHO, Gil (1996).

### **1.6.7 Disponibilidade**

É a probabilidade de que um item possa estar disponível para utilização em um determinado momento ou durante um determinado período de tempo. Capacidade de um item para desenvolver sua função em um determinado momento, ou durante um determinado período de tempo, nas condições e rendimento definidos. A disponibilidade de um item não implica necessariamente que esteja funcionando, mas que se encontra em condições de funcionar. Uma medida prática da disponibilidade de um item como parâmetro de referência é a definitiva pela relação entre o tempo de operação (tempo real de funcionamento correto produzindo) e o tempo total que se necessita que funcione (tempo durante o qual se deseja produzir). BRANCO FILHO, Gil (1996).

### **1.6.8 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. BRANCO FILHO, Gil (2008).

### **1.6.9 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 conseqüente indisponibilidade com perda da função. BRANCO FILHO, Gil (2008).



#### **1.6.10 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. BRANCO FILHO, Gil (1996).

#### **1.6.11 Tempo Médio Para Reparo (TMPR)**

É a média aritmética dos tempos gastos de reparo de um equipamento ou sistema. BRANCO FILHO, Gil (1996).

Este capítulo de introdução é de extrema importância, pois direciona todo o desenvolvimento do trabalho e faz com que o leitor entenda sobre o assunto, o objetivo deste trabalho e como foi desenvolvido.

Para contextualizar o entendimento com o desenvolvimento da leitura, foram inseridos a origem, o conceito e aplicabilidade da Terotecnologia, que é a razão do estudo, nas definições técnicas.

Adiante apresentaremos uma breve explanação da Fundação Oswaldo Cruz e da Unidade de Bio-Manguinhos onde será aplicado nosso foco de estudo.

## **CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTIAS DA EMPRESA**

Com intuito de ter uma melhor visualização do contexto da aplicação e desenvolvimento deste trabalho, segue uma breve apresentação da história institucional, missão, visão e metas da Fundação Oswaldo Cruz e da Unidade Bio-Manguinhos.

### **2.1 Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz**

Promover a saúde e o desenvolvimento social, gerar e difundir conhecimento científico e tecnológico, ser um agente da cidadania. Estes são os conceitos que pautam a atuação da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), vinculada ao Ministério da Saúde, a mais destacada instituição de ciência e tecnologia em saúde da América Latina.

Criada em 25 de maio de 1900 - com o nome de Instituto Soroterápico Federal, a Fiocruz nasceu com a missão de combater os grandes problemas da saúde pública brasileira. Para isso, moldou-se ao longo de sua história como centro de conhecimento da realidade do País e de valorização da medicina experimental.

Hoje, a instituição, vinculada ao Ministério da Saúde, abriga atividades que incluem:

- o desenvolvimento de pesquisas;
- a prestação de serviços hospitalares e ambulatoriais de referência em saúde;
- a fabricação de vacinas, medicamentos, reagentes e kits de diagnóstico;
- o ensino e a formação de recursos humanos;
- a informação e a comunicação em saúde, ciência e tecnologia;
- o controle da qualidade de produtos e serviços;
- e a implementação de programas sociais. São mais de 7.500 servidores e profissionais com vínculos variados, uma força de trabalho que tem orgulho de estar a serviço da vida.

## **2.2 Unidade Bio-Manguinhos**

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. 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.

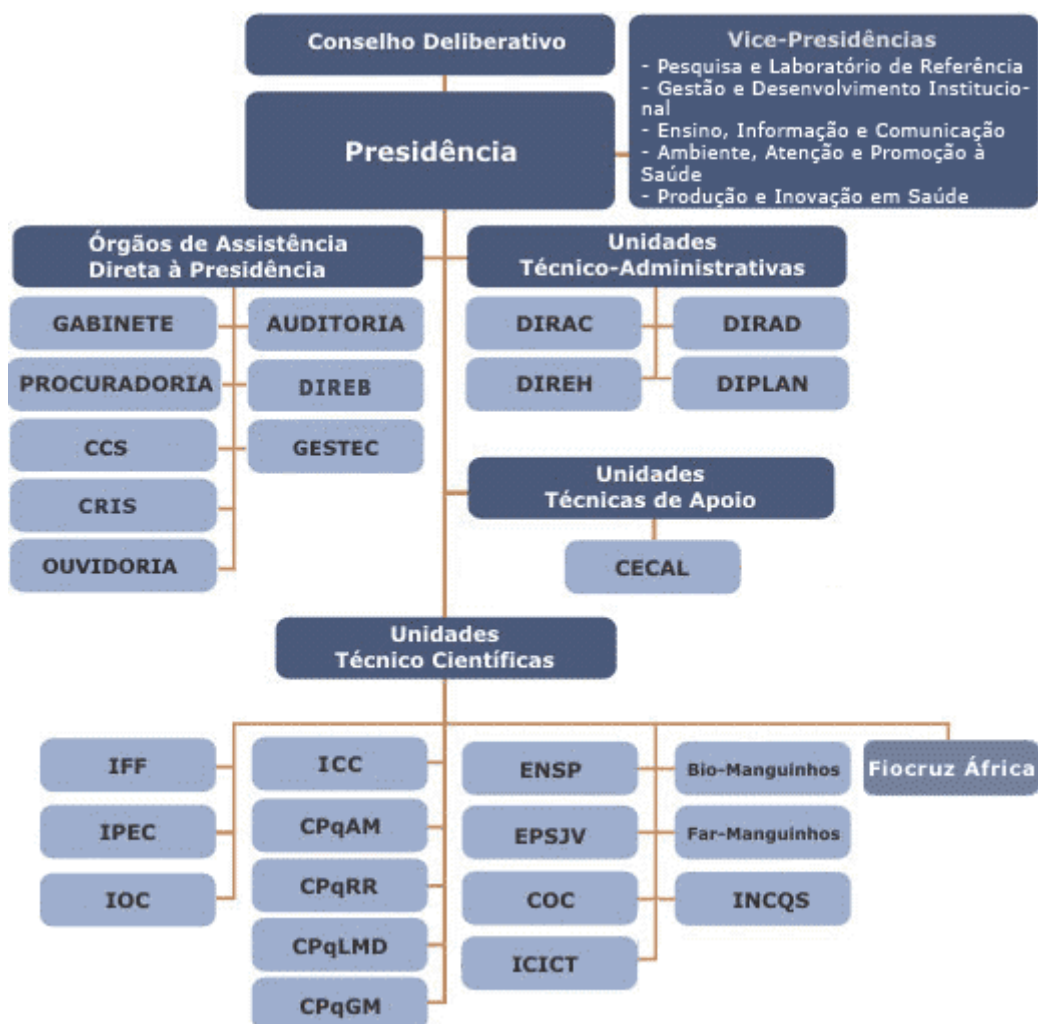
Para manter o nível de excelência, o investimento na ampliação e modernização da infraestrutura é constante. A readequação e expansão das áreas físicas são partes integrantes do processo de inovação que se implementa em Bio-Manguinhos, assim como a aquisição e a manutenção de equipamentos.

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 Inspectores 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 1,4 mil 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.

A figura I representa o organograma da Fundação Oswaldo Cruz de forma a ilustrar a posição das Unidades. A figura II representa o organograma da própria unidade de Bio-Manguinhos, foco deste trabalho.

**Figura 1**



**Siglas:**

CCS – Assessoria de Imprensa;

CRIS – Assessoria de cooperação Internacional;

DIREB – Diretoria Regional de Brasília;

GESTEC – Coordenação de Gestão Tecnológica;

DIRAC – Diretoria de Administração do Campo;

DIRAD – Diretoria de Administração;

DIREH – Diretoria de Recursos Humanos;

DIPLAN – Diretoria de Planejamento Estratégico;

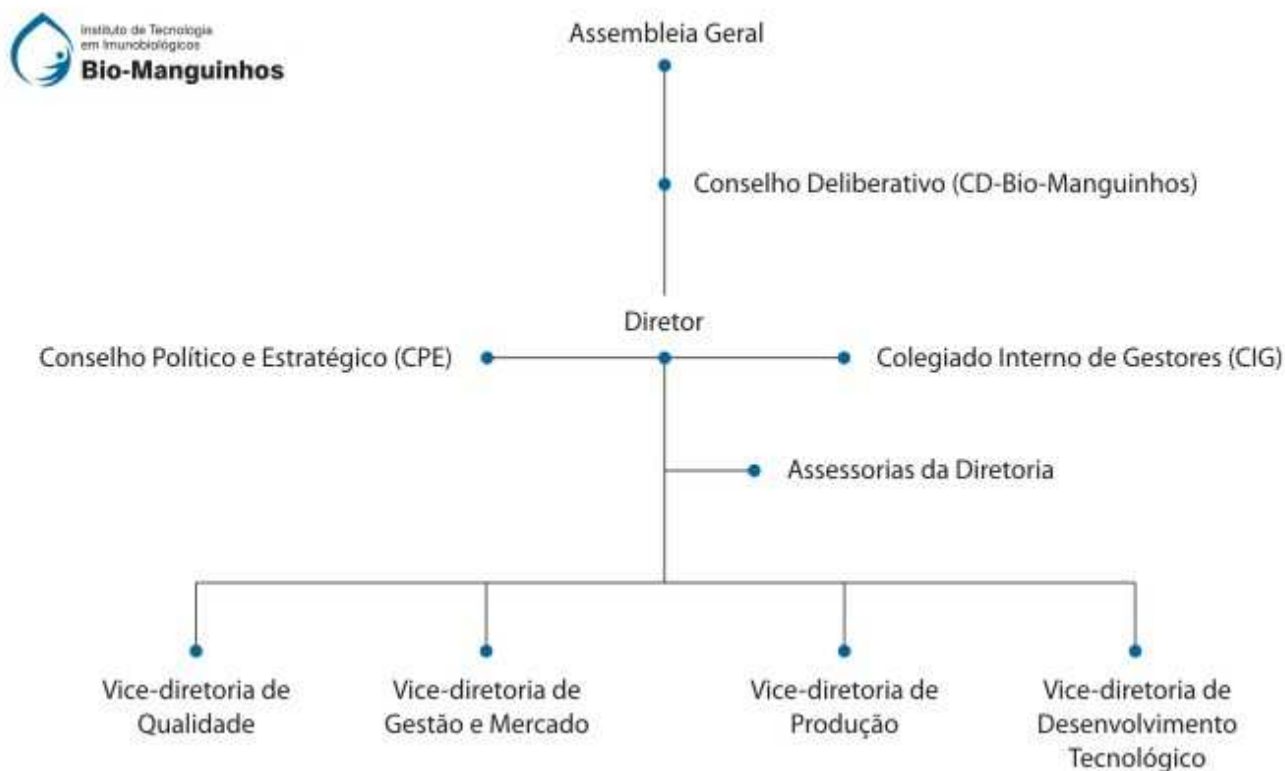
IFF – Instituto Fernandes Figueira;

IPEC – Instituto Pesquisa Clínica Evandro Chagas;

IOC – Instituto Oswaldo Cruz;

ICC – Instituto Carlos Chagas (Fiocruz Paraná);  
CPqAM – Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães (Fiocruz Pernambuco);  
CPqRR – Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas);  
CPqLMD – Centro de Pesquisa Leônidas e Maria Deane (Fiocruz Amazônia);  
CPqGM – Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz (Fiocruz Bahia);  
ENSP – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca;  
EPSJV – Escola Politécnica de saúde Joaquim Venâncio;  
COC – Casa de Oswaldo Cruz;  
ICICT – Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em saúde;  
Bio-Manguinhos – Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos;  
Far-Manguinhos – Instituto de Tecnologia em Fármacos;  
INCQS – Instituto Nacional de Controle e Qualidade em Saúde.

**Figura II**



A Unidade de Bio-Manguinhos é o local para o desenvolvimento deste estudo de aumento da confiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos que envasam, rotulam, inspecionam e embalam as vacinas com a aplicação da Terotecnologia. Desta forma, apresentamos de maneira completa todas as Unidades da Fundação Oswaldo Cruz com intuito de enriquecer e apresentar seu objetivo.

No próximo capítulo iremos apresentar a realidade vivida por Bio-Manguinhos utilizando fatos reais que comprovam o oposto da Terotecnologia e proposta para implementar esta técnica dentro da Unidade.

## **CAPÍTULO 3: TEROTECNOLOGIA EM BIO-MANGUINHOS**

### **3.1 Interação entre as Fases de Projeto, Fabricação, Instalação, Manutenção e Operação**

PINTO, Alan Kardec e NASCIF XAVIER, Julio de Aquino (2007) Da correta realização de cada fase – projeto, fabricação, instalação, operação e manutenção – dependem a disponibilidade, a confiabilidade e a manutenibilidade do sistema.

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.



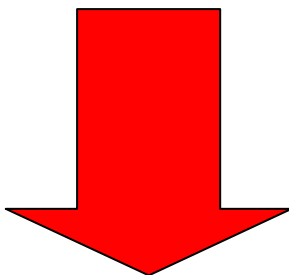
Da não interação das fases anteriores, percebe-se que a Manutenção encontrará dificuldades de desempenho das suas atividades, mesmo que se apliquem nelas as mais modernas técnicas. A confiabilidade estará em um patamar inferior ao inicialmente previsto.

Por isso, o pessoal de manutenção, que ficará adstrito ao sistema, deve 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 as 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 (TMPR), Confiabilidade (TMEF), vida útil dos equipamentos e máquinas e etc.

PROJETO + FABRICAÇÃO + INSTALAÇÃO + MANUTENÇÃO + OPERAÇÃO



DISPONIBILIDADE/CONFIABILIDADE

### 3.2 Evidências Opostas a Terotecnologia

De forma a demonstrar a realidade vivida por Bio-Manguinhos com relação ao histórico de manutenções corretivas emergenciais em máquinas recém adquiridas, sem o acompanhamento de profissionais da Manutenção, foram pesquisadas no software de gestão de Manutenção Engeman® as ordens de serviços (O.S) geradas.

Como exemplos, serão apresentados os resultados de equipamentos de grande importância para o sistema de produção de vacinas que são: Revisora de Frascos Brevetti (K32) e a Linha de Rotulagem e Embalagem CAM. Foram adquiridas em junho de 2009 e abril de 2008, respectivamente, para suprir a grande demanda de produção que sobrecarregava as outras máquinas existentes.

Os números de ordens de serviço da Revisora de Frascos e da Linha de Rotular e Embalar, desde o início de sua operação até a presente data estão apresentados no Anexo I.

Infelizmente, estes números não demonstram totalmente a realidade vivida na Unidade devido a não abertura de Requisição de Serviço por parte da Produção (Interlocutor). Não havendo solicitação no sistema, não há a possibilidade de ter uma rastreabilidade eficaz, pois não há a conseqüente abertura de Ordem de Serviço. É sabido na Unidade que a quantidade de serviços de manutenção em máquinas é muito maior que a registrada.

As entrevistas realizadas com os envolvidos (Operador, Técnico de Manutenção e o Chefe da Assessoria de Engenharia Industrial) anexadas no final deste trabalho, relatam na prática a quantidade de intervenções que são realizadas nestes

equipamentos e que não são registradas no software de gestão de Manutenção. Foram mencionados também os problemas ocorridos no início da operação de ambos os equipamentos e que poderiam ser minimizados com o acompanhamento desde o início dos profissionais da área de manutenção, treinamento adequado para Operação e Manutenção, adequação das utilidades e do local onde foram instaladas as máquinas, etc.

“É necessário estabelecer um responsável pela máquina desde o início, que seja um multiplicador dos conhecimentos do equipamento”, segundo o chefe da Assessoria de Engenharia Industrial (ASEIND). Nesta mesma entrevista foi relatada a ausência dos profissionais da Engenharia e Manutenção nos FAT’s da Revisora de Frascos Brevetti e da Linha de Rotular e Embalar CAM, que referenciamos neste trabalho.

Atualmente há três grandes projetos em andamento: Rotavírus, CIPBR (Centro Integrado de Protótipos, Biofármacos e Reativos para Diagnóstico), e o NCPFI (Novo Centro de Processamento Final). Nos dois últimos os coordenadores estão envolvendo profissionais da Manutenção e Engenharia desde o início, bem como especialistas de outras áreas (Garantia de Qualidade, Validação, etc.) para que contribuam com a sua experiência. Mas, são casos isolados.

Em outros projetos e aquisições de equipamento não ocorre o procedimento descrito, o que resulta em um esforço desnecessário das equipes de Manutenção para aprender a operar e manter os equipamentos e sistemas após o comissionamento destes. Em geral, os funcionários que são escalados para realizar o teste de aceitação são capazes de desempenhar apenas o papel em que lhe é confiado, ou seja, não se pode exigir visões técnicas de manutenção do equipamento destes funcionários que não possui este perfil profissional.

A filosofia da Terotecnologia poderia ajudar a Unidade de Bio-Manguinhos, em função do seu crescimento acelerado para continuar competitiva em um mercado em constante mudança. A fim de alcançar a velocidade de análise necessária ao acompanhamento das demandas do mercado, a utilização de profissionais qualificados das diferentes disciplinas é essencial. Essa mão-de-obra existe e está disponível na Unidade.

O corpo de Manutenção e Engenharia poderiam iniciar sua contribuição no projeto conceitual, auxiliando na definição dos processos, dos fluxos, dos

equipamentos, das utilidades, das instalações, da qualificação das áreas produtivas e etc.

Em seguida, poderia colaborar na correta formulação do projeto básico, nas especificações dos requisitos dos usuários para a compra de equipamentos e sistemas, na definição da quantidade de sobressalentes, na indicação da legislação a ser atendida.

Poderia ainda auxiliar a confecção do projeto executivo, atuando ativamente na suas diversas especificações, nos cálculos, conferindo os diferentes desenhos e aprovando o resultado final.

Por fim, poderia participar das comissões de licitações, dos testes de aceitação na fábrica, dos testes de aceitação no local de instalação, dos treinamentos operacionais e de manutenção, da operação assistida, do acompanhamento da produção.

No próximo capítulo será apresentada proposta para implementar a Terotecnologia em Bio-Manguinhos com as adversidades e problemas que surgirão ao longo deste processo.

### **3.3 Proposta de Implementação da Terotecnologia**

Toda e qualquer mudança ou quebra de paradigma em uma empresa, gera resistência por parte de alguns funcionários, principalmente os mais antigos. Se estas empresas não conviverem com estas mudanças constantemente, principalmente as tecnológicas, estarão fadadas a perdas financeiras, de produção e até de funcionários competentes para outras empresas.

Com o crescimento acentuado nestes últimos anos com construções de novos prédios, reforma de laboratórios, construção de uma nova fábrica de processamento final das vacinas e parcerias com outras empresas, como por exemplo, a GSK, Bio-Manguinhos vem comprando novas máquinas e equipamentos em grande escala para produção de vacinas, biofármacos e reagentes para diagnósticos. Para isso, foi criada Especificação dos Requisitos dos Usuários (ERU) de forma a assegurar as condições técnicas e parâmetros estabelecidos pelo responsável da máquina ou equipamento. A ERU percorre um caminho entre os Departamentos pertinentes para que sejam especificados todas as condições técnicas para a aquisição de novos equipamentos ou sistemas. Na visão da Engenharia de Manutenção, esta iniciativa

não é suficiente para se obter níveis elevados de confiabilidade e manutenibilidade da máquina ou equipamento na hora de iniciar sua operação fabril.

Para implementar a Terotecnologia em Bio-Manguinhos, será necessário criar um grupo multidisciplinar formado por profissionais designados pelo Departamento de Engenharia e Manutenção, pela Engenharia Industrial, pelo Departamento de Qualidade, pelo Departamento da Garantia de Qualidade e pelo Departamento de Processamento Final.

Este grupo seria criado pela Diretoria e desta receberia todo o apoio necessário à consecução de suas atividades. Caberia ao grupo agregar os profissionais que desejar em função das demandas das diversas fases. Poderiam tanto ser do “chão de fábrica”, como operadores de máquina e mecânicos, quantos consultores e especialistas externos a empresa.

Este equipe participará de toda e qualquer aquisição de máquinas e ou equipamentos dentro de Bio-Manguinhos auxiliando no levantamento e especificação de requisitos pertinentes para se adquirir uma máquina que possa atingir os objetivos pré-estabelecidos pelo usuário.

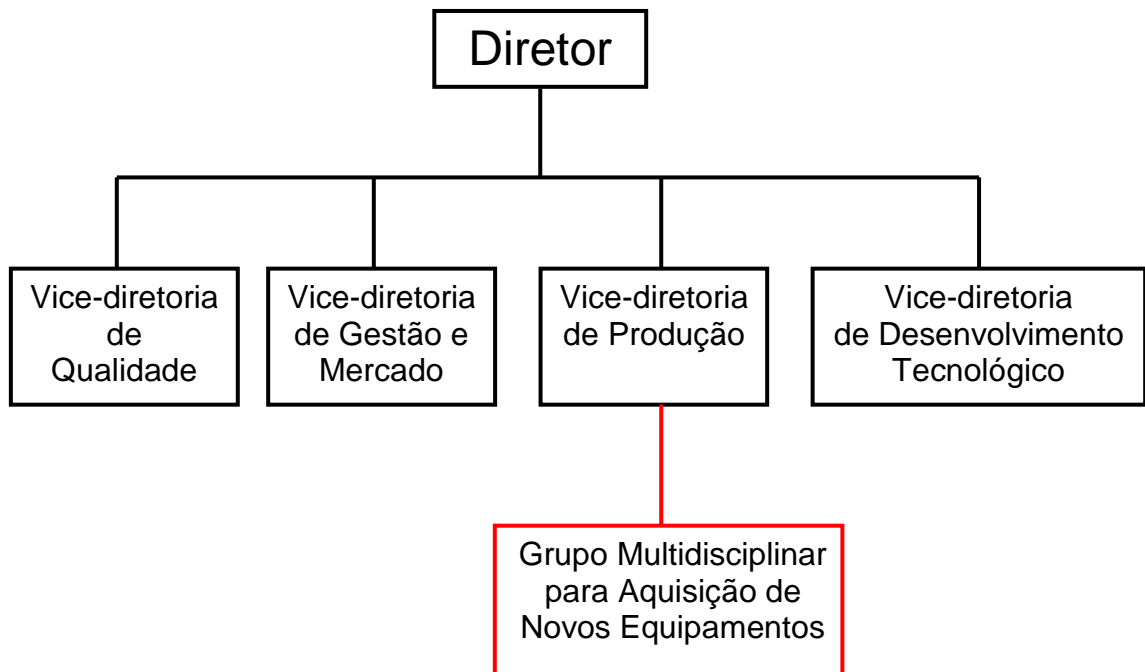
O grupo deverá receber toda a formação indispensável às suas atividades. Cursos, treinamentos, visitas técnicas e intercâmbio com instituições correlatas deverão ser providenciados, com respaldo da Diretoria. Da mesma forma, contratações de funcionários poderão ser necessárias para suprir as lacunas profissionais que porventura existirem. Tudo deve ser feito para garantir um processo correto, contínuo, sério e eficaz desde o seu início.

Apresentamos neste capítulo a interação entre as fases que compõem a compra de novos equipamentos. Sem este relacionamento e sincronismo entre estas áreas, a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos diminuirão e conseqüentemente a perda de produtividade e lucratividade serão inevitáveis.

Com a definição deste grupo de profissionais competentes a função, os mesmos deverão se preparar e manter um padrão para aquisição destes novos equipamentos com uma lista de checagem que é comum a equipamentos e relatar o encontrado para as partes interessadas para que se possa atingir os objetivos pré-determinado pelos usuários do Departamento de Produção com confiabilidade.

Como sugestão, a equipe que será formada ficará sobre a responsabilidade direta da Vice-diretoria de Produção, pois os equipamentos serão em sua maioria para os Departamentos de Processamento Final. O grupo se reportará ao Vice-

diretor de Produção somente para os projetos de aquisição de novos equipamentos.  
Abaixo uma representação simples do organograma:



## **CAPÍTULO 4: CONCLUSÃO**

A elaboração do presente trabalho visa contribuir com o desenvolvimento da Unidade de Bio-Manguinhos em produzir com qualidade e confiabilidade, mesmo sendo uma instituição pública Federal.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram feitas pesquisas com funcionários e em sistemas de dados. Limitação de tempo foi o maior problema que enfrentei para o desenvolvimento deste trabalho, pois com pouco tempo para pesquisar, tinha que no horário do expediente resolver questões do dia-a-dia da minha função de Engenheiro de Projetos e desenvolver a monografia buscando os dados que precisava, entrevistas etc. Como exemplo, tive dificuldades em encontrar informações completas e confiáveis no software de Manutenção (ENGEMAN), pois não estão sendo inseridos os dados necessários impossibilitando a busca de relatórios como tempo médio entre falhas, tempo médio para reparo e outros que enriqueceriam este trabalho, poderiam servir de indicadores para futuras metas e que refletem a realidade dos equipamentos do processo produtivo.

A Terotecnologia é aplicável em qualquer ramo de atividade industrial onde possua do simples aos mais complexos e automatizados equipamentos de produção. Esta técnica visa basicamente a interação entre as fases que compõem a compra de um novo equipamento do processo produtivo com o acompanhamento da equipe de manutenção desde a concepção dos mesmos. A Terotecnologia pode trazer também a Bio-Manguinhos reduções significativas nos gastos com manutenções, aumentar a produtividade e reduzir as horas extras de operação.

A proposta apresentada nesta monografia foi à solução mais viável encontrada para utilização desta técnica. Serão encontradas resistências nesta quebra de paradigma e mudança cultural, mas poderão ajudar no aumento da confiabilidade e na facilitação da Manutenção em efetuar os reparos, destes futuros equipamentos.

Não foi o foco deste trabalho, mas vale ressaltar que os equipamentos e as máquinas automáticas já existentes na Planta também têm a mesma importância que os novos que serão adquiridos. Contudo, a Engenharia de Manutenção pode atuar no foco dos problemas que mais apresentam falhas ou defeitos nestes equipamentos que se tornam o “gargalo” na produção de vacinas, reativos e biofarmacos. “Atuar no foco”, é traçar um plano estratégico de manutenção programada junto com o PCP para estes equipamentos de baixa confiabilidade com

intuito de modificar positivamente seus índices. A Unidade de Bio-Manguinhos possui atualmente equipamentos e linhas de produção com a média de quinze anos de uso, ou seja, equipamentos antigos que acabam gerando um tempo menor entre falhas e freqüentes defeitos. A manutenção preventiva, pelas características de empresa e das máquinas, pode ser uma boa opção para um melhor desempenho destas máquinas, mas um programa de inspeção adicionado a técnicas preditivas poderá definir o melhor tipo de manutenção para Bio-Manguinhos. A Manutenção de máquinas automáticas de Bio-Manguinhos, sempre atuou corretivamente desde a existência da Unidade, mas com o crescimento tecnológico e físico com novos prédios e Laboratórios, a Engenharia de Manutenção precisa se desenvolver para manter estes equipamentos existentes com alto nível de confiabilidade. O Departamento de Produção precisa colaborar também, não só com estes equipamentos já existentes, mas com os novos que chegarão, pois a Operação tem sua parcela de responsabilidade para manter estes equipamentos junto com a equipe de Manutenção. A Manutenção Autônoma pode ser uma boa oportunidade de desenvolvimento da produção e poderia trazer grandes benefícios, pois visa que os operadores executem “pequenas” manutenções nos equipamentos da produção. Segundo uma ordem crescente de importância e seguimento, segue abaixo etapas básicas da Manutenção Autônoma:

### **1. Limpeza básica da máquina ou da instalação:**

- 1.1 – Limpeza básica;
- 1.2 – Lubrificação;
- 1.3 – Anotação das falhas;
- 1.4 – Restauração da condição.

### **2. Prevenção da sujidade, melhoria da manutenibilidade:**

- 2.1 – Eliminar fugas;
- 2.2 – Melhoria do acesso a pontos de inspeção;
- 2.3 – Eliminar fontes de sujidade e de contaminação.

### **3. Padrões de limpeza e serviço:**

- 3.1 – Uso de um check list previamente elaborado;
- 3.2 – Uso do plano de inspeção elaborado;



3.3 – Análise visual da máquina;

3.4 – Envolvente (padrões de limpeza e arrumação).

Esperamos que a aplicação da Terotecnologia possa ajudar no desenvolvimento técnico da Unidade e que consigamos produzir mais vacinas, reativos e biofarmacos em menos tempo, possibilitando assim um futuro mais confiável dos nossos equipamentos e linhas de produção. No futuro, a equipe de Manutenção poderá manter com mais facilidade estes novos equipamentos que serão adquiridos.

Todos os trabalhos elaborados pelos alunos do MBBIO não terão importância se a alta gerência da Unidade não der a eles o devido valor, pois relatam problemas encontrados no dia-a-dia de nós funcionários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANCO FILHO, G., 2008, *A organização, o planejamento e o controle da manutenção.*, 1 ed., Rio de Janeiro, Ciência Moderna.
  
- BRANCO FILHO, G., 1996, *Dicionário de termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade.*,1 ed. Rio de Janeiro, Ceman.
  
- PINTO, Alan K. e NASCIF, J. 2007, *Manutenção: função estratégica.*,2 ed. Brasil, Qualitymark.
  
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *Guide to the project management body of knowledge PMBOK®*, 3. ed., Site;

# ANEXOS

## ANEXO I

➤ Revisora Brevetti (K32): 57 ordens de serviços;

The screenshot displays a software application window titled "Engeman EAM-CMMS[Bio Manguinhos (Fundação Oswaldo Cruz)] [M - 7.2.2.3] - [Histórico de O.S. - Aplicação:REV005-REVISORA DE VACINAS BREVETTI 2]". The interface includes a menu bar with options like "Arquivo", "Tabelas", "Cadastros", "Processos", "Personalizado", "Janelas", and "Ajuda". A search filter is set to "Período: 01/06/2009 a 17/02/2011" with a "Mostrar" button. On the left, a sidebar contains a tree view with checkboxes for "Data Programada", "Setor Executante", "Plano", "Aplicação", "Tipo de Intervenção", "Tipo de Aplicação", "Filial", "Status da O.S.", and "Incluir Subcomponentes". The main area shows a list of 57 orders of services, all under the application "REVISORA DE VACINAS BREVETTI 2 (1)". The list includes the date programmed and a count in parentheses, such as "Data Programada: 04/06/2009 (1)". At the bottom, there are fields for "Solicitação" and "Observações". The taskbar at the bottom shows the user "SERGIO MARTINS AGRÁ" and the system clock "13:05".

Data Programada	Quantidade
04/06/2009	(1)
29/06/2009	(1)
03/07/2009	(1)
14/07/2009	(2)
24/07/2009	(2)
03/08/2009	(1)
17/08/2009	(2)
20/08/2009	(1)
25/08/2009	(1)
07/10/2009	(4)
17/11/2009	(1)
24/11/2009	(1)
28/12/2009	(1)
29/12/2009	(2)
02/02/2010	(2)
03/02/2010	(1)
04/03/2010	(2)
15/03/2010	(1)
13/04/2010	(1)
19/04/2010	(1)
28/04/2010	(2)
29/04/2010	(1)
28/05/2010	(1)
07/06/2010	(1)
11/06/2010	(1)
15/06/2010	(2)
21/06/2010	(1)
09/08/2010	(2)
31/08/2010	(1)
08/09/2010	(1)
03/11/2010	(1)
08/11/2010	(2)
18/11/2010	(1)
22/11/2010	(2)
06/12/2010	(2)
03/01/2011	(1)
04/01/2011	(1)

- Linha de Embalagem CAM: 63 ordens de serviços contemplando as cinco máquinas que compõem esta linha.

The screenshot displays the Engeman EAM/CMMS software interface. The title bar reads "Engeman EAM/CMMS[Bio Manguinhos (Fundação Oswaldo Cruz)] [M - 7.2.2.3] - [Histórico de O.S. - Aplicação:COD001-CODIFICADORA (LINHA CAM)]". The menu bar includes "Arquivo", "Tabelas", "Cadastros", "Processos", "Personalizado", "Janelas", and "Ajuda".

The main window features a search filter on the left with the following options:

- Data Programada
- Setor Executante
- Plano
- Aplicação
- Tipo de Intervenção
- Tipo de Aplicação
- Filial
- Status da O.S.
- Incluir Subcomponentes

The search criteria are set to "Período: 14/07/2008 a 17/02/2011" with a "Mostrar" button. The search results pane shows:

- Existem 3 O.S. no período de 14/07/2008 a 17/02/2011
  - Data Programada: 24/09/2008 (2)
    - Aplicação: COD001 - CODIFICADORA (LINHA CAM) (2)
    - Data Programada: 13/10/2010 (1)

At the bottom of the window, there are sections for "Solicitação" and "Observações". The Windows taskbar at the bottom shows the user "SERGIO MARTINS AGRÁ" and the system clock "13:10".

Engeman EAM-CMMS[Bio Manguinhos (Fundação Oswaldo Cruz)] [M - 7.2.2.3] - [Histórico de O.S. - Aplicação:EMP002-EMPACOTADORA (LINHA CAM)]

Arquivo Tabelas Cadastros Processos Personalizado Janelas Ajuda

Período: 14/07/2008 a 17/02/2011

- Data Programada
- Setor Executante
- Plano
- Aplicação
- Tipo de Intervenção
- Tipo de Aplicação
- Filial
- Status da O.S.
- Incluir Subcomponentes

Existem 2 O.S. no período de 14/07/2008 a 17/02/2011

- Data Programada: 12/11/2008 (1)
- Aplicação: EMP002 - EMPACOTADORA (LINHA CAM) (1)
- Data Programada: 03/04/2009 (1)

Solicitação Observações

SERGIO MARTINS AGRA 1 - Base Oficial (1-FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ (BIO-MANGUINHOS)) Ocioso: [19:56]

Iniciar Engeman@ EAM/CMMS Microsoft PowerPoint - [...]

19:13

Engeman EAM-CMMS[Bio Manguinhos (Fundação Oswaldo Cruz)] [M - 7.2.2.3] - [Histórico de O.S. - Aplicação:ENC003-ENCARTUCHADORA (LINHA CAM)]

Arquivo Tabelas Cadastros Processos Personalizado Janelas Ajuda

Período: 14/07/2008 a 17/02/2011 Mostrar

Data Programada  
 Setor Executante  
 Plano  
 Aplicação  
 Tipo de Intervenção  
 Tipo de Aplicação  
 Filial  
 Status da O.S.  
 Incluir Subcomponentes

Existem 49 O.S. no período de 14/07/2008 a 17/02/2011

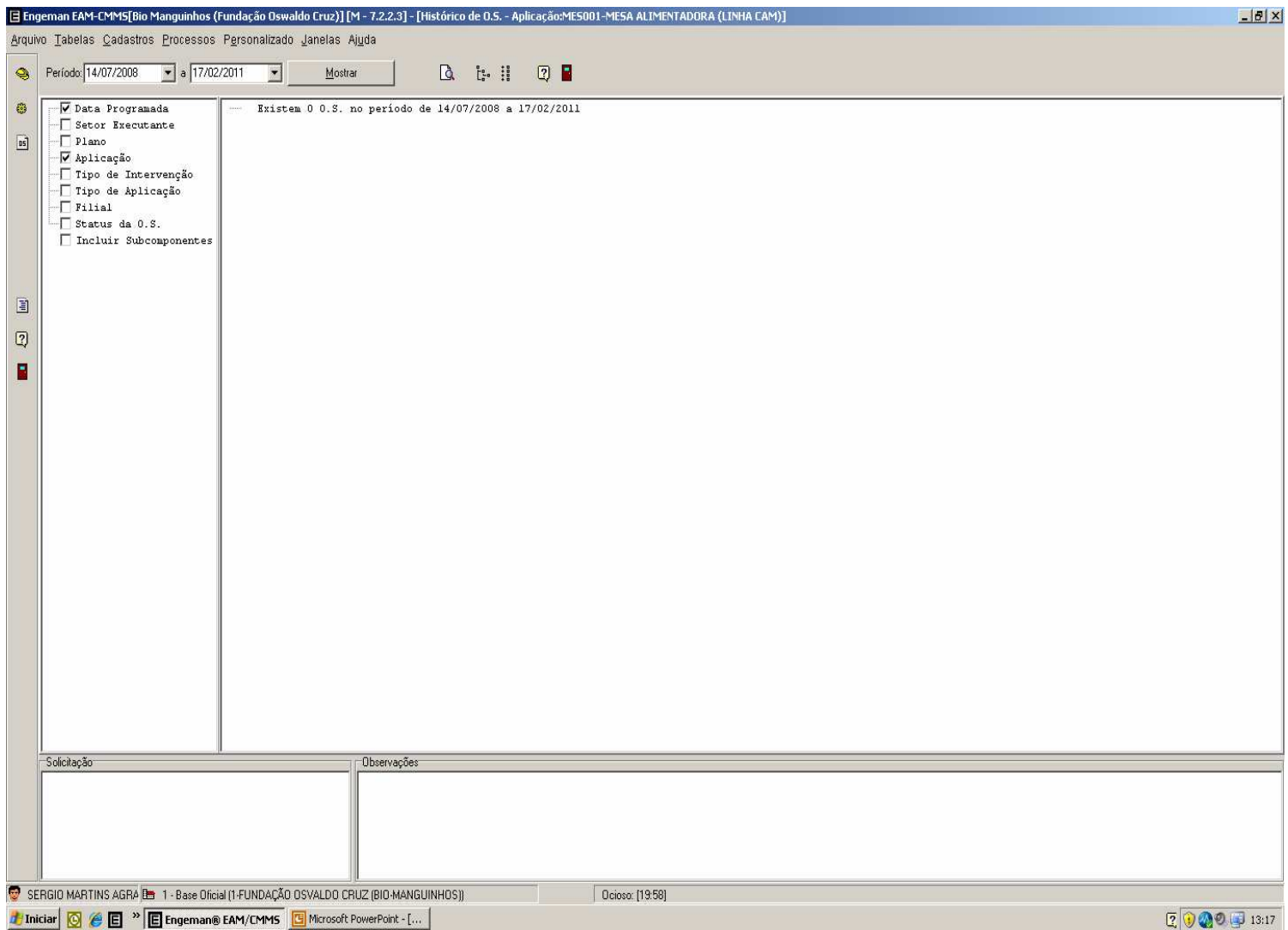
- Data Programada: 14/08/2008 (1)
- Aplicação: ENC003 - ENCARTUCHADORA (LINHA CAM) (1)
- Data Programada: 29/08/2008 (1)
- Data Programada: 31/10/2008 (1)
- Data Programada: 03/11/2008 (2)
- Data Programada: 04/11/2008 (6)
- Data Programada: 25/11/2008 (1)
- Data Programada: 09/12/2008 (1)
- Data Programada: 18/12/2008 (1)
- Data Programada: 19/12/2008 (1)
- Data Programada: 29/12/2008 (1)
- Data Programada: 15/01/2009 (1)
- Data Programada: 16/01/2009 (1)
- Data Programada: 09/02/2009 (6)
- Data Programada: 10/02/2009 (3)
- Data Programada: 02/03/2009 (1)
- Data Programada: 06/03/2009 (1)
- Data Programada: 11/03/2009 (1)
- Data Programada: 20/03/2009 (1)
- Data Programada: 01/04/2009 (2)
- Data Programada: 02/04/2009 (1)
- Data Programada: 19/05/2009 (3)
- Data Programada: 21/05/2009 (1)
- Data Programada: 31/07/2009 (1)
- Data Programada: 07/12/2009 (1)
- Data Programada: 28/12/2009 (1)
- Data Programada: 04/01/2010 (1)
- Data Programada: 11/01/2010 (1)
- Data Programada: 10/02/2010 (1)
- Data Programada: 11/05/2010 (1)
- Data Programada: 23/11/2010 (1)
- Data Programada: 29/11/2010 (1)
- Data Programada: 30/11/2010 (1)
- Data Programada: 07/02/2011 (1)

Solicitação Observações

SERGIO MARTINS AGRA 1 - Base Oficial (1-FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ (BIO-MANGUINHOS)) Ocioso: [19:59]

Iniciar Engeman@ EAM/CMMS Microsoft PowerPoint - [...]

13:15



Engeman EAM-CMMS[Bio Manguinhos (Fundação Oswaldo Cruz)] [M - 7.2.2.3] - [Histórico de O.S. - Aplicação:SLD003-SELADORA (LINHA CAM)]

Arquivo Tabelas Cadastros Processos Personalizado Janelas Ajuda

Período: 14/07/2008 a 17/02/2011

Data Programada  
 Setor Executante  
 Plano  
 Aplicação  
 Tipo de Intervenção  
 Tipo de Aplicação  
 Filial  
 Status da O.S.  
 Incluir Subcomponentes

Existem 10 O.S. no período de 14/07/2008 a 17/02/2011

- Data Programada: 26/05/2009 (1)
- Aplicação: SLD003 - SELADORA (LINHA CAM) (1)
  - Data Programada: 09/06/2009 (4)
  - Data Programada: 18/06/2009 (1)
  - Data Programada: 23/06/2009 (1)
  - Data Programada: 05/10/2009 (1)
  - Data Programada: 26/03/2010 (1)
  - Data Programada: 13/07/2010 (1)

Solicitação Observações

SERGIO MARTINS AGRA 1 - Base Oficial (1-FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ (BIO-MANGUINHOS)) Ocioso: [20:00]

Iniciar Engeman@ EAM/CMMS Microsoft PowerPoint - [...]

13:18



## ANEXO II

### ENTREVISTA COM OPERADOR CARLOS ANDRÉ – DEPARTAMENTO DE PROCESSAMENTO FINAL (DEPFI)

#### 1- Como foi no início a operação da nova Brevetti?

Tivemos várias dificuldades devido o alto grau de sofisticação e automação da máquina e que também é bastante diferente da antiga revisora Brevetti. Por isso, houve muitas paradas por falta de conhecimento da máquina.

O treinamento passado não foi o suficiente para que o operador tenha condições técnicas para desempenhar sua função.

Houve muita parada por falta de peças para reposição à medida que apresentavam os problemas técnicos. A máquina ficou em torno de um mês sem conseguir funcionar bem.

#### 2- Como está funcionando a máquina hoje em dia e quais os problemas que continuam prejudicando o seu bom funcionamento?

A máquina hoje em dia produz bem, mas oscila muito no número de parada e defeitos. Existem ainda problemas que ao foram previstos, que são:

- Espaço físico da sala onde a máquina foi instalada é muito limitado;
- Sistema de condicionamento de ar não é eficiente para refrigeração da máquina e para proporcionar conforto para os operadores;
- O ar comprimido que chega até a máquina vem muito úmido prejudicando o vácuo que segura os frascos, facilitando assim a queda dos mesmos que acaba gerando na maioria dos casos a parada da máquina e desgaste em algumas peças;
- A parte elétrica oscila muito proporcionando um grande número de ordens de serviços para manutenção;
- Os formatos são muito frágeis e destravam com muita facilidade ocasionando parada da máquina, quebra de frascos e até quebra do próprio formato;
- Por problemas nos insumos, a variabilidade dimensional dos selos de recravação e dos frascos, os mesmos não se posicionam corretamente no mandril do carrossel ocasionando a não inspeção correta das câmeras e também perdas de frascos e de vacinas por quebra;
- A velocidade de projeto da máquina é de 400 frascos por minuto, mas devido aos vários problemas relacionados acima, a máquina iniciou sua operação a 350 frascos por minuto. Hoje em dia máquina trabalha no máximo a 300 frascos por minuto devido ao grande número de quebras de frascos.

3- Existe algum problema na nova Brevetti semelhante aos da antiga Brevetti? Qual?

Sim. O desencaixe dos formatos de teflon já acontecia com grande frequência na antiga e agora na nova acontece com mais facilidade, prejudicando a produção.

4- Como aprendeu a fazer manutenção das máquinas?

Com experiência da antiga que têm algumas coisas semelhantes, no dia-a-dia, noções de informática e um pouco com o “pequeno treinamento” aplicado.

5- Qual é a média da frequência de falhas?

No pior caso apresenta 30 paradas por lote e no melhor caso 2 paradas por lote de 70000 frascos.

6- Com que as falhas estão relacionadas (insumos, mão de obra, software, elétrica, mecânica etc.)?

Todos são grandes motivos para parar bastante a máquina.

### ANEXO III

#### ENTREVISTA COM OPERADOR MÁRIO CÉSAR – DEPARTAMENTO DE PROCESSAMENTO FINAL (DEPFI)

1- Como foi no início a operação da Linha CAM?

Foi muito complicado por ser um protótipo e uma linha composta de 5 máquinas, com isso houve muito problema para sincronizá-las.

O treinamento dado pelo fabricante não foi apropriado para uma perfeita operação, devido à falta de tempo.

A máquina ficou em média um mês e meio para que pudesse funcionar de maneira plena.

2- Como está funcionando a máquina hoje em dia e quais os problemas que continuam prejudicando o seu bom funcionamento?

Hoje ela funciona bem, mas não consegue atingir a velocidade prevista no projeto e pelo fabricante que era de 500 cartuchos por minuto. Atualmente ela roda em 350 cartuchos por minuto.

3- Como aprendeu a fazer manutenção das máquinas?

Com o dia-a-dia de operação e um pouco com o técnico do fabricante.

4- Qual é a média da frequência de falhas?

20 paradas por lote no máximo e no mínimo de 5 paradas por lote.

5- Com que as falhas estão relacionadas (insumos, mão de obra, software, elétrica, mecânica etc.)?

Hoje em dia, o principal motivo de parada desta máquina é o insumo. Com o trabalho executado pela operação e manutenção, os problemas mecânicos e eletroeletrônicos foram minimizados, mas continuam aparecendo com boa frequência.

## ANEXO IV

### ENTREVISTA COM TÉCNICO DE MANUTENÇÃO GERRY ADRIANE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E MANUTENÇÃO (DEPEM)

1- Quais foram e os que continuam sendo os principais problemas apresentados na Linha de Embalagem CAM e na nova Brevetti?

#### Brevetti:

Tivemos alguns problemas no início quando a máquina entrou em operação. Segue algum deles:

- Foi colocado um calço no motor para liberar o sistema de freio do motor;
- Queimou um filtro de linha devido à variabilidade da tensão na linha de fornecimento. Com isso, foi instalado um estabilizador na linha, minimizando a oscilação, mas por não ter sido previsto na compra da máquina e ser especificado separado, veio apresentar outros problemas, como por exemplo, a queima do banco de resistência;

- Falta de alguns componentes importantes no estoque de manutenção;

Muitos problemas continuam sendo apresentados e que poderiam ter sido minimizados no período de fabricação e montagem da máquina. São eles:

- Subdimensionamento do computador e software da máquina que constantemente apresenta conflitos de programas gerando erros de comunicação do Controlador lógico programável (CLP) com a Interface Homem Máquina (IHM);
- Continua havendo queima de componentes eletrônicos do tipo: memória, fonte, placa mãe e etc.;
- Muita dificuldade de executar troca de componentes e manutenção corretiva e preventiva em geral devido ao espaço físico limitado. Para servir de exemplo, o cabo de comunicação da câmera apresentou defeito e não conseguimos efetuar esta troca, tendo assim que chamar um técnico da Brevetti da Itália para efetuar o serviço e mesmo assim, levou-se muito tempo devido à dificuldade.

À parte de ar comprimido fornecido por Bio-Manguinhos deixa a desejar devido ao alto grau de umidade, prejudicando assim, vários componentes. Deveria ser instalado secador de linha para minimizar a quase zero este percentual.

Foi previsto uma comunicação da máquina com a Brevetti da Itália para conserto de possíveis falhas e ou defeitos nos programas da máquina, só que infelizmente esta comunicação nunca funcionou.

### Linha CAM:

Esta máquina desde o início de sua operação até hoje, apresenta grande número de paradas para manutenção corretiva. Seguem os principais:

- Quando a máquina foi instalada e nas suas primeiras horas de operação tivemos queima de IHM, mudança de posicionamento de alguns sensores;
- O ar comprimido que é fornecido para esta Linha é o mesmo que vai para Revisora de Frascos Brevetti, apresentando assim os mesmos problemas relacionados acima;
- Os Materiais de construção da máquina são de baixa qualidade, diminuindo sua resistência e vida útil;
- A máquina não consegue rodar na velocidade prevista no projeto e especificada pelo fabricante.

Devido as grandes mudanças técnicas executadas pelos técnicos de Bio-Manguinhos, a máquina melhorou seu desempenho.

Não houve treinamento adequado de manutenção para esta linha.

**2- Existe algum problema na nova Brevetti semelhante aos da antiga Brevetti, ou seja, problema que poderia ter sido evitado?**

Infelizmente sim. Segue abaixo:

- Espaço físico para manutenção da nova ainda é pior, conforme relato acima;
- Erro de comunicação do CLP com a máquina (IHM) devido ao subdimensionamento do computador.

**3- Com a Terotecnologia, você acha que estes problemas seriam minimizados? Por quê?**

Com certeza. Devido à experiência do dia-a-dia.

**4- O que deveria ser feito para melhorar a confiabilidade e a manutenibilidade destas máquinas?**

- Treinamento adequado para realização de manutenções e melhorias levantadas pelos técnicos de Bio-Manguinhos;
- Corrigir linha de ar comprimido que acaba acarretando problemas em vários componentes das máquinas;
- Colocar para funcionar a linha de comunicação da máquina com a Brevetti da Itália;

- Aplicar as manutenções preditiva e preventiva para diminuir o índice de manutenção corretiva destas máquinas.

## ANEXO V

### ENTREVISTA COM TÉCNICO DE MANUTENÇÃO JORGE CARNEIRO – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E MANUTENÇÃO (DEPEM)

1- Quais foram e os que continuam sendo os principais problemas apresentados na Linha de Embalagem CAM e na nova Brevetti?

#### Brevetti:

- Muitos problemas no software desde o início de sua operação;
- Pouco espaço físico interno na máquina;
- Validaram a máquina com um calço no motor para liberar o freio e a máquina pudesse voltar a funcionar;
- Problemas constantes em válvulas pneumáticas devido as péssimas condições do ar comprimido.

#### Linha CAM:

- Vários problemas de ajuste de peças com a máquina já instalada em Bio-Manguinhos. Com isso, foi necessário serrar peças, furar, limar e tudo com péssimo acabamento. Serviço desempenhado pela montadora da linha;
- Peças de baixa qualidade, diminuindo a confiabilidade;
- Sistema de introdução dos frascos no cartucho deixa a desejar gerando muitas manutenções corretivas;

Foram realizadas, pelos Técnicos de Bio-Manguinhos mudanças ao longo de sua funcionalidade para melhorar seu aproveitamento;

2- Existe algum problema na nova Brevetti semelhante aos da antiga Brevetti, ou seja, problema que poderia ter sido evitado?

Dificuldade de executar manutenção corretiva e preventiva que levam bastante tempo. A nova Brevetti veio com uma dificuldade maior que a antiga.

3- Com a Terotecnologia, você acha que estes problemas seriam minimizados? Por quê?

Com certeza, por que a visão do técnico em manutenção é baseada na realidade e na experiência do dia-a-dia.

4- O que deveria ser feito para melhorar a confiabilidade e a manutenibilidade destas máquinas?

- Instalar secador na linha ou colocar um purgador automático para diminuir a umidade na linha de ar comprimido não só para Brevetti, mas para todas as máquinas do processo;
- Na linha CAM, o que tinha que ser feito já foi feito.



## ANEXO VI

### ENTREVISTA COM CHEFE DA ENGENHARIA INDUSTRIAL LUCIANO AGONIGI – ASSESSORIA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL (ASEIND)

1- Quais são as principais atividades exercidas pela Engenharia Industrial?

- Levantamento das árvores de materiais dos produtos (vacinas, biofarmacos e reativos) e processos dos produtos fabricados por Bio-Manguinhos;
- Responsável pela parametrização do Datasul, novo software de gestão da produção dos dados bases;
- Estudo de capacidade produtiva, envolvendo compra de equipamentos, dimensionamento de pessoal e de layout e etc.;
- Acompanhamento da produtividade e eficiência dos equipamentos utilizados na produção dos produtos. Assim, se estabelece um plano de melhoria destes equipamentos, caso tenha redução na produtividade.

2- Você participou desde o início na compra da nova Brevetti e da Linha de embalagem CAM? Como foi?

Sim. Ocorreu tudo de maneira esperada.

3- Quais foram às pessoas que participaram do FAT das duas máquinas?

- CAM: Luciano Agonigi, Gisele Correia e Sergio Dias;
- Brevetti: Luciano Agonigi, Vinícius Ferreira e Patrícia Alvarenga;

No FAT foi à única vez que essas pessoas tiveram o contato com a máquina antes de chegar a Bio-Manguinhos.

4- Você acompanhou o início operacional destas máquinas? Favor relatar fatores negativos.

Sim.

- CAM: falta de um treinamento mais eficaz tanto para produção quanto para manutenção. Com relação ao SAT, não houve problemas de grande relevância que impactaria no desempenho da linha.
- Brevetti: Falta de treinamento mais eficaz tanto para produção quanto para manutenção.

5- No processo de aquisição de máquinas, acha que deveria melhorar alguma coisa?

- O “feedback” das áreas envolvidas na aquisição do equipamento deveria ser melhor, para o enriquecimento na especificação dos equipamentos.

**Observação extra do entrevistado:**

Falta uma pessoa responsável pela máquina desde o início e que seja um multiplicador dos conhecimentos do equipamento.