



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**FABIO LIMA RAMOS**

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO APLICADO À INDÚSTRIA  
FARMACÊUTICA: UM ESTUDO DE CASO DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA  
DE INSPEÇÃO DE ROTA**

**FORTALEZA**

**2015**

**FABIO LIMA RAMOS**

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO APLICADO À INDÚSTRIA  
FARMACÊUTICA: UM ESTUDO DE CASO DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA  
DE INSPEÇÃO DE ROTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Roberto de Araújo Bezerra

**FORTALEZA**

**2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- R143p Ramos, Fabio Lima.  
Planejamento e controle da manutenção aplicado à indústria farmacêutica : um estudo de caso da implantação de sistema de inspeção de rota / Fabio Lima Ramos. – 2015.  
77 f. : il. color.
- Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Produção Mecânica, Curso de Engenharia Mecânica, Fortaleza, 2015.  
Orientação: Prof. Dr. Roberto de Araújo Bezerra.
1. Manutenção. 2. Indústria farmacêutica. I. Título.

---

CDD 620.1

FABIO LIMA RAMOS

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO APLICADO À INDÚSTRIA  
FARMACÊUTICA: UM ESTUDO DE CASO DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA  
DE INSPEÇÃO DE ROTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Roberto de Araújo Bezerra

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Roberto de Araújo Bezerra  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof(a) Dr(a) Maria Alexandra de Sousa Rios  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Francisco Felipe Gomes Brito  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Ao meu avô, Edmilson.

A minha madrinha, Irene.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela força de vontade concedida ao longo dessa etapa bastante produtiva da minha vida, principalmente nos momentos mais difíceis ao longo dessa árdua jornada.

Agradeço profundamente à minha família que sempre me apoiou e me deu suporte. Sou eternamente grato aos meus exemplos maiores de vida que são meus pais, Silvia e Júnior, por sempre batalharem para nos conceder a melhor educação, carinho e principalmente amor. Ao meu irmão, Davi, por ser esse irmão companheiro e amigo.

Agradeço também aos professores pertencentes à banca avaliadora, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Roberto de Araújo Bezerra e ao Prof. Dr. Marcos Ronaldo Albertin, pelos votos de confiança, auxílio e motivação, tornando-se fundamentais para consecução deste trabalho.

Agradeço aos meus queridos amigos do curso de Engenharia Mecânica da UFC, Luis Câmara, Juan Barrocas, José Neto, Lucas Daniel, Francisco Erivan, Daniel Lima, Jéssica Guimarães, João Artur e Mateus Costa, por proporcionarem momentos descontraídos e motivantes ao longo dessa jornada na universidade.

Um agradecimento particular aos meus amigos de estágio, Paulo Eduardo, Divo Moreira, Júlio, Luiz Carlos, Thomas Freitas, Daniel Bomfim, Lindemberg Portela e a todos os outros colaboradores do setor de Manutenção, por todo apoio, paciência e contribuição para o meu aprimoramento pessoal e profissional.

À Nathiara Souza que sempre esteve ao meu lado. Por sempre me incentivar a se tornar uma pessoa melhor e por me apoiar mesmo nos momentos mais difíceis dessa reta final.

“A maioria das pessoas não planeja fracassar, fracassa por não planejar.” (John L. Beckley).

## RESUMO

O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) se tornou uma ferramenta essencial para empresas que visam à ascensão financeira e estão em busca de um bom reconhecimento no mercado nacional ou até mundial, principalmente no que diz respeito ao ramo industrial. Com o advento da Revolução Industrial, os Estados Unidos e alguns países europeus desenvolveram novas tecnologias e métodos de Gestão e Planejamento da Manutenção na tentativa de se obter uma maior produção sem comprometer a qualidade dos produtos e serviços, além de uma busca por um custo operacional que permitisse uma maior competitividade no mercado. Foi neste quadro em que, em meados da década de 1990, o ramo industrial brasileiro se sentiu na obrigação de aplicar tais métodos, visando à competitividade com o produto estrangeiro. Neste trabalho são apresentados os benefícios do emprego dessa metodologia de organização, tendo como enfoque uma ferramenta específica denominada Inspeção de Rota. Com isso, baseado em tais metodologias aplicadas ao campo de Gestão da Manutenção, é possível demonstrar aos profissionais dessa área que a implantação desse sistema em empresas e indústrias propiciará uma melhoria dos indicadores de manutenção da mesma, bem como rentabilidade e melhorias internas no que tange ao rendimento e durabilidade dos equipamentos, além de propiciar a contínua melhoria dos planos de manutenção dos mesmos, estes constituídos basicamente por manutenções de caráter preventivo, corretivo e preditivo. Através de um embasamento teórico prévio proveniente dos ramos de mecânica e elétrica, concomitantemente a um levantamento de dados concernentes aos equipamentos da empresa, será possível realizar um estudo de caso bem estruturado da inserção de sistema de inspeção de rota dentre os campos de apoio ao setor de PCM, através da elaboração de documentações específicas para cada equipamento pertencente ao setor fabril, estas sendo passíveis de rastreamento por meio de software de gerenciamento da manutenção. Por fim, apresentar metodologias para elaboração de melhorias contínuas das instruções de trabalho propostas nestes documentos, como o PDCA. Assim, através da correta aplicação dos conhecimentos e ferramentas existentes, a obtenção de excelentes indicadores de manutenção, produtos com qualidade e rentabilidade à empresa torna-se uma meta passível de ser atingida com êxito.

**Palavras-chave:** Planejamento e Controle da Manutenção. Sistema de Inspeção de Rota. Gestão da Manutenção.



## ABSTRACT

The Planning and Control Maintenance (PCM) has become an essential tool for companies seeking financial ascendancy and are looking for a good recognition in national or even global market, especially with regard to the industrial sector. With the advent of the Industrial Revolution, the United States and some European countries have developed new technologies and methods of management and planning of maintenance in an attempt to get more production without compromising the quality of products and services as well as a research for an operating cost that would allow greater market competitiveness. It was in this context that, in the mid-1990s, the Brazilian industrial sector felt obliged to apply such methods, aiming at competitiveness with foreign product. This work presents the benefits of employment that organization methodology, with focus on a specific tool called Route Inspection. Thus, based on such methodologies applied to Maintenance Management field, you can demonstrate to professionals in this area that the implementation of this system in business and industry will provide an improved of the maintenance indicators as well as profitability and internal improvements with regard to performance and durability of the equipments, as well as providing continuous improvement of maintenance plans for them, these consist mainly of preventive, corrective and predictive maintenance. Through a previous theoretical basis from the mechanical and electrical branches, simultaneously to a data collection belonging to the company's equipment, you can perform a well-structured case study inserting the route inspection system among the supporting fields of the PCM sector, by drawing up specific documentation for each equipment belonging to the manufacturing sector, these being capable of tracking through maintenance management software. Finally, present methods for the preparation of continuous improvement for the working instructions proposed in these documents, such as PDCA. Thus, by proper application of existing knowledge and tools to obtain excellent indicators of maintenance, quality and product profitability to the firm becomes a target that can be reached successfully.

**Keywords:** Planning and Control of Maintenance. Route Inspection System. Maintenance Management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da manutenção .....	16
Figura 2 - Funções do setor de PCM .....	21
Figura 3 - Organograma departamental em uma indústria .....	21
Figura 4 - Proposição de modelo de Tag para equipamentos.....	25
Figura 5 - Fluxograma das fontes de serviços da manutenção .....	26
Figura 6 - Ciclo de melhoria contínua da inspeção de rota .....	31
Figura 7 – Ciclo PDCA .....	32
Figura 8 - Organograma da manutenção .....	34
Figura 9 – Fluxograma do processo produtivo .....	36
Figura 10 - Fluxograma proveniente do plano de inspeção de rota.....	45
Figura 11 - Tanques de preparo.....	47
Figura 12 - Máquina de sopro/envase.....	48
Figura 13 - Extrusora/Formação do parison .....	49
Figura 14 - Formação da ampola.....	49
Figura 15 – Esquema de sopro e envase da ampola plástica .....	50
Figura 16 - Autoclave .....	50
Figura 17 - Sistema de aquecimento e arrefecimento da água para esterilização .....	51
Figura 18 – Trocador de calor por placas .....	52
Figura 19 – Bomba centrífuga .....	52
Figura 20 - Purgobomba.....	53
Figura 21 - Estações do equipamento de revisão/rotulagem .....	54
Figura 22 - Motorreductor .....	55
Figura 23 - Câmara de vácuo.....	56
Figura 24 - Unidade hidráulica.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais indicadores de desempenho utilizados por indústrias brasileiras .....	30
Tabela 2 - Campos “Registro” e “Status” .....	37
Tabela 3 - Colunas principais .....	38
Tabela 4 - Campos para assinaturas .....	38
Tabela 5 - Itens de verificação de natureza mecânica .....	41
Tabela 6 - Itens de verificação de natureza elétrica.....	44

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1 Tema</b> .....	13
<b>1.2 Problema</b> .....	13
<b>1.3 Hipótese</b> .....	14
<b>1.4 Objetivos</b> .....	14
<b>1.5 Justificativa</b> .....	14
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	15
<b>2.1 Manutenção</b> .....	15
<b>2.2 A evolução da manutenção</b> .....	15
<b>2.3 Tipos de manutenções</b> .....	16
<b>2.3.1 Manutenção corretiva</b> .....	17
<b>2.3.2 Manutenção preventiva</b> .....	17
<b>2.3.3 Manutenção preditiva</b> .....	18
<b>2.3.4 Manutenção detectiva</b> .....	19
<b>2.3.5 Engenharia de manutenção</b> .....	19
<b>2.4 Classificação da atuação da manutenção</b> .....	20
<b>2.5 Planejamento e Controle da Manutenção</b> .....	20
<b>2.6 Planejamento da manutenção</b> .....	22
<b>2.6.1 Inspeção de rota</b> .....	22
<b>2.6.2 Sistema computadorizado para gerenciamento da manutenção</b> .....	23
<b>2.6.3 Cadastro, codificação e tagueamento de equipamentos</b> .....	24
<b>2.6.4 Ordem de manutenção e carteira de serviços</b> .....	25
<b>2.6.5 Planos de manutenção</b> .....	27
<b>2.6.5.1 Plano de inspeção de rota</b> .....	27
<b>2.6.5.2 Roteiro de lubrificação</b> .....	28
<b>2.6.5.3 Manutenção de troca de itens de desgaste</b> .....	28

2.6.5.4 <i>Plano de manutenção preventivo</i> .....	29
2.6.5.5 <i>Plano de manutenção preditivo</i> .....	29
<b>2.7 Controle da manutenção</b> .....	29
<b>2.8 Melhoria contínua</b> .....	30
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	32
<b>3.1 A empresa</b> .....	32
<b>3.2 Setor de manutenção</b> .....	33
<b>3.3 Setores produtivos</b> .....	34
<b>3.4 Princípios básicos do sistema de inspeção de rota</b> .....	36
3.4.1 <i>Folha de inspeção de natureza mecânica</i> .....	39
3.4.2 <i>Folha de inspeção de natureza elétrica</i> .....	41
<b>3.5 Documentação</b> .....	44
<b>3.6 Metodologia de trabalho</b> .....	46
3.6.1 <i>Preparo</i> .....	47
3.6.2 <i>Sopro/Envase</i> .....	48
3.6.3 <i>Esterilização</i> .....	50
3.6.4 <i>Revisão/Rotulagem</i> .....	53
3.6.5 <i>Embalagem</i> .....	55
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	58
<b>5 TRABALHOS FUTUROS</b> .....	60
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	61
<b>APÊNDICE A – MODELO DE FOLHA DE INSPEÇÃO DE ROTA</b> .....	64
<b>APÊNDICE B – FOLHAS DE INSPEÇÃO DO SETOR DE PREPARO</b> .....	65
<b>APÊNDICE C - FOLHAS DE INSPEÇÃO DO SETOR DE SOPRO/ENVASE</b> .....	67
<b>APÊNDICE D - FOLHAS DE INSPEÇÃO DO SETOR DE ESTERILIZAÇÃO</b> .....	71
<b>APÊNDICE E - FOLHAS DE INSPEÇÃO DO SETOR DE REVISÃO/RÓTULO</b> .....	73
<b>APÊNDICE F - FOLHAS DE INSPEÇÃO DO SETOR DE EMBALAGEM</b> .....	76

## 1 INTRODUÇÃO

O termo “Manutenção”, cujo significado consiste em “manter o que se tem”, foi desenvolvido na época em que se iniciaram os processos de manuseamento de instrumentos de produção.

A manutenção exerce um papel fundamental nas diversas áreas do setor produtivo, sendo ela responsável pela maior disponibilidade de produção e extração da capacidade do equipamento.

Com o advento da Revolução Industrial no século XVIII, as empresas do segmento industrial iniciaram o processo de desenvolvimento dos meios de produção, propiciando assim um grande salto histórico nesta área. Sendo assim, a capacidade de produção de bens de consumo se desenvolveu excepcionalmente, acarretando na necessidade de implantação de métodos para planejamento e organização dessa produção.

A partir desse cenário histórico de desenvolvimento, as técnicas de planejamento e organização da manutenção sofreram uma grande evolução, tendo como marco inicial o desenvolvimento de teorias de planejamento de serviços, com Taylor e Fayol, em meados de 1900. Porém, foi somente com o advento da II Guerra Mundial que a Manutenção se tornou essencial para o ramo industrial, trazendo consigo um quadro favorável para que os Estados Unidos e alguns países da Europa desenvolvessem métodos de organização, planejamento e controle de serviços.

Nesse contexto, o capitalismo foi responsável por todo esse cenário de evolução, sendo este responsável também pela delegação de premissas básicas para que uma organização atinja um patamar de excelência em seu ramo, tais como: tecnologias bem desenvolvidas, programas de implantação de ferramentas da qualidade, áreas de apoio à manutenção, produtos competitivos e um plano de manutenção embasado em teorias já consolidadas.

Devido a este cenário, foram desenvolvidas técnicas de manutenção usualmente implantadas em indústrias.

A partir daí, tornou-se possível a elaboração de planos de manutenção de equipamentos de setores fabris, de tal modo a extrair a capacidade dos mesmos, sem comprometer seu rendimento. No entanto, uma ferramenta de apoio aos planos supracitados vem à tona com o objetivo de promover melhorias contínuas através de uma verificação periódica em intervalos de tempo pré-determinados. Este sistema, amplamente conhecido como inspeção de

rota, torna-se peça fundamental ao setor de Planejamento e Controle da Manutenção e será o escopo deste trabalho.

Na tentativa de promover melhorias no desempenho do equipamento, a inspeção de rota terá como função principal a identificação de possíveis falhas que possam vir a comprometer o rendimento do maquinário, tornando-se também uma ferramenta amplamente utilizada para correção/revisão dos planos de manutenção elaborados para o mesmo.

Sendo assim, o presente trabalho abrangerá a implantação desse sistema de inspeção em uma indústria do segmento farmacêutico, com o intuito de expor a metodologia necessária para elaboração da documentação, bem como explicar os benefícios advindos da correta implementação do mesmo.

## **1.1 Tema**

Desenvolvimento de conhecimentos relacionados ao campo de Gestão da Manutenção, abordando as premissas para elaboração de um Planejamento e Controle da Manutenção com excelência, com ênfase na implantação de uma ferramenta de trabalho denominada “inspeção de rota” no segmento industrial farmacêutico.

## **1.2 Problema**

No contexto do capitalismo ao qual estamos inseridos, é vital para o segmento industrial a implantação de métodos e ferramentas já consolidadas que permitam tanto a melhoria da qualidade dos produtos e serviços, bem como o aumento da disponibilidade de maquinário.

Sendo assim, o estudo de caso em questão tem como abordagem uma indústria do segmento farmacêutico que já é dotada de um sistema de planejamento e controle da manutenção. Contudo, carece de uma ferramenta denominada “inspeção de rota”. Esta, amplamente aplicada no ramo industrial.

Logo, através deste trabalho, é possível propor uma visão geral para implantação desse sistema, porém se atendo a implantação da ferramenta supracitada.

### **1.3 Hipótese**

Inicia-se o raciocínio partindo-se da premissa de que a empresa já possui um sistema de Planejamento e Controle da Manutenção, bem como uma equipe de manutenção já consolidada.

### **1.4 Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo geral propor um embasamento para implementação de um sistema otimizado no que tange ao Planejamento e Controle da Manutenção de uma indústria, atendo-se ao sistema de “inspeção de rota”, visando o aumento da confiabilidade e qualidade dos produtos e serviços.

A implantação desse sistema, através da elaboração da documentação necessária para tal, será o escopo deste trabalho, na tentativa de promover melhorias na metodologia de trabalho consolidada na indústria em questão.

### **1.5 Justificativa**

Frente ao contexto abordado nos tópicos anteriores, a implantação de um sistema de organização e planejamento de serviços é vital a qualquer empresa que almeja atingir indicadores em nível de excelência, principalmente de ter à disposição uma ferramenta de apoio vital como o sistema de inspeção de rota.

Tendo como base esta premissa, as empresas devem recorrer a conhecimentos específicos desta área capazes de demonstrar os quesitos necessários à consolidação desse sistema. Sendo assim, este trabalho visa reunir todo esse conhecimento necessário e tornar disponível principalmente às empresas atuantes no segmento industrial.

Além disso, por meio de pesquisas realizadas em indústrias de diferentes segmentos, juntamente com o conhecimento adquirido na indústria farmacêutica em questão, foi possível identificar possíveis melhorias referentes ao sistema de Planejamento e Controle de Manutenção da mesma, tornando-se assim uma forma motivadora para elaboração de pesquisas e levantamento de dados. Neste caso, para implementação de um sistema de inspeção de rota aplicado à planta fabril da empresa.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Manutenção

A Manutenção consiste na adoção de medidas cabíveis para a conservação e preservação das funcionalidades de determinado equipamento, garantindo assim a disponibilidade do mesmo para produção.

Segundo Pinto (1998), a manutenção possui um papel fundamental de garantia da disponibilidade do equipamento, atendendo aos padrões de produção exigidos, concomitantemente à preservação ambiental, apresentação de custos aceitáveis e com confiabilidade.

Segundo Campos Júnior (2006),

A manutenção deixou de ser, nas últimas décadas, uma simples atividade de reparo para se tornar um meio essencial ao alcance dos objetivos e metas da organização. Coloca-se, estrategicamente, como parte fundamental do processo produtivo em um ambiente onde, cada vez mais, se utilizam equipamentos de última geração.

Quando uma empresa toma a iniciativa de implantar planos de manutenção, esta será beneficiada com diversas melhorias, conforme abordadas por Slack *et al* (2009):

- a) melhoria na segurança (Diminuição dos riscos inerentes aos mantenedores);
- b) melhoria do desempenho do equipamento (Melhoria da qualidade);
- c) redução dos custos (Lucratividade);
- d) aumento da longevidade do equipamento;
- e) melhoria da confiabilidade.

Sendo assim, a manutenção tem como objetivo o alcance da meta de produção estabelecida, atrelada à redução de custos. Para tanto, ferramentas auxiliares deverão ser desenvolvidas em paralelo a estes planos, de tal forma a auxiliar o corpo de manutenção na consecução de suas atividades de modo satisfatório.

É nesse contexto que se insere a implementação do sistema de “inspeção de rota”, assim como outros tipos de planos de manutenção, tais como os roteiros de lubrificação dos equipamentos, substituição de itens de desgaste, preventivo e preditivo.

### 2.2 A evolução da manutenção

A história da manutenção tem seu marco inicial em meados da Idade Média, época esta em que os primeiros instrumentos e ferramentas eram desenvolvidos por artesãos, pes-

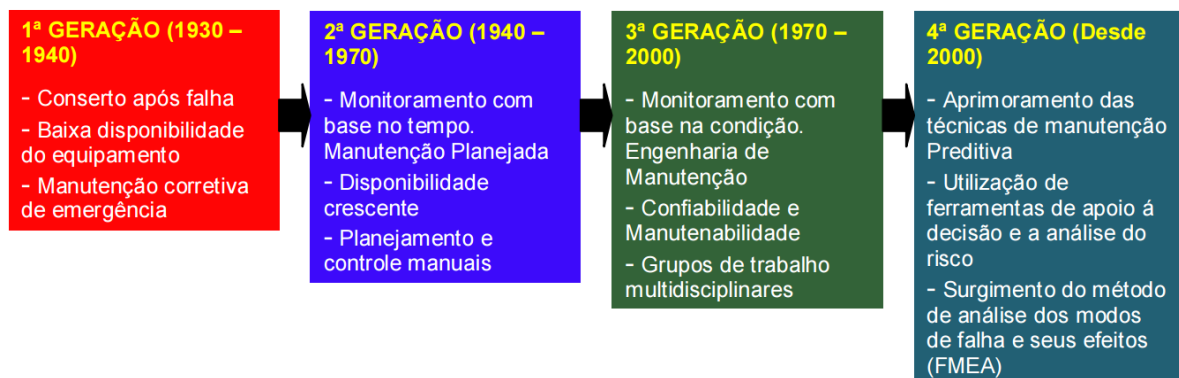
soas especializadas na concepção de equipamentos, sendo eles os primeiros a tomarem conhecimento sobre o termo “manter”, baseado na premissa de que os instrumentos estão susceptíveis ao desgaste contínuo e, por conseguinte, necessitam de reparos, de tal modo a adquirirem novamente sua funcionalidade, e não apenas descartá-los na ocorrência da primeira falha (BRANCO, 2008).

Ao longo da história, a manutenção acompanhou toda a evolução dos equipamentos desenvolvidos e passou a assumir um papel fundamental na manutenibilidade dos mesmos, tendo em vista que a manutenção seria capaz de promover o aumento da produtividade, bem como garantir a confiabilidade e qualidade dos produtos desenvolvidos pela empresa, tornando-se ferramenta essencial a ser inserida nos planejamentos estratégicos.

Diante da modernização dos equipamentos, a manutenção também sofreu evoluções, de modo a atender as solicitações emanadas pelas empresas. No entanto, tornou-se também vital o desenvolvimento de novas técnicas administrativas e organizacionais, a fim de suprir a necessidade de planejamento e controle desses serviços.

Sendo assim, é possível classificar a evolução da manutenção, bem como os métodos administrativos para controle da mesma em 4 fases bem distintas, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Evolução da manutenção



Fonte: ESTANQUEIRO (2008)

### 2.3 Tipos de manutenções

Segundo Xavier (2006), a Manutenção pode ser classificada segundo o método de encaminhamento da intervenção do equipamento. Basicamente essa classificação é semelhante entre os autores e é realizada da seguinte forma:

- a) manutenção corretiva;
- b) manutenção preventiva;
- c) manutenção preditiva;
- d) manutenção detectiva;
- e) engenharia de manutenção.

### ***2.3.1 Manutenção corretiva***

Segundo Slack (2009), a manutenção corretiva é de uma maior simplicidade em relação às outras classificações, pois esta consiste na reparação de uma pane, na tentativa de evitar o comprometimento do equipamento, meio ambiente e segurança do operador ou mantenedor, sendo capaz de propiciar ao mesmo a execução de sua funcionalidade novamente.

Vale salientar que a economia adquirida com a inexistência de uma periodicidade de manutenção preventiva contrapõe-se aos prejuízos causados com a quebra de um equipamento, sendo necessária a verificação da compensação desse tipo de manutenção.

Esse tipo de manutenção pode ser classificado em duas vertentes:

- a) manutenção corretiva planejada;
- b) manutenção corretiva não planejada.

A manutenção corretiva planejada consiste na execução do serviço corretivo por decisão gerencial de trabalhar até a falha ou devido a um acompanhamento preditivo do equipamento, propiciado por observações realizadas em “inspeções de rota” ou provenientes de análise preditiva dos equipamentos, possibilitando assim a realização do levantamento de peças necessárias ao planejamento e execução do serviço.

Além de propiciar a execução de manutenções corretivas planejadas, as “inspeções” de rota têm como vantagem a redução da ocorrência de manutenções corretivas não planejadas, reduzindo assim custos inerentes às falhas repentinas acarretadas por esse tipo de manutenção.

### ***2.3.2 Manutenção preventiva***

Segundo Viana (2002), a manutenção preventiva consiste na realização de serviços em equipamentos que estão em pleno funcionamento, ocorrendo em periodicidades prede-

terminadas pelo plano de manutenção, de modo a evitar ao máximo a ocorrência de possíveis falhas.

Ainda segundo o mesmo autor, essa classificação de manutenção é fundamental às organizações que necessitam de uma melhor confiabilidade e disponibilidade de equipamentos. No entanto, para a realização deste tipo de manutenção, faz-se necessário a elaboração de um plano de manutenção preventivo estruturado capaz de auxiliar a visualização do calendário de manutenções dos equipamentos, bem como de materiais, pessoas e itens necessários à execução do serviço.

Este plano preventivo, por sua vez, deverá ser elaborado por técnicos mantenedores que possuam domínio sobre o assunto e está sujeito a constantes atualizações, a fim de evitar possíveis gastos desnecessários, além de elevar o índice de qualidade e confiabilidade dos produtos e serviços disponibilizados pela empresa.

É nesse contexto que as “inspeções de rota” também serão de grande valia para este tipo de plano de manutenção, tendo em vista que as mesmas servirão para auxílio na revisão do plano por meio de observações realizadas em campo pelos técnicos mantenedores durante a realização da inspeção rotineira, propiciando assim a constante revisão do plano preventivo e consequente melhoria contínua da eficiência do setor de manutenção da empresa.

### ***2.3.3 Manutenção preditiva***

A manutenção preditiva consiste na execução de procedimentos capazes de mensurar, através da aplicação de equipamentos específicos e por monitoramento, a necessidade de realização de manutenção, evitando assim a ocorrência de falhas no maquinário e permitindo que o mesmo seja solicitado até o máximo da sua longevidade.

Esse tipo de manutenção, por sua vez, oferece diversas vantagens no que concerne à disponibilidade do equipamento e produtividade, devido à redução de parada do mesmo para realização de manutenções e, por conseguinte, aumento da produtividade. No entanto, ainda consiste em uma ferramenta cara, tendo em vista que necessita de conhecimentos mais especializados e aparatos sofisticados para eficiência na sua execução.

Existem diversas técnicas preditivas desenvolvidas para definição do momento adequado à intervenção do equipamento. Viana (2002) explicita as seguintes técnicas como sendo as mais abordadas no segmento industrial:

- a) ensaio por ultrassom;

- b) análise de vibrações mecânicas;
- c) análise de óleos lubrificantes;
- d) termografia.

O escopo deste trabalho, por sua vez, trata da abordagem de outro tipo de inspeção rotineira, a “inspeção de rota” sensitiva, baseada na utilização dos 5 sentidos humanos que será abordada futuramente com mais detalhes.

#### ***2.3.4 Manutenção detectiva***

Esse tipo de manutenção está intimamente ligado à manutenção corretiva planejada, pois consiste em uma técnica de análise de sistemas de proteção ou comando de equipamentos, de forma a detectar possíveis falhas imperceptíveis por parte do grupo de operação ou de mantenedores durante a realização de inspeções rotineiras.

#### ***2.3.5 Engenharia de manutenção***

A nomeação de uma equipe de Engenharia de Manutenção é essencial para uma indústria, tendo em vista que esta será responsável pela análise de problemas crônicos evidentes, aplicando ferramentas para busca e eliminação da causa raiz e, conseqüentemente, promover a redução da incidência de falhas nos equipamentos.

Assim, segundo Dorigo (2013), a Engenharia de Manutenção tem como atribuições fundamentais:

- a) incorporação de novas tecnologias nos planos de manutenção;
- b) gerenciamento do programa sistemático para capacitação dos colaboradores do setor de manutenção;
- c) elaboração de especificações de compra de materiais e equipamentos;
- d) controle da documentação técnica da manutenção;
- e) coordenação do programa de análise de falhas;
- f) controle dos padrões e procedimentos de manutenção.

Sendo assim, a engenharia de manutenção, juntamente com o setor de PCM será responsável pela elaboração dos planos de manutenção, bem como pela documentação necessária para realização das “inspeções de rota”.

## 2.4 Classificação da atuação da manutenção

Segundo Jasinski (2005), a atuação da Manutenção no Brasil pode ser classificada de três formas:

- a) *centralizada* – Apenas um único órgão de manutenção será responsável por atender a demanda de todo o processo produtivo;
- b) *descentralizada* – Cada órgão operativo terá seu respectivo grupo de mantenedores, de forma a atuar no planejamento, programação e controle da demanda de manutenções referentes ao seu setor produtivo;
- c) *mista* – Consiste na junção dos dois itens anteriores, em que existem grupos específicos responsáveis por manutenções corriqueiras e uma padronização de um grupo central.

## 2.5 Planejamento e Controle da Manutenção

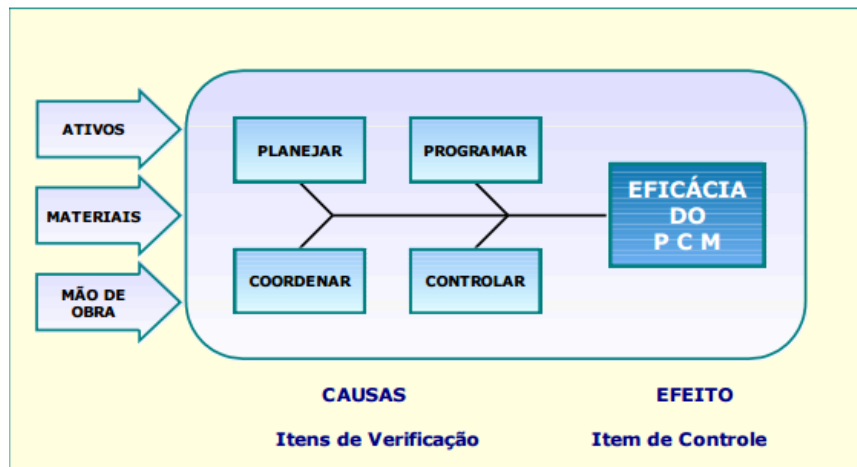
O planejamento da manutenção é vital a qualquer empresa e a inspeção deste plano que propiciará a consecução das atividades, tornando assim o Controle da Manutenção uma ferramenta essencial à saúde e posterior ascensão das empresas desse segmento.

O planejamento está vinculado ao processo de determinação dos meios para atingir seus objetivos, bem como quais ações a organização deverá adotar para obtenção de êxito. Enquanto que o controle tem como função a averiguação das atividades propostas ao longo do processo de planejamento e consiste na comparação do resultado obtido das ações promovidas com os padrões almejados.

Segundo Branco (2008), o Planejamento e Controle da Manutenção traz consigo diversas vantagens à empresa, pois propicia o crescimento da produtividade e da disponibilidade do equipamento, melhor aproveitamento do tempo de parada de equipamentos para execução de possíveis manutenções necessárias, análise de indicadores, estabelecimento de registros vinculados à manutenção dos equipamentos e elaboração de planos para consecução das metas estabelecidas pela empresa, a fim de disponibilizar um produto mais competitivo ao sistema mercadológico e com mais qualidade, cumprindo as exigências do cliente.

Assim, as funções do setor de PCM podem ser resumidas no diagrama ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Funções do setor de PCM

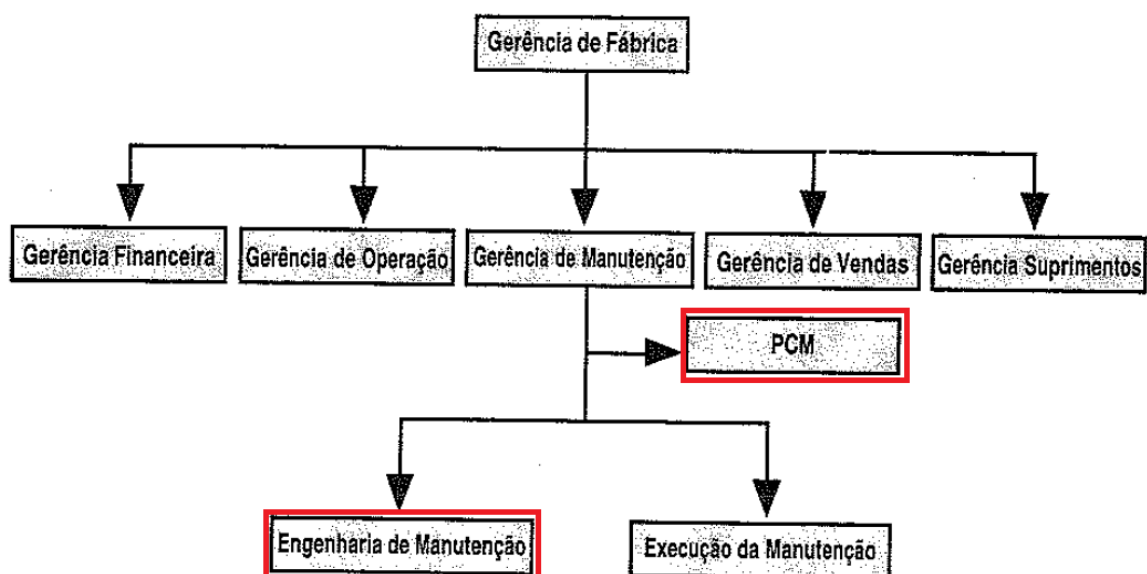


Fonte: DORIGO (2013)

Com isso, a área de PCM consiste em um órgão de assessoria e suporte à manutenção que está subordinada a uma gerência departamental, tendo como objetivo contribuir para o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos da planta fabril, através da otimização da utilização de seus recursos e, juntamente com a engenharia da manutenção, serão responsáveis pela elaboração do plano de “inspeção de rota”.

Assim, é possível observar na Figura 3 um organograma departamental bem definido de uma indústria, com ênfase para os órgãos de PCM e engenharia da manutenção.

Figura 3 - Organograma departamental em uma indústria



Fonte: VIANA (2002)

## 2.6 Planejamento da manutenção

O planejamento é fundamental para organização e consecução das atividades e serviços de manutenção. As ordens de manutenção, como são comumente conhecidas, consistem em um documento padrão da empresa para solicitação de serviço em um determinado equipamento ou ambiente, podendo ser de caráter corretivo, preventivo, preditivo ou proveniente de “inspeções de rota”.

Segundo Viana (2002), o planejamento da manutenção não se restringe a apenas definir o modo como será realizada a intervenção de um equipamento. Ele engloba diversos fatores que deverão ser satisfeitos, tais como: a implantação de ferramentas organizacionais, a formação da equipe mantenedora e alocação de Homem-Hora para atender a demanda de serviços, além da adoção de um sistema de gerenciamento eficiente, através da utilização de softwares de gerenciamento da manutenção para auxílio na realização das atividades.

Tendo em mente estes fatores, é possível utilizá-los para selecionar os métodos de intervenção mais adequados à realidade.

### 2.6.1 Inspeção de rota

Atualmente, o sistema de “inspeção de rota” é amplamente aplicado no ramo industrial. Ele consiste basicamente na realização de verificações periódicas do estado dos componentes pertencentes a um determinado equipamento. Para tanto, o ramo da manutenção dispõe basicamente de “inspeções de rota” de caráter sensitivo e preditivo.

Segundo Pinto & Xavier (2005), a elaboração de rotas de inspeção baseadas na premissa da utilização dos cinco sentidos humanos possibilitaria a detecção de possíveis irregularidades e posterior bloqueio das mesmas, de modo a evitar paradas inesperadas.

Vale salientar que a percepção humana também apresenta falhas. Desta forma, a utilização de ferramentas utilizadas em inspeções preditivas também se torna de grande valia. No entanto, a utilização desses equipamentos mais sofisticados traz consigo custos onerosos à empresa, tendo em vista que necessita de mão-de-obra mais qualificada e materiais de alto custo.

Outro método utilizado para realização da inspeção consiste na elaboração de um documento estruturado de forma sequencial, de modo a abranger todos os itens de verificação,



evitando assim possíveis esquecimentos que possam vir a comprometer a detecção de uma falha potencial.

Com isso, a “inspeção de rota” se torna um método alternativo de baixo custo para a empresa, permitindo assim alcançar as metas estabelecidas previamente. Para tanto, há necessidade da elaboração de um plano de inspeção bem estruturado.

Segundo Viana (2002), vale ressaltar que a primeira inspeção a ser aplicada em um equipamento consiste nessa inspeção sensitiva e caracteriza-se como uma atividade simplória. No entanto, faz-se necessário conceder a devida importância para elaboração deste tipo de plano de manutenção.

Ainda segundo o mesmo autor, a inspeção consiste basicamente na observação da ocorrência de uma mudança no estado do equipamento, avaliando quesitos, tais como:

- a) ruído;
- b) temperatura;
- c) vibração;
- d) existência de vazamentos (se aplicado);
- e) folga;
- f) alinhamento;
- g) desgaste.

Para realização dessas verificações, é necessária a elaboração de um documento que deverá ser emitido periodicamente denominado “Rota de Inspeção”. Este documento, por sua vez, será elaborado baseado nas premissas do TPM (Total Productive Maintenance) e deverá ser desenvolvido através de um mapeamento de todos os componentes pertencentes a um determinado equipamento, de forma a abranger todos os itens de verificação a constarem na rota, respeitando a natureza da verificação, sendo esta elétrica ou mecânica.

Sendo assim, é de suma importância que o planejador de manutenção se programe para reservar um período de tempo para alocação de Homem-hora na execução dessas inspeções periódicas, de tal modo que não comprometa os serviços pendentes, seja de natureza corretiva, preventiva ou preditiva.

### ***2.6.2 Sistema computadorizado para gerenciamento da manutenção***

O setor de manutenção também necessita se adaptar a essa nova era tecnológica e se utilizar de ferramentas disponíveis no campo da computação, visando assim atingir um

nível de excelência na execução de suas atividades e, conseqüentemente, atingir uma posição mais competitiva no mercado de trabalho. Para tanto, a escolha e implantação de um sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção se torna uma ferramenta imprescindível.

Os sistemas computadorizados desempenham um papel fundamental, principalmente no setor de manutenção, pois eles possuem a capacidade de fornecer informações ao gerenciamento da manutenção, tais como: o acompanhamento e solicitação de serviço, acesso rápido às informações de equipamentos, bem como a possibilidade de acesso ao histórico de manutenção dos mesmos, análise de indicadores e custos de manutenção, além de serem essenciais para a execução e controle do plano preventivo, preditivo e de “inspeção de rota”.

Com isso, existem diversos softwares no mercado que suprem facilmente esta necessidade. Podemos classificá-los basicamente entre softwares específicos de gerenciamento de manutenção (não possuem uma plataforma de integração entre o setor de manutenção e os outros setores) e os renomados softwares ERP (Enterprise Resource Planning), estes possuem uma plataforma que integra, em tempo real, informações de diversos setores da empresa, de forma corporativa.

Vale salientar que independente da decisão gerencial em optar por software específico de gerenciamento da manutenção ou softwares ERP, toda documentação ou registro de manutenção, inclusive as documentações geradas periodicamente para execução da inspeção de rota, seja ela de natureza mecânica ou elétrica, será passível de rastreamento por meio de codificação gerada pelo sistema, facilitando assim o fluxo de informações, bem como o acesso rápido à documentação.

### ***2.6.3 Cadastro, codificação e tagueamento de equipamentos***

De modo a facilitar no processo organizacional de identificação e aglutinação de equipamentos de mesma natureza ou setor, criam-se os “Tag’s” que nada mais são que etiquetas contendo um código de identidade do equipamento. Este código, por sua vez, é desenvolvido de tal forma que será possível discriminar um equipamento facilmente durante a execução de um serviço de manutenção ou inspeção, bem como contribuir na facilidade de acesso às informações pertinentes ao setor de PCM.

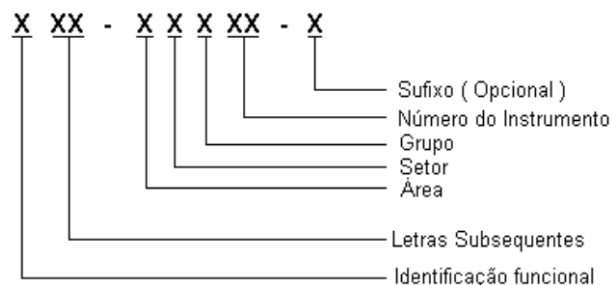
Sendo assim, o tagueamento se torna uma tarefa providencial no processo de mapeamento da unidade fabril, pois o código criado permite que sejam agrupados os equipamentos provenientes do mesmo setor, bem como de expor características rápidas de serem identi-

ficadas no próprio código, além de ser fundamental para o software de gerenciamento de dados implantado no setor de manutenção, pois permite que sejam filtrados facilmente todos os equipamentos desejados e analise as características dos mesmos, bem como se tenha acesso ao histórico de manutenção, serviços pendentes e verificação de seus indicadores.

Esse mapeamento possibilitado pela inclusão do sistema de tagueamento facilitará o levantamento necessário à elaboração da documentação de inspeção de rota em questão.

De acordo com a norma da ABNT NBR-8190, sugere-se a elaboração de Tag's baseados no modelo apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Proposição de modelo de Tag para equipamentos



Fonte: <http://turmain17.xpg.uol.com.br/materia/Instrumentacao/Tagueamento.pdf>

#### 2.6.4 Ordem de manutenção e carteira de serviços

Segundo Viana (2002), as ordens de manutenção como são chamados os documentos contendo solicitações de serviços pertinentes ao setor de manutenção devem ser organizadas de tal forma que facilite o trabalho do planejador.

As pendências de manutenção referente aos equipamentos da empresa comporão a carteira de serviços do planejador. Esta, por sua vez, será fundamental para o setor de PCM, pois será um indicador que permitirá ao planejador analisar todos os serviços a serem realizados, de responsabilidade da área de manutenção, permitindo assim a sua programação.

Ainda segundo o mesmo autor, ele define quatro modalidades que originarão uma ordem de manutenção:

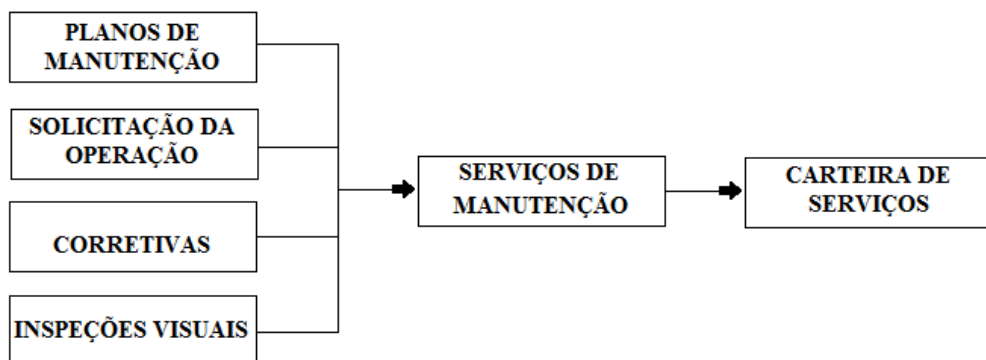
- solicitação de serviço da operação*: Esta solicitação será proveniente do grupo operacional do equipamento. A partir de observações rotineiras, o operador será capaz de identificar possíveis falhas ou melhorias para o equipamento. Assim, diante dessa situação, ele emitirá uma solicitação de serviço que deverá ser triada por pessoa capacitada da manutenção, para assim tornar-se uma or-

dem de manutenção. Essa triagem é fundamental, pois evita duplicidades de ordens de manutenção, bem como evita um aumento excessivo da carteira de serviços do planejador;

- b) *ordem de manutenção gerada dos planos de manutenção*: Consiste em ordens de manutenção provenientes dos planos de manutenção implementados pela empresa e que serão geradas de forma automática, baseada na data anterior de realização do serviço e na periodicidade de manutenção determinada no plano;
- c) *ordem de manutenção aberta pelo executante (emergência)*: Este tipo de ordem de manutenção ocorre normalmente quando um serviço deve ser executado de forma imediata pelo mantenedor, não havendo tempo suficiente para perpassar por uma triagem por parte do planejador. Sendo assim, o mantenedor será capacitado para abrir a ordem de manutenção, executar o serviço e finalizá-la;
- d) *ordem de manutenção via inspeção de campo*: Este tipo de ordem de manutenção é proveniente de planos de inspeção de rota, emitindo automaticamente serviços para inspeção dos equipamentos da unidade fabril. Além disso, qualquer anomalia identificada ao longo da atividade, através de observações realizadas durante o processo de inspeção de rota, deverá ser emitida uma ordem de manutenção ao setor de PCM. Esta categoria será explanada de forma mais aprofunda no estudo de caso realizado para o presente trabalho.

Assim, é possível sintetizar todas as informações citadas acima em um fluxograma das fontes de serviços da manutenção, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma das fontes de serviços da manutenção



Fonte: VIANA (adaptado)

### **2.6.5 Planos de manutenção**

Os planos de manutenção consistem em estratégias adotadas pelo setor de PCM, de modo a orientá-los no tocante ao planejamento e programação da execução das manutenções dos equipamentos pertencentes à empresa.

Sendo assim, são fundamentais para a mesma, tendo em vista que a elaboração desses planos permite, além de um melhor direcionamento da programação dos serviços, uma maior eficiência na identificação de falhas potenciais no equipamento, alocação de material necessário para realização do serviço e, conseqüentemente, um aumento da produtividade e disponibilidade do equipamento.

Segundo Viana (2002), os planos de manutenção podem ser classificados em 5 categorias:

- a) plano de inspeções de rota;
- b) roteiro de lubrificação;
- c) manutenção de troca de itens de desgaste;
- d) plano de manutenção preventiva;
- e) plano de manutenção preditiva.

#### **2.6.5.1 Plano de inspeção de rota**

Esta categoria de plano abrange as ordens de manutenção referentes às inspeções rotineiras.

Segundo Pinto & Xavier (2005), a inspeção, utilizando-se dos sentidos humanos permite a detecção de irregularidades em sistemas e evita possíveis paradas não programadas.

A inspeção de rota seria a execução de uma ronda periódica de modo a atender todos os componentes de diversos equipamentos. Esta tarefa consiste basicamente na observação, através dos 5 sentidos, do funcionamento da máquina, de modo a viabilizar a identificação de uma possível anormalidade na mesma, frente ao estado apresentado na inspeção anterior.

A inspeção de rota deverá ser emitida em um período padrão. Ela, por sua vez, será elaborada através de um mapeamento dos equipamentos e seus respectivos componentes e, através de uma classificação destes em natureza mecânica e elétrica, emitir esse documento

periódico de inspeção, visando o acompanhamento *in loco* do desempenho do equipamento, além de propiciar a identificação e provável solução imediata de um problema.

Na inspeção, normalmente o mantenedor deverá observar possíveis mudanças no estado de vibração do equipamento, assim como monitoramento da temperatura e apresentação de ruídos.

Com isso, a elaboração de um plano de inspeção bem estruturado consiste em uma alternativa de baixo custo e que pode trazer ótimos resultados, através da redução de paradas e consequente aumento da produtividade.

#### 2.6.5.2 Roteiro de lubrificação

Segundo Mobley (2008), a lubrificação industrial consiste em uma ferramenta primitiva de manutenção preventiva que proporciona, caso venha a ser bem executado, um aumento considerável da produtividade e redução de custos com manutenção corretiva devido à má lubrificação dos componentes de um equipamento.

Este plano, por sua vez, poderá ser executado em conjunto com a inspeção de rota, tendo em vista que também possui como parâmetros para verificação a análise do excesso ou ausência de óleo lubrificante em componentes que necessitam desse fluido para lubrificação ou atividades diversas.

#### 2.6.5.3 Manutenção de troca de itens de desgaste

Os equipamentos são projetados para possuírem determinados componentes de “sacrifício”, como são comumente conhecidos. Estes, por sua vez, terão papel fundamental no desempenho do equipamento, pois eles serão desgastados ao longo de sua vida, de modo a garantir o bom funcionamento da máquina.

Com isso, torna-se inviável a sua recuperação, sendo necessário assim o levantamento dos itens de sacrifício pertencentes ao equipamento, determinação da periodicidade de execução do serviço (fim da vida útil) e posterior elaboração de plano para simples substituição dos mesmos, havendo até a possibilidade inclusão dessa natureza de serviço no plano de manutenção preventiva, de modo proporcionar uma economia de tempo e documentação.

#### *2.6.5.4 Plano de manutenção preventivo*

O plano de manutenção preventivo consiste no levantamento de atividades de manutenção, com periodicidades predeterminadas, de forma a atender todo o setor fabril e garantir o pleno funcionamento de seus equipamentos (VIANA, 2002).

Com isso, para estruturação de um bom plano de manutenção preventiva, assim como os demais planos explicitados anteriormente, faz-se necessário o mapeamento dos equipamentos do setor fabril, bem como dos componentes pertencentes a cada máquina, de modo a viabilizar um estudo de possíveis falhas potenciais, e assim, desenvolver um plano de manutenção preventivo baseado em ações para bloqueá-las, de tal forma que evite o desperdício de tempo com manutenções desnecessárias, além de custos provenientes da utilização de materiais e alocação de homem hora para execução desses serviços corretivos, aumentando assim a disponibilidade dos equipamentos.

#### *2.6.5.5 Plano de manutenção preditivo*

O plano de manutenção preditivo não difere dos demais planos no que concerne ao levantamento de uma base de dados referentes aos equipamentos do setor fabril. Com isso, todas as ações explicitadas no item anterior deverão ser realizadas, de modo a atender todos os equipamentos, e assim, proporcionar uma melhoria da produtividade dos mesmos.

As técnicas preditivas mais empregadas exigem equipamentos mais elaborados e profissionais mais especializados, sendo ainda um plano com um alto custo, porém a certo ponto se torna compensatório, tendo em vista que este, diferentemente do plano preventivo, visa monitorar o funcionamento do equipamento, levando-o a operar até que seu limite de operação seja atingido, sendo necessário executar uma manutenção para evitar a falha ou corrigir possíveis falhas potenciais ao sistema.

### **2.7 Controle da manutenção**

Após a estruturação de um planejamento de manutenção para os equipamentos pertencentes ao setor fabril, cabe ao setor de PCM avaliar, através dos índices de manutenção, a eficiência das ações estabelecidas, bem como realizar o acompanhamento da evolução da ação humana mantenedora, de modo a retratar a real situação da empresa.

Com isso, o controle da manutenção se torna uma ferramenta fundamental para nortear as decisões gerenciais, tendo em vista que os indicadores de manutenção são capazes de mensurar tanto ações implantadas que não estão sendo lucrativas para empresas como ações bem sucedidas, além de monitorar a eficiência da implantação de novos projetos ou contribuindo no controle de custos da empresa.

A ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção realiza pesquisas desde 1985 para divulgação dos índices de manutenção apresentados em diversas indústrias brasileiras, principalmente para disponibilização de dados para comparação (Benchmarking). Em 2009, a ABRAMAN divulgou um documento nacional com os indicadores de desempenho da manutenção mais utilizados nas indústrias brasileiras que estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais indicadores de desempenho utilizados por indústrias brasileiras

Principais Indicadores de Desempenho Utilizados (Grau de Importância - GI)									GI 2009
Tipos	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	
Custos	26,21	26,49	26,32	25,91	21,45	21,96	20,33	18,98	2
Frequência de Falhas	17,54	12,20	14,24	16,22	11,66	12,17	9,75	9,81	6
Satisfação do Cliente	13,91	11,01	11,76	11,86	8,62	8,11	8,93	9,38	7
Disponibilidade Operacional	25,20	24,70	22,60	23,24	19,58	19,81	18,51	20,68	1
Retrabalho	9,07	5,65	8,36	8,96	6,06	6,68	3,97	5,33	8
Backlog	8,07	6,55	8,98	10,41	9,32	6,92	11,57	10,02	5
Não Utilizam	-	2,09	2,79	1,22	1,63	0,72	0,33	1,07	9
TMPF (MTTF)	-	-	-	-	11,89	11,69	14,21	12,79	3
TMPR (MTTR)	-	-	-	-	9,56	11,46	11,74	11,94	4
Outros Indicadores	-	11,31	4,95	2,18	0,23	0,48	0,66	0,00	10

Fonte: ABRAMAN – Documento Nacional 2009

## 2.8 Melhoria contínua

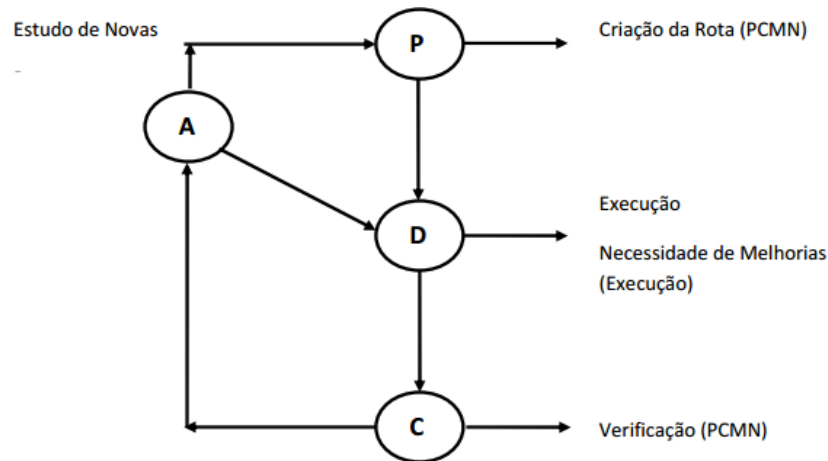
Todos os critérios e assuntos explanados anteriormente são fundamentais para um bom desempenho do setor. No entanto, é possível realizar análises e aplicar métodos de melhoria contínua, advinda do ramo da Qualidade.

Conforme abordado anteriormente, toda instrução de trabalho ou plano de manutenção é passível de constantes revisões, principalmente no que diz respeito ao plano de inspeção de rota, seja por melhorias relatadas pelo técnico mantenedor executante da manutenção ou até pela própria necessidade de inclusão de normas de segurança, qualidade e meio ambiente (ABRAMAN, 2009 *apud* DEMING, 1990).



Assim, é possível propor uma metodologia de melhoria baseada na ferramenta da qualidade denominada PDCA, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Ciclo de melhoria contínua da inspeção de rota



Fonte: DEMING (1990)

Esta ferramenta, por sua vez, é composta por 4 etapas: *Plan* – Planejamento; *Do* – Execução; *Check* – Verificação; *Act* – Ação.

Na primeira etapa, a fase de planejamento consiste na identificação do problema. Segundo Campos (2004), nesta etapa o problema deverá ser definido de forma clara.

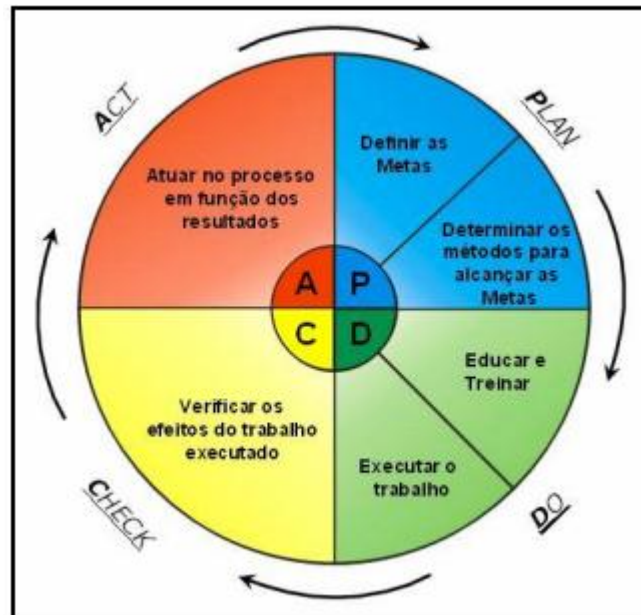
A segunda etapa (observação) consiste na identificação das características específicas do problema. Estas, por sua vez, deverão ser analisadas utilizando-se de uma visão ampla e sob diversos pontos de vista (CAMPOS, 2004).

A análise seria a terceira etapa do planejamento e consiste na descoberta dos fatores do processo que afetam o problema em questão. Seria a etapa na qual se descobrem as causas fundamentais do problema em questão (CAMPOS, 2004).

A etapa final do planejamento consiste na elaboração de um plano de ação que visa à melhoria do processo em questão, através do levantamento de dados e do processo de execução da análise abordada nas etapas antecedentes (SLACK, 2009).

A Figura 7 sintetiza todo ciclo PDCA que será amplamente aplicado no sistema de “inspeção de rota” para melhoria contínua do processo.

Figura 7 – Ciclo PDCA



Fonte: CAMPOS (2004)

Frente a essa realidade, será discutida no tópico seguinte a realização de um estudo de caso para implantação de um sistema de inspeção de rota em uma indústria farmacêutica.

O estudo de caso, por sua vez, foi desenvolvido em uma indústria que, de antemão, já possuía um sistema de gerenciamento da manutenção, com um setor de PCM estruturado, um almoxarifado bem organizado, um corpo de mantenedores treinados e com conhecimento necessário para suprir as necessidades da fábrica, além de um software ERP de gerenciamento, de forma a atender todos os setores da empresa. No entanto, foi constatada a necessidade de implantação dessa área de apoio, de forma a proporcionar uma melhoria dos índices de produtividade e disponibilidade dos equipamentos da empresa. Sendo assim, será apresentada a metodologia utilizada para implantação desse sistema.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 A empresa

A empresa na qual foi desenvolvido o estudo de caso em questão consiste em uma indústria farmacêutica situada no Estado do Ceará.

Há mais de 10 anos no mercado farmacêutico, a indústria já se situa entre as grandes empresas farmacêuticas no ramo de produção de soluções parenterais (injetáveis) de pequeno (SPPV) e grande volume (SPGV), acondicionadas em ampolas e bolsas plásticas, respectivamente.

Para tanto, a empresa conta com setores administrativos responsáveis pela parte burocrática da empresa, setores de garantia da qualidade e validação farmacêutica, aliada a laboratórios bem estruturados para realização de testes necessários para comprovação da qualidade do produto, bem como um setor de manutenção e projetos, objeto de estudo do presente trabalho.

### **3.2 Setor de manutenção**

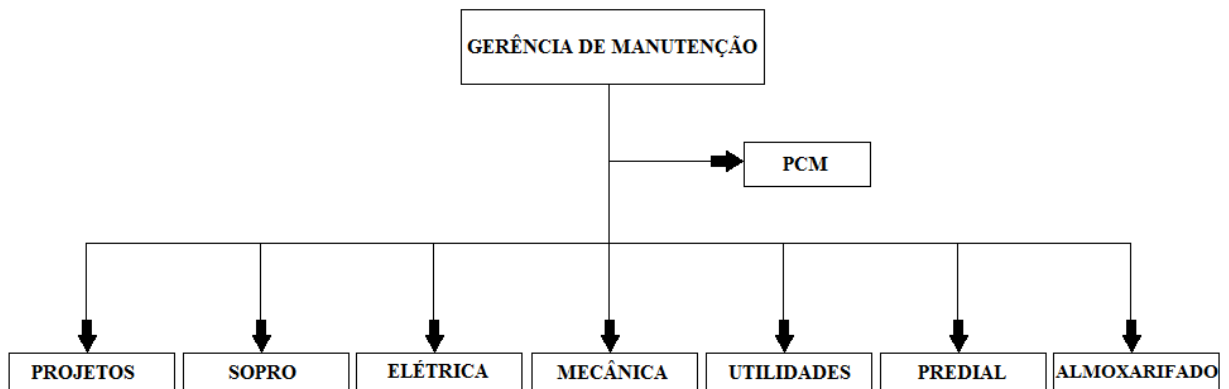
O setor de Manutenção da indústria farmacêutica em questão apresenta uma forma de atuação mista, tendo em vista que existem órgãos específicos responsáveis pela demanda de serviços inerentes à sua área, porém existe um corpo de manutenção central responsável pela emissão das ordens de manutenção preventiva dos respectivos setores, tornando-se assim uma área essencial para o pleno andamento da execução de atividades de manutenção, bem como para o aumento da disponibilidade dos equipamentos pertencentes à planta fabril.

O corpo de manutenção central conta com um departamento de Projetos designada para elaboração de melhorias, bem como para o desenvolvimento de novos equipamentos para aumentar a produtividade da empresa. Além disso, conta com uma gama de colaboradores que estão alocados em departamentos da manutenção conforme suas especialidades, tais como: elétrica, almoxarifado, utilidades, predial e desenho industrial, mecânica, PCM, e por fim, gerência da manutenção.

Cada departamento será responsável pela execução de manutenções relacionadas à sua especialidade, exceto almoxarifado que será responsável pela administração de materiais, sendo todos geridos por um gerente de manutenção. O PCM será um órgão de apoio à gerência, fornecendo as diretrizes para auxílio no gerenciamento da manutenção.

O Sopro (departamento responsável pela fabricação de embalagens plásticas) também conta com um corpo de mantenedores responsáveis especificamente para atendimento da demanda do referido setor, porém também está subordinado à gerência de manutenção, conforme ilustrado no organograma apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Organograma da manutenção



Fonte: Elaborada pelo autor

### 3.3 Setores produtivos

A indústria é composta por 5 linhas produtivas, das quais duas linhas são responsáveis pela produção de soluções parenterais acondicionadas em bolsas plásticas e as outras três linhas serão responsáveis pela produção em ampolas plásticas.

As linhas de produção seguem a mesma linha de raciocínio até a concepção, embalagem e distribuição do produto.

Basicamente, para a concepção do produto, faz-se necessário a realização de 8 etapas do processo produtivo:

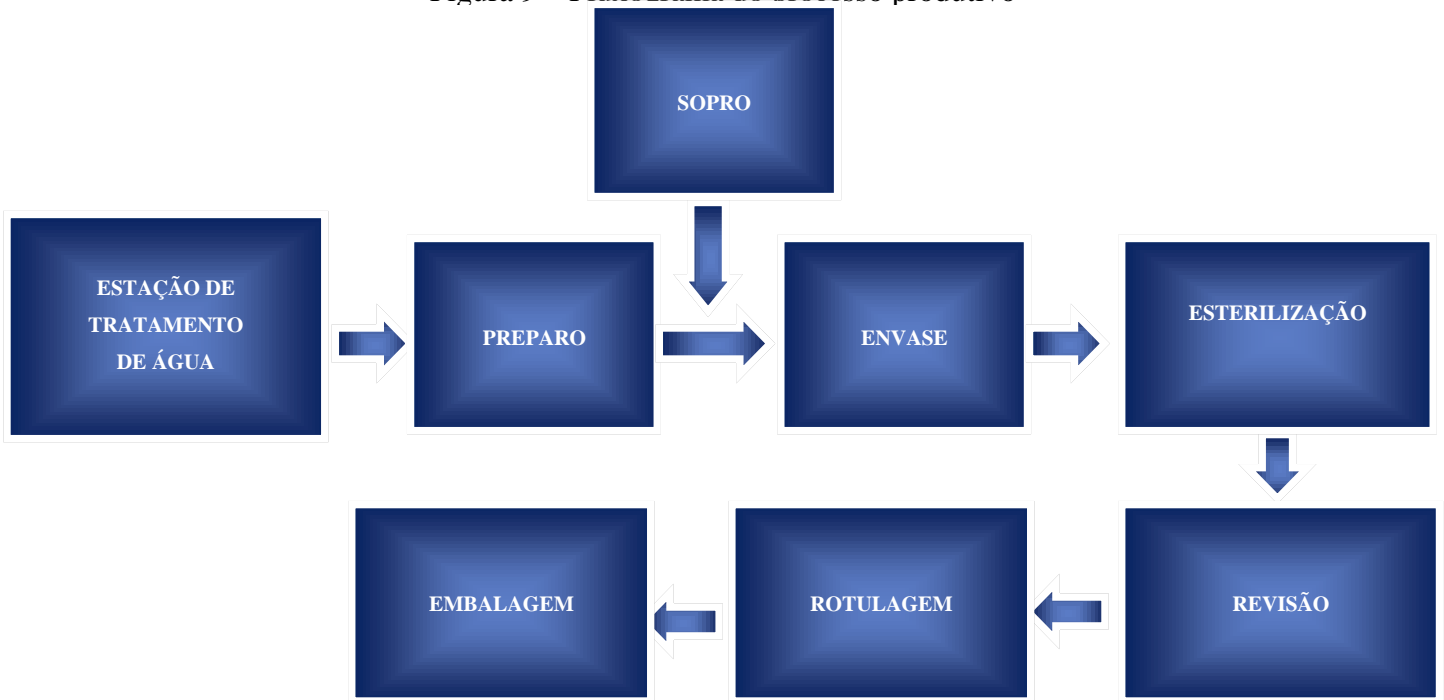
- estação de tratamento de água*: Neste setor, a água captada de poços perpassa uma série de filtros, dessalinizadores e tanques até atingir o padrão necessário para seguir para linha de produção onde serão utilizadas para concepção da solução parenteral. Esse padrão é atestado em laboratório especializado para tal;
- preparo*: Neste setor, considerado uma área limpa (há necessidade da utilização de adornos esterilizados para adentrar o recinto), a matéria-prima proveniente de fornecedores será misturada à água, proveniente da Estação de Tratamento, em tanques construídos em material inoxidável para assim fornecer a solução que será envasada nos recipientes plásticos;
- sopro/fabricação de embalagens*: também considerado uma área limpa, o setor de sopro tem como logística o fornecimento de polietileno moído, proveniente dos moinhos, que recairão em silos de alimentação responsáveis pelo fornecimento da quantidade exata para alimentação das máquinas sopradoras. Estas, por sua vez, através do aquecimento do polietileno acondicionado em moldes

e posterior sopro, produzirá as ampolas e bolsas onde será acondicionada a solução produzida nos tanques de preparo;

- d) *envase*: o setor do sopro está ligado ao setor de envase através de “*pass-through*” onde haverá a disponibilização das embalagens plásticas para envase. Este, também considerado área limpa, será responsável pelo envase da solução em bolsas e ampolas plásticas. Em relação ao processo de envase em ampolas plásticas (Linha 02 e 03), o processo consiste em primeira instância no envase da solução através de uma estação de bicos injetores, um posterior aquecimento dos bicos por meio de resistências e, por fim, uma estação para selagem das ampolas. Quanto ao processo voltado para o envase de bolsas (Linha 01), o equipamento terá uma estação para envase das bolsas por meio de bicos injetores e um posterior recravamento das tampas para fechamento das bolsas. As linhas 04 e 05 contam com um equipamento mais sofisticado responsável tanto pela fabricação como pelo envase do produto;
- e) *esterilização*: o lote será acondicionado em um equipamento denominado autoclave que consiste em uma câmara pressurizada dotada de chuveiros. Por meio de uma bomba hidráulica e trocador de calor por placas, a água será recirculada e aquecida até certa temperatura capaz de esterilizar o lote;
- f) *revisão*: por meio de cabines revisoras, operadores analisarão o produto para verificação de possíveis não conformidades detectáveis;
- g) *rotulagem*: por meio de um equipamento denominado rotuladora, será alocado adesivos contendo referências específicas do produto, de forma a identificá-lo corretamente;
- h) *embalagem*: através de uma bomba de vácuo, será realizado um processo de vácuo em uma câmara onde será acondicionado o lote para verificação da existência de furos nas embalagens. Por fim, embalá-los em caixas específicas e direcioná-las para quarentena para posterior distribuição.

Todas as 8 etapas do processo produtivo estão ilustradas no fluxograma apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Elaborada pelo autor

### 3.4 Princípios básicos do sistema de inspeção de rota

Para a realidade da indústria farmacêutica em questão, foi realizado o mapeamento das áreas e dos equipamentos pertencentes aos seus respectivos setores através de levantamentos *in loco* de todos os componentes de verificação e, após diversas reuniões com técnicos mantenedores, supervisores e analistas de PCM, alinhou-se junto à gerência de manutenção a determinação de implantação de sistema de inspeção de rota com uma periodicidade semanal.

Além do mapeamento das áreas, definição dos itens de verificação e periodicidade para execução das inspeções de rota, definiram-se também os modelos de documentos de folha de inspeção a serem utilizados tanto para natureza elétrica como mecânica.

Baseado no modelo proposto por Viana (2002) disponibilizado no apêndice A, foram realizados levantamentos das principais informações a constarem no documento de inspeção e assim adaptado para um modelo padrão da empresa.

Antes do início da explanação do modelo padrão utilizado para folha de inspeção, vale salientar que o executante da atividade de inspeção deverá atentar-se para utilização de Equipamentos de Proteção Individuais (EPI's), tais como luvas de vaqueta, botas de segurança com biqueira de aço, protetores auriculares e óculos de segurança incolor contra impacto.

Além disso, a inspeção deverá ser realizada somente por pessoal previamente treinado nos procedimentos internos vigentes, de tal modo a assegurar o correto manuseio do equipamento, dentro dos padrões de segurança estabelecidos, além de atentar para a intervenção prévia (Elétrica, água, vapor e ar comprimido) do equipamento. Este, por sua vez, deverá se encontrar previamente desligado e devidamente sinalizado para realização da manutenção vigente, conforme Norma Regulamentadora NR-12.

O modelo padrão de folha de inspeção conta com um campo destinado ao código de registro da folha de inspeção, permitindo assim uma rastreabilidade da mesma, assim como um campo “status” evidenciando o estado em que o equipamento deverá se encontrar ao longo da execução do procedimento de inspeção (em processo ou processo parado), ambos situados no canto superior direito do documento, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Campos “Registro” e “Status”

	<b>Registro:</b> -----
<b>Check-list de Inspeção de Rota</b>	<b>Status:</b> -----

Fonte: Elaborada pelo autor

Logo abaixo do campo descrito na Tabela 2, existe a presença dos campos “Área”, “Equipamento” e “Descrição”, a fim de evidenciar a área onde a máquina está instalada, qual equipamento se trata a folha de inspeção em questão e a descrição da natureza da inspeção (mecânica ou elétrica), respectivamente, conforme ilustrado na Tabela 3.

A primeira coluna será responsável pela discriminação do componente do equipamento a ser vistoriado.

A segunda coluna, situada ao lado, será responsável pela descrição da ação que deverá ser tomada no ato da inspeção do respectivo componente, evidenciando assim especificamente o subcomponente que deverá ser vistoriado.

A terceira e última coluna será responsável pela discriminação dos “Itens de verificação”. Este campo aglomera os parâmetros a serem vistoriados na inspeção. Os parâmetros, por sua vez, diferirão nos documentos de inspeção de natureza elétrica e mecânica, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 - Colunas principais

<b>Área:</b> -----		<b>Itens de Verificação</b>										
<b>Equipamento:</b> -----												
<b>Descrição:</b> -----												
<b>Local de Instalação</b>	<b>Descrição dos itens</b>											
-----	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
-----	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
-----	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fonte: Elaborada pelo autor

Logo abaixo dos parâmetros a serem vistoriados discriminados na Tabela 3, existem células menores em que o colaborador deverá preenchê-los com as letras: “C” (Conforme), “N” (Não conforme) ou “N/A” (Não aplicável), conforme a verificação do parâmetro no subcomponente em questão.

O campo “Observações”, situado na parte inferior do documento, será destinado ao relato da detecção de qualquer tipo de anomalia ao longo da inspeção, conforme ilustrado na Tabela 4.

Após a execução da verificação, três campos estarão discriminados para assinatura, situadas na parte inferior do documento, das quais o primeiro campo será destinado à assinatura do encarregado/supervisor do setor, o segundo campo será de responsabilidade do executante da inspeção e por fim o preenchimento com a data de realização da inspeção em questão, conforme ilustrado na tabela 4.

Tabela 4 - Campos para assinaturas

<b>Legenda:</b>	C – Conforme	N – Não conforme	N/A – Não aplicável
Aceito pelo setor onde foi realizada a inspeção: _____ Assinatura do responsável pela execução: _____ Data de execução: ____/____/____			

Fonte: Elaborada pelo autor

Com isso, é possível elaborar uma folha padrão de inspeção capaz de atender, de modo geral, todos os parâmetros a serem vistoriados em um determinado componente de um equipamento, baseado na exemplificação de folha de inspeção proposta por Viana (2002).



### 3.4.1 Folha de inspeção de natureza mecânica

Para folha de inspeção de natureza mecânica, foram tomados como parâmetros a serem vistoriados, baseando-se na utilização dos sentidos humanos:

- a) *acionamento*: este parâmetro tem como objetivo, através da visão e audição, a análise da partida de um determinado componente, tal como um motor ou uma bomba centrífuga, de forma a verificar a existência de uma possível obstrução mecânica que afete o rendimento do mesmo;
- b) *alinhamento*: este parâmetro visa identificar, através da visão, audição e tato, a existência de um possível desalinhamento do sistema, tal como um eixo motriz ou um próprio rotor de uma bomba, de modo a gerar vibrações no sistema capazes de reduzir a sua vida útil;
- c) *corrente*: este parâmetro será aferido na inspeção de rota elétrica, juntamente com os demais parâmetros de natureza elétrica. Por esse motivo, todas as células do documento de inspeção referentes a esse parâmetro apresentam a cor preta, como indicativo de não aplicação;
- d) *deformação*: evidência de qualquer tipo de alteração/deformação na estrutura do componente ou subcomponente, devido a temperatura ou por qualquer outro motivo, havendo a possibilidade de tornar-se um sintoma potencial que possa vir a comprometer o rendimento do equipamento;
- e) *desgaste*: mediante a utilização da visão e do tato, o mantenedor será capaz de identificar possíveis avarias no componente que possam vir a afetar o desempenho ou até comprometimento do equipamento, tal como uma guarnição para vedação de uma câmara, por exemplo;
- f) *entupimento*: todo e qualquer indício de bloqueio parcial ou total de orifícios reservatórios, tubulações, dentre outros itens que viabilizem a ocorrência deste parâmetro, devido à sujeira, óleo ou por qualquer outro meio;
- g) *estrutura*: avaliação da estrutura do componente ou subcomponente, a fim de evidenciar possíveis desgastes ou mal acabamentos que possam vir a se potencializar posteriormente;
- h) *fixação*: através da utilização da visão e audição, o mantenedor será capaz de identificar a existência de folgas no sistema, tais como parafusos folgados ou

espanados, comprometendo assim a fixação de um determinado componente vital ao sistema;

- i) *folga*: este parâmetro é comumente encontrando em qualquer empresa que possua um setor produtivo que esteja em constante funcionamento. Devido o regime de trabalho, folgas serão geradas em componentes, tais como em rolamentos de mancais, gerando assim esforços excessivos em eixos que poderão comprometer todo o funcionamento de um equipamento. Assim, através do tato, visão e audição, o mantenedor poderá sanar tais ocorrências;
- j) *funcionamento*: este parâmetro será responsável pela verificação geral do equipamento, como um todo. Através da utilização dos sentidos humanos e de conhecimentos prévios relacionados ao funcionamento do equipamento, o mantenedor será capaz de julgar, baseado nas observações realizadas na inspeção de rota anterior, a ocorrência de mudanças no sistema;
- k) *limpeza*: com o auxílio de estopa ou produtos especiais, o mantenedor deverá realizar uma limpeza superficial em itens que apresentem um estado inadequado para operação, tal como lubrificação excessiva ou sujeiras que possam vir a comprometer de alguma forma o rendimento do componente vistoriado;
- l) *lubrificação*: através da visão e audição, o mantenedor será capaz de atestar a necessidade de lubrificação de um componente. Através da experiência do colaborador, a utilização do tato é vital, tendo em vista que mudanças com relação à temperatura de funcionamento do componente também podem ser um indicativo de falta de lubrificação. Para tanto, a elaboração e cumprimento do plano de lubrificação torna-se vital para não ocorrência desses eventos;
- m) *pressão*: Identificação de alimentação adequada do fluido ou mesmo a verificação do ajuste da pressão de componentes ou subcomponentes;
- n) *ruído*: conforme explanado anteriormente, possíveis folgas, estado de lubrificação ou até proximidade do fim da vida útil de um componente, tal como o rolamento de um motorreductor, torna-se um indicativo para verificação imediata. Assim, mediante a utilização da audição, o mantenedor será capaz de agir corretamente e tomar as providências cabíveis para sanar tal problema;
- o) *temperatura*: conforme explanado anteriormente, diversos fatores são causas potenciais para alteração da temperatura ao longo do estado de funcionamento

do componente. Assim, o mantenedor será capaz de atestar tal mudança através da utilização do tato;

- p) *vazamento*: o mantenedor irá utilizar-se da visão e olfato para averiguação da existência de vazamentos em um determinado componente, tais como vazamento de óleo, graxa ou até gases combustíveis, se aplicado ao sistema.
- q) *viscosidade*: Utilizando-se do tato, o mantenedor deverá verificar o estado de óleos lubrificantes, a fim de averiguar a consistência/viscosidade do fluido;
- r) *vibração*: parâmetro fundamental a ser avaliado, tendo em vista que o indicativo do aumento na vibração do equipamento possibilita a obtenção de uma série de causas para ocorrência do mesmo. Parâmetro normalmente empregado para averiguação em motores;
- s) *outros*: parâmetro utilizado caso haja a necessidade de relatar qualquer outro tipo de anomalia ou mesmo acrescentar parâmetros a serem verificados.

Os parâmetros de verificação de natureza mecânica estão ilustrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Itens de verificação de natureza mecânica

Acionamento	Alinhamento	Corrente	Deformação	Desgaste	Entupimento	Estrutura	Fixação	Folga	Funcionamento	Limpeza	Lubrificação	Pressão	Ruído	Temperatura	Vazamento	Viscosidade	Vibração	Outros
-------------	-------------	----------	------------	----------	-------------	-----------	---------	-------	---------------	---------	--------------	---------	-------	-------------	-----------	-------------	----------	--------

Fonte: elaborada pelo autor

### 3.4.2 Folha de inspeção de natureza elétrica

Para folha de inspeção de natureza elétrica, foram tomados como parâmetros a serem vistoriados, baseando-se na utilização dos sentidos humanos e de equipamentos para aferição, tais como multímetros e jogo de chaves:

- a) *alarme*: este parâmetro tem como objetivo, através da visão e audição, a verificação dos itens de segurança pertencentes ao sistema, de modo a assegurar que os mesmos não apresentam qualquer falha;
- b) *ajuste do térmico*: utilizados como relés de proteção frente a sobrecargas, tal como elevação inesperada de corrente elétrica, este item se torna fundamental para inspeção;

- c) *aquecimento*: por meio do tato, o técnico mantenedor deverá verificar a temperatura do componente. Técnica usualmente empregada em motores de indução elétrica para verificação do estado de trabalho do mesmo e, caso apresente uma temperatura elevado, pode haver um indicativo de corrente elétrica alta e risco de queimar o motor;
- d) *bornes*: com o auxílio da visão, o mantenedor será capaz de atestar a necessidade de realização nos bornes de um determinado componente, de modo a não comprometer o rendimento do mesmo;
- e) *cabos*: inspeção por meio da visão a integridade dos cabos, de modo a evitar a existência de cabos desencapados que possam vir a causar acidentes de trabalho ou trazer prejuízos para o equipamento, tais como curto-circuitos ou fuga de corrente;
- f) *corrosão*: verificação por meio de visão da existência de focos de corrosão na estrutura do componente;
- g) *condutores elétricos*: também aplicado no parâmetro cabos, consiste na verificação, por meio da visão, da integridade dos condutores elétricos, de modo a assegurar o correto funcionamento do componente, evitando a existência de possíveis falhas devido a não condução de eletricidade;
- h) *conexões elétricas*: atestar por meio de multímetro e pontas de prova, a existência de fugas de corrente;
- i) *corrente elétrica*: com o auxílio de multímetro, o mantenedor deverá aferir a corrente do componente e comparar com a nominal entre fases.
- j) *Curto-circuito*: verificação da existência de componentes curto-circuitados para então providenciar a substituição dos mesmos;
- k) *estrutura*: por meio da visão, o técnico mantenedor será capaz de atestar a necessidade de reparos na estrutura de um determinado componente;
- l) *integridade*: Verificação, por meio da visão, da estado em que se encontra o sistema elétrico de um componente, atestando a necessidade de abertura de ordem de manutenção para realização de substituições ou melhorias no mesmo;
- m) *fixação*: item de suma importância, tendo em vista que a má fixação de um componente a uma estrutura ou a outro componente pode vir a comprometer seu pleno funcionamento;

- n) *funcionamento*: este parâmetro será responsável pela verificação geral do equipamento, como um todo. Através da utilização dos sentidos humanos e de conhecimentos prévios relacionados ao funcionamento do equipamento, o mantenedor será capaz de julgar, baseada nas observações realizadas na inspeção de rota anterior, a ocorrência de mudanças no sistema;
- o) *limpeza*: certas vezes, as instalações elétricas estão em constante contato com sujeiras ou lubrificantes indesejáveis que possam afetar seu funcionamento;
- p) *prensa cabo*: verificação, através da visão, da necessidade de ajuste dos prensa cabos, de modo a assegurar o correto funcionamento do componente;
- q) *ruído*: através da audição, o técnico mantenedor será capaz de averiguar a existência de ruídos anormais no componente, estes podendo ser indicativos de natureza mecânica, tal como uma má lubrificação ou folga de rolamentos, ou até de natureza elétrica, tal como uma má instalação elétrica ou indícios de sujeira;
- r) *umidade*: vilão das instalações elétricas, a presença de umidade pode comprometer todo o sistema de funcionamento do equipamento, sendo assim tarefa vital do técnico mantenedor evitar que essa umidade entre contato com os componentes elétricos do mesmo;
- s) *vibração*: este item não se destina apenas às inspeções de rota de natureza mecânica. O técnico eletricista também será responsável por averiguar a existência de vibrações anormais no sistema e alertar ao próprio mecânico a existência de tal fenômeno, tendo em vista que este tipo de acontecimento poderá comprometer futuramente o rendimento do componente ou até provocar a quebra de um subcomponente;
- t) *outros*: parâmetro utilizado caso haja a necessidade de relatar qualquer outro tipo de anomalia ou mesmo acrescentar parâmetros a serem verificados.

Os parâmetros de verificação de natureza elétrica estão ilustrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Itens de verificação de natureza elétrica

Alarme
Ajuste do Termico
Aquecimento
Bornes
Cabos
Corrosão
Condutores
Conexões elétricas
Corrente Fase R
Corrente Fase S
Corrente Fase Y
Curto-circuito
Estrutura
Integridade
Fixação
Funcionamento
Limpeza
Prensa cabos
Ruido
Umidade
Vibração
Outros

Fonte: elaborada pelo autor

### 3.5 Documentação

A inspeção de rota, como todo e qualquer documento perpassa por uma série de etapas burocráticas que devem ser respeitadas.

Segundo Cruz *et al.* (2013 *apud* RHOADS *et al.*, 1989), a gestão dessa documentação deverá perpassar um ciclo classificado em 3 etapas:

- a) *produção de documentos*: fase fundamental para garantia da elaboração de documentação essencial, apenas, bem como para assegurar a utilização dos recursos necessários para elaboração da mesma;
- b) *utilização dos documentos*: fase responsável pelo controle, armazenamento e fácil acesso a documentação necessária para execução de uma atividade, bem como da seleção do material e alocação da documentação;
- c) *destinação dos documentos*: fase responsável pela definição do tempo de armazenamento da documentação por razões administrativas, além da elaboração de programa de destinação da documentação.

Segundo Cruz (2013), os documentos deverão obedecer à abordagem das “três idades”, na qual o documento deverá passar por três fases distintas de arquivamento:

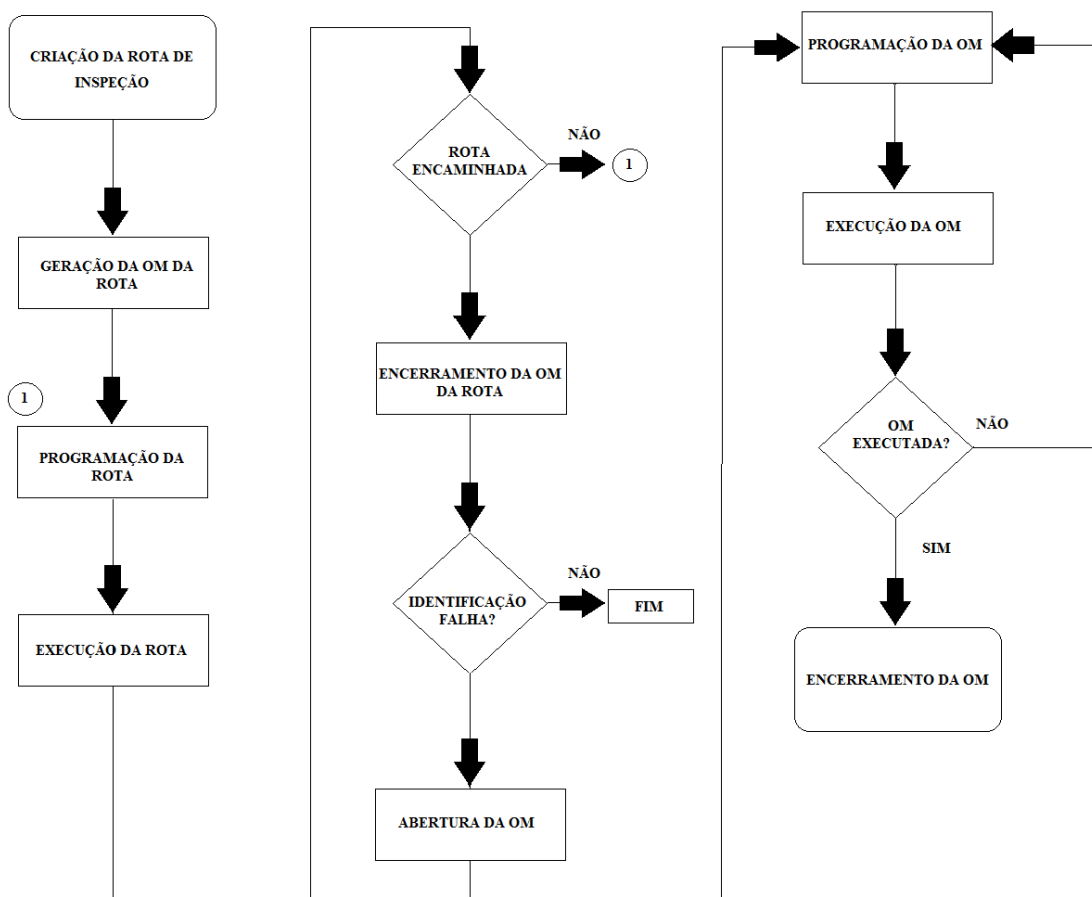
- a) *fase corrente ou primeira idade*: consiste na fase em que os documentos são constantemente consultados e com exclusividade da fonte geradora, ainda cumprindo as finalidades pela qual foi desenvolvido;
- b) *fase intermediária ou segunda idade*: consiste na fase de uso eventual por parte da administração elaboradora do documento, havendo a necessidade de conservá-los em arquivo temporário, aguardando a eliminação ou recolhimento;

c) *fase permanente ou terceira idade*: consiste na fase em que a documentação já cumpriu sua finalidade e deverá ser preservada em arquivo para fins comprobatórios.

Vale salientar que a elaboração de um plano de inspeção de rota desencadeará a emissão periódica de ordem de manutenção para realização da inspeção. Em caso de detecção de possível sintoma de falha ou não conformidade em um determinado sistema, o mantenedor poderá abrir uma ordem de manutenção de modo a executá-la imediatamente ou submetê-la à programação para posterior realização, conforme a criticidade do equipamento.

Assim, as ordens de manutenção provenientes do plano de inspeção deverão obedecer ao fluxograma, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Fluxograma proveniente do plano de inspeção de rota



Fonte: VIANA (adaptado)

Ao longo do desenvolvimento do presente trabalho, cada equipamento pertencente à planta fabril, bem como equipamentos pertencentes a outros setores, tais como utilidades,

foi submetido ao levantamento de dados para elaboração das folhas padrões de inspeção de rota elétrica e mecânica, de modo a atender toda a demanda da fábrica.

Tendo em vista que a indústria farmacêutica em questão conta com cinco linhas de produção que basicamente seguem o mesmo princípio de raciocínio, utilizando-se de equipamentos similares, apesar de suas peculiaridades, será exposta a metodologia de trabalho empregada para elaboração do plano de inspeção dos equipamentos pertencentes à Linha de Produção Número 5, baseada nos conhecimentos prévios explanados anteriormente.

Assim, esta linha servirá como base para ilustração de todo o processo produtivo das demais linhas, com apenas algumas mudanças específicas do processo produtivo que serão descritas ao longo do tópico seguinte.

### **3.6 Metodologia de trabalho**

Para todos os setores da Linha de Produção Número 5, conseqüentemente para as demais linhas, adotou-se conforme citado anteriormente uma metodologia investigativa que, através do levantamento *in loco* de itens pertencentes a cada equipamento, seria possível a elaboração da folha padrão de inspeção de rota de tal forma que o mantenedor, ao realizar a vistoria completa do equipamento, tenha informações necessárias para avaliação do estado do equipamento, baseado no estado apresentado na vistoria realizada anteriormente.

Com isso, tornar-se-á possível realizar o total controle da ocorrência de mudanças no sistema e, por conseguinte, a tomada prévia de providências, evitando assim paradas desnecessárias e aumentando assim a disponibilidade do equipamento, motivo principal da realização do estudo de caso em questão.

Assim, seguindo a lógica de produção ilustrada anteriormente, teremos os setores de preparo, sopro, envase, esterilização, revisão, rotulagem e embalagem, respectivamente, a serem percorridos a seguir.

Vale salientar que, diferentemente das demais linhas, a linha 5 apresenta uma peculiaridade. O setor de sopro e envase estão concatenados em apenas 1 equipamento automatizado que será explanado com mais detalhes posteriormente.

A seguir, serão dadas visões gerais do funcionamento de cada equipamento, atendendo-se para os itens passíveis de verificação ao longo da inspeção de rota.



### 3.6.1 Preparo

O setor de preparo consiste em uma área limpa, também conhecida comumente como área classificada e será responsável pela preparação da solução que posteriormente será envasada em ampolas plásticas.

Este setor, por sua vez, conta com dois tanques de preparo e válvulas tipo borboleta com diafragma, ambos fabricados em aço inoxidável 316L.

Diferentemente das demais linhas de produção, esse setor não apresenta nenhum outro tipo de componente crítico. Assim, o produto será liberado para máquina de envase por meio de diferencial de pressão.

A Figura 11 ilustra os tanques de preparo pertencentes ao referido setor.

Figura 11 - Tanques de preparo



Fonte: Elaborado pelo autor

Com isso, nota-se que os equipamentos pertencentes ao setor não possuem componentes críticos a serem verificados. Entretanto, as válvulas tipo borboleta presentes na tubulação que serão direcionadas para o setor de envase e a guarnição alocada nas tampas dos tanques para perfeita vedação dos mesmos seriam itens a serem vistoriados ao longo da inspeção de rota, a fim de verificar a existência de possíveis vazamentos ou até estado de conservação.

Tendo em vista que não há a presença de componentes elétricos a serem vistoriados neste setor, a elaboração de uma inspeção de rota mecânica para verificação dos itens descritos acima já seria satisfatória, de modo a atender integralmente as necessidades apresentadas no setor em questão.

As inspeções de rota de natureza mecânica de ambos os tanques estão disponíveis no apêndice B para visualização.

### 3.6.2 *Sopro/Envase*

O equipamento concernente a este setor é proveniente da Alemanha. Ele consiste em uma máquina totalmente automatizada, sendo possível controlá-la por meio de parâmetros através de software supervisorio comandado por Comando Lógico Programável, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Máquina de sopro/envase



Fonte: <http://www.abrasp.org.br/downloads/2011/Rommelag.pdf>

Este equipamento, por ser automatizado, requer uma maior atenção, tendo em vista que possui uma série de itens que necessitam de ajustes finos para o perfeito funcionamento do mesmo.

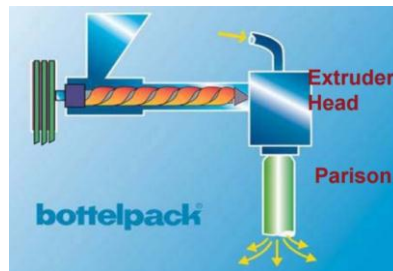
Esta máquina, por sua vez, é comumente conhecida pela execução do processo BFS, nomenclatura proveniente do inglês “*Blow-fill-seal*” que significa Sopro – Envase – Selagem. Assim, ele é capaz de executar plenamente essas três ações, aumentando assim a sua produtividade e reduzindo custos com mão-de-obra para operação do mesmo. Em contrapartida, a necessidade do mantimento de peças sobressalentes onerosas em estoque equilibra esse quadro.

Para fins didáticos, é possível classificar o equipamento em três estações:

- a) estação de fabricação de ampola/envase;
- b) estação de punção;
- c) estação de separação.

Basicamente, a estação de fabricação de ampola/envase consiste na etapa principal do processo. Nesta etapa, uma extrusora executará o processo de aquecimento de polietileno moído proveniente de silos de alimentação. Esse polietileno moído será aquecido a altas temperaturas, de tal modo que será formado um parison (material plástico aquecido). Esse parison será expulso pela extrusora, através de um motor hidráulico, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Extrusora/Formação do parison

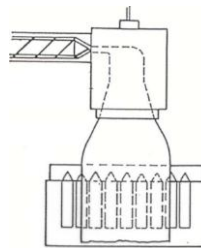


Fonte:HOLOPACK

Um motor de indução magnética responsável pela movimentação antagônica circular dos moldes permitirá que os mesmos se unam justamente onde está parison, permitindo assim que o parison preencha os moldes e forme as ampolas plásticas.

A Figura 14 ilustra perfeitamente a modelagem do sistema em questão.

Figura 14 - Formação da ampola



Fonte: HOLOPACK

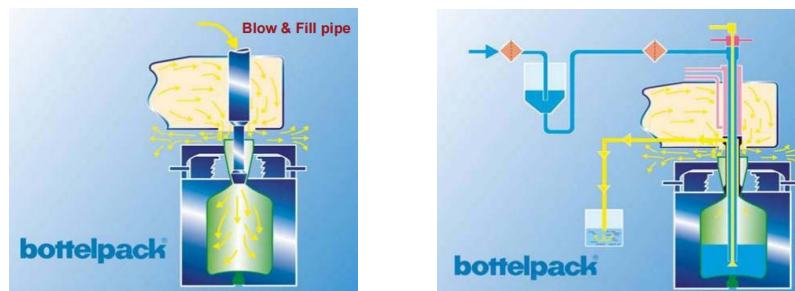
Em seguida, agulhas dispostas acima da extrusora realizarão o processo de sopro e posterior vácuo da ampola formada e, logo em seguida, já será realizada o envase da solução produzida no setor de preparo.

Nesse curto instante de tempo em que os moldes estão unidos, espécies de facas dispostas nas extremidades de cada molde realizará o processo de selamento (fechamento da ampola). Assim, um conjunto de ampolas já envasados será disposto em uma esteira transportadora que direcionará para a estação seguinte.

A estação de punção como é comumente conhecida consiste basicamente na retirada das rebarbas das ampolas por meio de um acionamento por motor.

Ao final, motorreductores realizarão o processo de direcionamento para a estação de separação onde o conjunto de ampolas será dividido em conjuntos menores de 5 ampolas que serão direcionados para posterior revisão, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 15 – Esquema de sopro e envase da ampola plástica



Fonte: HOLOPACK

Foram fornecidas apenas informações gerais quanto ao funcionamento do equipamento. Os componentes a serem vistoriados estão descritos rigorosamente nas folhas de inspeção de natureza mecânica e elétrica disponibilizadas no apêndice C para visualização.

### 3.6.3 Esterilização

A Figura 16 ilustra o equipamento utilizado no setor de esterilização da empresa. Esta máquina, comumente conhecida como autoclave será responsável pela realização do processo de esterilização das ampolas. Ela, por sua vez, executará tal atividade por meio de sistema de aspersão e recirculação de água quente no interior da câmara.

Figura 16 - Autoclave



Fonte: Elaborado pelo autor

O processo de esterilização ocorre por meio da exposição do lote por tempo pré-determinado à água aquecida em temperatura estabelecida de acordo com produto a ser esterilizado.

O equipamento, por sua vez, consiste em uma câmara dotada de duas portas corredeiras, dispostas sobre trilhos. Rolamentos situados nestes trilhos serão responsáveis pela movimentação lateral das portas. Ao redor destas, existe uma guarnição em que está alocada bolsa de borracha que será preenchida com ar comprimido, de modo a garantir a total vedação do sistema.

O aquecimento e homogeneização da água no interior da autoclave são realizados por meio de um sistema composto por trocador de calor, bomba de circulação da água e banho tipo chuveiro. A Autoclave, por sua vez, utiliza-se de um sistema de aquecimento indireto por meio de trocador de calor por placas.

A água situada em um tanque alocado abaixo do equipamento será aspirada por meio de uma bomba centrífuga, sendo aquecida no trocador de calor que é abastecido com vapor, proveniente de uma caldeira, e retorna para o interior da autoclave através de tubulações perfuradas, tal como um chuveiro, dispostas ao longo do comprimento da câmara.

O sistema de resfriamento da água interna da autoclave é realizado por meio de processo similar ao de aquecimento, porém, a outra face do trocador de calor não mais é alimentada por vapor, e sim, por água resfriada proveniente de torres de resfriamento.

A Figura 17 ilustra perfeitamente o sistema utilizado para realização da esterilização do produto.

Figura 17 - Sistema de aquecimento e arrefecimento da água para esterilização

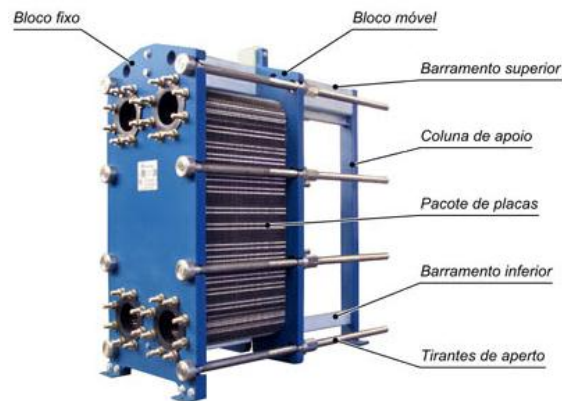


Fonte: Elaborado pelo autor

O trocador de calor por placas é comumente empregado em indústrias que necessitam realizar transferência de calor em um fluido de processo. Este item basicamente possui 4 orifícios dentre os quais dois são destinados ao fluido de processo e os demais são destina-

dos a o fluido para troca térmica (Neste caso, vapor e água para resfriamento). O trocador conta com diversas placas que proporcionarão a plena transferência de calor e, ao redor das mesmas, estão situadas gaxetas (Borrachas) para vedação do equipamento, impedindo a existência de vazamentos no componente e consequente diminuição da eficiência, conforme ilustrado na Figura 18.

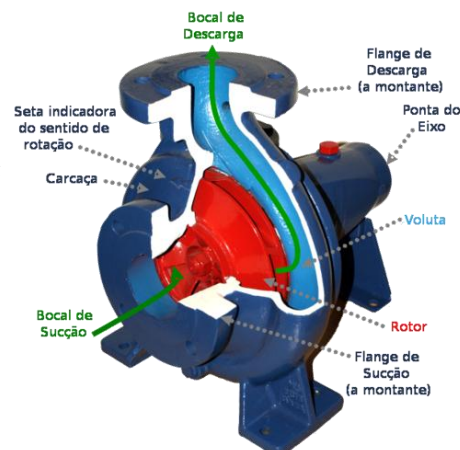
Figura 18 – Trocador de calor por placas



Fonte: [http://www.dantherm.com.br/prod\\_trocador\\_placas.htm](http://www.dantherm.com.br/prod_trocador_placas.htm)

Um motor de indução magnética será responsável pela movimentação do eixo principal acoplado a bomba. Esta impulsionará o fluido de processo para o tanque de água por meio da movimentação de um rotor, acoplado ao mesmo eixo, contendo palhetas curvadas. Um selo mecânico será responsável pela vedação da bomba, impedindo que ocorram vazamentos ou possível fuga de líquido para o motor (estator), conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 – Bomba centrífuga



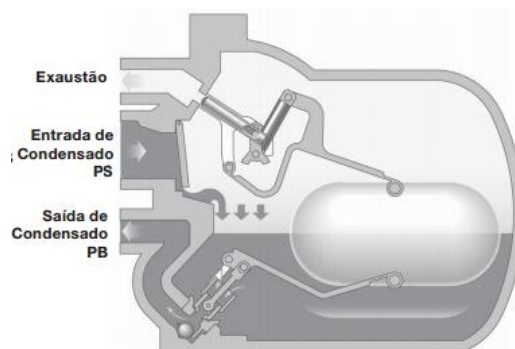
Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_centric%C3%ADfuga](https://pt.wikipedia.org/wiki/Bomba_centric%C3%ADfuga)

Um sistema composto por válvulas pneumáticas tipo esfera tri-partida e esfera oblíqua, juntamente com válvulas manuais tipo esfera tri-partida e esfera monobloco serão responsáveis pela liberação e obstrução de fluidos em tubulações específicas, de acordo com a programação realizada em Controle Lógico Programável para o equipamento em questão.

Outro item a ser verificado seria o funcionamento e estado do purgobomba. Este item será responsável pela “expulsão” de condensado gerado em tubulações ao longo do processo.

A Figura 20 ilustra os componentes de um purgobomba. Este item, por sua vez consiste em uma câmara composta por uma boia que será responsável pelo controle do nível de condensado presente na câmara, funcionando assim como uma válvula de escape.

Figura 20 - Purgobomba



Fonte:Manual de instalação Spirax Sarco

Com isso, através de um levantamento de dados *in loco*, nota-se a presença de diversos componentes críticos a serem realizadas vistorias, desde conexões pneumáticas responsáveis pela liberação e interrupção de fluxo, bem como o próprio trocador de calor por placas e bomba centrífuga, até o próprio purgador responsável pelo processo de purga de condensado gerado no sistema. Além de itens de verificação de natureza elétrica, tais como o próprio quadro elétrico, bomba centrífuga e sensores.

As inspeções de rota de natureza mecânica e elétrica estão mais detalhadas na folha de inspeção disponibilizada no apêndice D para visualização.

### 3.6.4 Revisão/Rotulagem

O equipamento pertencente a estes setores será responsável pela execução do processo de revisão e rotulagem.

O equipamento pode ser dividido em três estações para fins explicativos:

- a) estação de revisão;
- b) estação de rotulagem;
- c) estação de embalagem.

A estação de revisão é dotada de uma esteira central movimentada por motorreductores onde as ampolas recircularão e operadores deverão pegá-las e submeter a um processo de revisão, com um auxílio de um painel composto por uma lente de aumento e uma luz que incide diretamente sobre a ampola, de modo a facilitar na identificação de não conformidades no produto.

Em seguida, o operador alocará a ampola revisada em uma esteira de transporte lateral que seguirá para estação de rotulagem. Nesta estação será alocado o rótulo de identificação da ampola. Esta perpassará por um sistema de rotulagem composto por sensores de presença, câmera de leitura para verificação de lote e sistema de expulsão por meio de ar comprimido, em caso de apresentação de não-conformidades.

Ao final, a ampola seguirá para estação de embalagem composta por três esteiras movimentadas por motorreductores que serão responsáveis pelo transporte de caixas onde serão alocadas as ampolas.

A Figura 21 ilustra as estações do equipamento para uma melhor visualização do processo em questão.

Figura 21 - Estações do equipamento de revisão/rotulagem



Fonte: Elaborado pelo autor

O motorreductor será item de suma importância a ser verificado ao longo da inspeção de rota. Este basicamente será responsável pela transmissão de movimento rotativo com torque elevado.



O motorreductor consiste em um motor de indução acoplado a um reductor composto por um parafuso sem fim movimentado pelo eixo do motor, movimentado assim uma engrenagem cilíndrica de dentes helicoidais que será responsável pela redução da velocidade da esteira, de acordo com a relação de redução disponibilizada pelo fabricante. O reductor, por sua vez, está imerso em uma camada de óleo para lubrificação de seus componentes, sendo necessário retentores para total vedação do mesmo, conforme ilustrado na Figura 22.

Figura 22 - Motorreductor



Fonte: [http://www.etepiracicaba.org.br/cursos/apostilas/mecanica/3\\_ciclo/projetos\\_mecanicos.pdf](http://www.etepiracicaba.org.br/cursos/apostilas/mecanica/3_ciclo/projetos_mecanicos.pdf)

Assim, este equipamento apresenta diversos componentes a serem realizadas vistorias, desde componentes críticos como motorreductores de movimentação das esteiras, rolamentos dos mancais de eixos motores, sistema pneumático para expulsão de ampolas não conformes, até os próprios sensores ópticos utilizados no equipamento, tendo em vista que qualquer desvio da sua funcionalidade comprometeria a qualidade do produto, tendo em vista que proporcionaria erros como não conformidades relacionadas à identificação de lote, validade e rastreabilidade do mesmo.

As inspeções de rota de natureza mecânica e elétrica estão mais detalhadas na folha de inspeção disponibilizada no apêndice E para visualização.

### **3.6.5 Embalagem**

O equipamento pertencente a este setor consiste em uma câmara de vácuo responsável pela realização de um processo de vácuo no lote proveniente do setor de rotulagem, de modo a verificar a existência de ampolas que apresentam furos, sendo assim descartadas posteriormente, caso apresente essa não conformidade.

A Figura 23 ilustra o equipamento utilizado para realização do processo em questão.

Figura 23 - Câmara de vácuo



Fonte: Elaborado pelo autor

Para tanto, duas bombas de vácuo industriais são responsáveis pela execução do vácuo em todos os equipamentos pertencentes à planta fabril que necessitam desse processo. Vale salientar que a inspeção de rota das bombas de vácuo é tratada a parte, tendo em vista que as mesmas estão alocadas no setor de utilidades, havendo assim uma folha de inspeção específica para elas.

Assim, o equipamento consiste em uma câmara hermeticamente fechada dotada de uma porta com movimento de abertura e fechamento vertical acionada pela movimentação de cabos de aço e polias conectados a uma unidade hidráulica (reservatório contendo o óleo hidráulico, cilindro hidráulico, motor e válvulas atuadoras).

Cilindros pneumáticos de segurança atuarão nas extremidades da porta de forma a impedir que a mesma desça quando estiver com aberto.

Semelhante à autoclave, esta câmara também possui uma guarnição onde está alocada bolsa de borracha que será preenchida com ar comprimido, de modo a garantir a total vedação do sistema.

A Figura 24 ilustra os componentes utilizados para realização do processo em questão.

Figura 24 - Unidade hidráulica



Fonte: Elaborado pelo autor

A unidade hidráulica basicamente consiste em um pistão alocado em uma câmara imersa em óleo. Este óleo será responsável pela movimentação desse pistão através da pressurização do mesmo, possibilitado por uma válvula de controle direcional acoplado entre o motor de indução e o reservatório de óleo (cárter).

Com isso, através de um levantamento de dados, nota-se que o equipamento em questão é dotado de componentes críticos, tais como a própria bomba de vácuo que é referenciada em outra inspeção de rota específica, bem como o sistema pneumático e hidráulico utilizado para deslocamento da porta, além da junta guarnital responsável pela vedação da câmara e itens de verificação de natureza elétrica tais como quadro elétrico e motor da unidade hidráulica.

As inspeções de rota de natureza mecânica e elétrica estão disponíveis no apêndice F para visualização.

## 4 CONCLUSÃO

No presente trabalho, realizou-se a elaboração de um plano de inspeção de rota sensitiva, de tal forma a abranger todos os equipamentos pertencentes à planta fabril da indústria farmacêutica em estudo.

Esse sistema de inspeção ainda se encontra em fase de implementação, tendo em vista que o software de gerenciamento de manutenção está sofrendo atualizações, impossibilitando assim o levantamento de dados comprobatórios de melhorias nos indicadores de manutenção da empresa. No entanto, o processo de melhoria dos índices de manutenção seria apenas uma consequência da correta aplicação desse sistema, tendo em vista que foi realizado um processo de elaboração bem estruturado do plano, através de reuniões periódicas e mapeamento das áreas, além do fato de que as atividades propostas acabam por se tornarem ações preventivas, porém realizadas com uma periodicidade reduzida, aumentando ainda mais a possibilidade de identificação de sintomas de falhas potenciais.

Sendo assim, a inspeção de rota traria consigo melhorias ao sistema de trabalho de uma indústria, pois a mesma seria responsável pela constante verificação do estado de operação de todos os componentes de um equipamento, por meio de inspeções periódicas realizadas em curtos prazos de tempo, bem como seria responsável pela constante revisão do plano de manutenção preventiva, através da identificação de possíveis melhorias no tange à periodicidade de manutenção, além da viabilização de possíveis identificações de falhas potenciais inerentes ao equipamento.

Assim, o sistema de inspeção de rota se torna uma ferramenta providencial para o setor de manutenção. No entanto, vale ressaltar a devida importância da implantação dos demais planos de manutenção para garantia da qualidade e disponibilidade dos equipamentos.

A manutenção planejada consiste na melhor opção a ser implementada em qualquer empresa, tendo em vista que esta permitirá a redução de custos provenientes de manutenções corretivas inesperadas, aumento da disponibilidade e produtividade do equipamento. No entanto, deve estar em constante processo de melhoria.

Para tanto, faz-se necessário um corpo de Planejamento e Controle da Manutenção bem estruturado, assim como um grupo de colaboradores bem treinados e áreas de apoio, tal como a Engenharia de Manutenção, para somar esforços e promover a constante melhoria dessa metodologia de trabalho.

Vale salientar também a real importância da utilização de um software de gerenciamento da manutenção (ERP) para colaboração dos processos de melhoria no sistema, tendo em vista que essa plataforma permite o fluxo constante de informações entre setores, bem como o controle assíduo de diversos parâmetros que, para a realidade de manutenção, torna-se uma ferramenta de apoio à gerência para elaboração de planos de ações e melhorias, sempre visando o crescimento da empresa.

Com isso, através da concatenação de todos os conhecimentos aqui expostos, seria possível implementar um sistema de planejamento e controle da manutenção a nível de classe mundial dotado de recursos suficientes para redução de custos dispensáveis à empresa, bem como para melhoria dos indicadores de manutenção.

## 5 TRABALHOS FUTUROS

Os estudos pertinentes a esse assunto não se findam aqui. Um aprofundamento das técnicas de inspeção de rota existentes se torna providencial ao sucesso da implantação de um sistema desse gênero, assim como os conhecimentos relacionados à área de planejamento e controle de manutenção.

É possível observar que, com a utilização de software de gerenciamento de manutenção, há a possibilidade de controle de manutenção de componentes de um equipamento. Sendo assim, seria interessante dar continuidade aos estudos na tentativa de elaborar um plano de inspeção de rota de forma a atender cada componente de forma particular, seja ele de pequeno ou grande porte. Com isso, caso o técnico mantenedor identifique uma falha em uma válvula pneumática ou um sensor indutivo, por exemplo, estes estarão devidamente rastreados por meio de tag específico e facilitará o trabalho da manutenção em relação à identificação do item a ser substituído ou verificado.

Vale salientar que a tentativa de implantação de um sistema de inspeção de rota preditivo, atrelado à inspeção de rota sensível, por mais que traga consigo custos onerosos com instrumentos de controle, seria uma excelente ferramenta a ser empregada, visto o total controle do rendimento do equipamento e conseqüente diminuição de parada de produção e de manutenção preventiva.

Assim, uma continuidade dos estudos voltados para essa área poderia aumentar ainda mais o nível de confiabilidade da empresa, bem como de seus indicadores de disponibilidade dos equipamentos e qualidade dos produtos, parâmetros estes que são considerados pilares e que movimentam cada vez mais o mercado de trabalho referente ao ramo industrial.

## REFERÊNCIAS

ABRASP. **Rommelag**. São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.abrasp.org.br/downloads/2011/Rommelag.pdf>> – Acesso em 23 jun. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. **A Situação da Manutenção no Brasil no Ano de 2009**: documento nacional. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/sidebar/documento-nacional/resultado-2009>>. Acesso em 20 jun. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8190**: Simbologia de instrumentação. Rio de Janeiro, 1983. Disponível em: <[http://adjutojunior.com.br/instrumentacao/NBR\\_8190\\_SB\\_124\\_Simbologia\\_de\\_instrumentacao.pdf](http://adjutojunior.com.br/instrumentacao/NBR_8190_SB_124_Simbologia_de_instrumentacao.pdf)> Acesso em 07 jun. 2015

BIGATON, Claudinei. **Apostila de projetos mecânicos**. Centro Estadual Tecnológica Paula Souza . Governo do Estado de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <[http://www.etepiracicaba.org.br/cursos/apostilas/mecanica/3\\_ciclo/projetos\\_mecanicos.pdf](http://www.etepiracicaba.org.br/cursos/apostilas/mecanica/3_ciclo/projetos_mecanicos.pdf)> Acesso em 16 jul. 2015.

BRANCO, G. F. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC controle da qualidade total: no estilo japonês**. 8.ed.Nova Lima: Indg. 2004.

\_\_\_\_\_. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Nova Lima: INDG, Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

\_\_\_\_\_. **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: DG Editors, 1999.

CAMPOS JUNIOR, Estevam. E. **Reestruturação da área de planejamento, programação e controle na gerência de manutenção portuária – CVRD**. Monografia (Engenharia Mecânica). Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2006.

CRUZ, Emília B. **Manual de Gestão de Documentos**. Revista e atualizada. 2. Ed. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <[www.siaapm.cultura.mg.gov.br/acervo/acervo\\_gestao/Manual\\_Gestao.pdf](http://www.siaapm.cultura.mg.gov.br/acervo/acervo_gestao/Manual_Gestao.pdf)> Acesso em: 23 jun. 2015.

DANTHERM REFERÊNCIA EM TROCA TÉRMICA. Disponibilidade em: <[http://www.dantherm.com.br/prod\\_trocador\\_placas.htm](http://www.dantherm.com.br/prod_trocador_placas.htm)> Acesso em 16 jul. 2015.

DEMING, EDWARDS W. **Qualidade: a revolução na produtividade**. Rio de Janeiro, Marques Saraiva. (1990).

DORIGO, Luiz Carlos. **Tecém Tecnologia Empresarial LTDA**. Disponível em: <<http://docente.lages.ifsc.edu.br/clayrton.henrique/MaterialDidatico/Manuten%C3%A7%C3>

%A3o%20Industrial%20-%20ELM4/Aula%2007%20-%20Planejamento%20e%20Controle%20da%20Manuten%C3%A7%C3%A3o%20PCM.pdf>  
Acesso em 13 jun. 2015.

ESTANQUEIRO, Rodrigo Felipe. **Prática de simplificação na implementação do TPM – Total Productive Maintenance: Estudo de caso em empresas do setor automobilístico.** 2008. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D’Oeste, 2008. Disponível em: <[https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/docs/26052012\\_150107\\_rodrigofelippeestanqueiro.pdf](https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/docs/26052012_150107_rodrigofelippeestanqueiro.pdf)> Acesso em 23 mai. 2015.

JASINSKI, Arnaldo. **Modelo de Planejamento de Manutenção.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2005.

MOBLEY,R.Keith ; HIGGINS, Lindley R.; WIKOFF,Darrin J. **Maintenance Engineering Handbook**, 7ed, 2008, McGrawHill. New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, San Juan, Seoul, Singapore, Sydney and Toronto. Printed by USA.

MORAES, P. H. A: **Manutenção Produtiva Total: Estudo de caso em uma empresa automobilística.** Dissertação (Mestrado). Universidade de Taubaté, São Paulo, 2004.

**Normas para tagueamento.** Disponível em: <<http://turmain17.xpg.uol.com.br/materia/Instrumentacao/Tagueamento.pdf>>. Acesso em 07 jun. 2015.

PINTO, A. K., XAVIER, J. N. **Manutenção: Função Estratégica.** Rio de Janeiro: Quality-mark, 2005.

**PORTAL EMPRESAS E DINHEIRO.** Disponibilidade em: <<http://www.empresasedinheiro.com/ciclo-pdca/>> Acesso em 13 mai. 2015.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL– TEM. Normas Regulamentadoras (em português) Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.** Disponibilizado em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>> Acesso em 22 jun. 2015.

RHOADS, James B. **The role of archives and records management in national information systems.** A RAMP study. Paris: UNESCO/UNISIST, 1989.

SADEGHI, Mohammad. **Holopack International Corp.** Columbia. Disponível em: <<http://www.pda.org/docs/default-source/website-document-library/chapters/presentations/new-england/sterile-packaging-of-liquidpharmaceuticals---using-rommelag-bottelpack-blow-fill-seal-machines.pdf?sfvrsn=6>>. Acesso em 24 jun. 2015.

SLACK,N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção;** Revisão técnica Henrique Corrêia, Irineu Giasesi. São Paulo: Atlas, 2009.



SPIRAX SARCO APT14, APT14HC E APT14SHC PURGO-BOMBAS AUTOMÁTICAS. **Manual de instalação e manutenção.** Disponível em: <[http://www.spiraxsarco.com/global/br/Products/Documents/APT14,\\_APT14HC\\_e\\_APT14SHC\\_Purgo-Bombas\\_Autom%C3%A1ticas-Installation\\_Maintenance\\_Manual.pdf](http://www.spiraxsarco.com/global/br/Products/Documents/APT14,_APT14HC_e_APT14SHC_Purgo-Bombas_Autom%C3%A1ticas-Installation_Maintenance_Manual.pdf)> Acesso em 16 jul. 2015.

TAVARES, Augusto Lourival. **A evolução da manutenção.** Revista nova manutenção e qualidade, 2005.

VIANA, H. R. G. **PCM: Planejamento e Controle da Manutenção,** Rio de Janeiro, Qualitymark, 2002.

XAVIER, J. N. **Manutenção – Tipos e Tendências.** Disponível em: <<http://tecem.com.br/site/downloads/artigos/tendencia.pdf>> Acesso em 25 mai. 2015.

APÊNDICE A – MODELO DE FOLHA DE INSPEÇÃO DE ROTA

INSPEÇÃO DE ROTA MECÂNICA

PCM

ÁREA: ENVASAMENTO

ROTA:

SISTEMA: ENCHEDORA

FREQ.: SEMANAL

PÁGINA 1/1

CERVEJARIA X

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

DATA: / /

ITENS DE VERIFICAÇÃO MECÂNICA

EQUIPAMENTO	TAG	FIXAÇÃO	TEMPERATURA	RUIDO	VIBRAÇÃO	LIMPEZA	VEDAÇÃO	CONDIÇÕES GERAIS DE INTEGRIDADE	CONDUTORES ELÉTRICOS	ILUMINAÇÃO	LUBRIFICAÇÃO
ESTRUTURA DA ENCHEDORA	ECH-009-001-001										
MOTOR PRINCIPAL	ECH-009-001-002										
REDUTOR PRINCIPAL	ECH-009-001-003										
BOMBA DE VÁCUO	ECH-009-001-004										
VÁLVULAS DE ENCHIMENTO (PARTE EXTERNA)	ECH-009-001-005										
MACACOS DE ELEVAÇÃO (PARTE EXTERNA)	ECH-009-001-006										
HIDE	ECH-009-001-007										
PAINEL DE CONTROLE	ECH-009-001-008										
INSTRUMENTAÇÃO	ECH-009-001-009										

OK - Situação Conforme (Sem Problemas)

P - Equipamento Parado

N - Situação Não Conforme (Problemática)

EXECUTANTE: \_\_\_\_\_  
VISTOMATRÍCULA

GT.ÁREA: \_\_\_\_\_  
VISTOMATRÍCULA

## APÊNDICE B – FOLHAS DE INSPEÇÃO DO SETOR DE PREPARO

Quadro B.1 – Folha de inspeção de rota de natureza mecânica Tanque 01

Check-list de Inspeção de Rota		Registro N°: INS-ROT-006 Status: Em processo
Área: L05 - PREPARO	Itens de Verificação	
Equipamento: TANQUE DE PREPARO N°01	Descrição dos Itens	
Descrição: Inspeção de Rota Mecânica	Local de Instalação	
1 Tampa	Guarnição	<input checked="" type="checkbox"/>
2 Tubularão	Verificar registros sanitários	<input checked="" type="checkbox"/>
3		<input checked="" type="checkbox"/>
4		<input checked="" type="checkbox"/>
5		<input checked="" type="checkbox"/>
6		<input checked="" type="checkbox"/>
7		<input checked="" type="checkbox"/>
8		<input checked="" type="checkbox"/>
9		<input checked="" type="checkbox"/>
10		<input checked="" type="checkbox"/>
11		<input checked="" type="checkbox"/>
12		<input checked="" type="checkbox"/>
13		<input checked="" type="checkbox"/>
14		<input checked="" type="checkbox"/>
15		<input checked="" type="checkbox"/>
16		<input checked="" type="checkbox"/>
17		<input checked="" type="checkbox"/>
18		<input checked="" type="checkbox"/>
19		<input checked="" type="checkbox"/>
20		<input checked="" type="checkbox"/>
21		<input checked="" type="checkbox"/>
22		<input checked="" type="checkbox"/>
23		<input checked="" type="checkbox"/>
24		<input checked="" type="checkbox"/>
25		<input checked="" type="checkbox"/>
26		<input checked="" type="checkbox"/>
27		<input checked="" type="checkbox"/>
28		<input checked="" type="checkbox"/>
29		<input checked="" type="checkbox"/>
30		<input checked="" type="checkbox"/>
Observações:		
<p>Legenda: C-Conforme      N-Não Conforme      N/A-Não Aplicável</p> <p style="text-align: right;">Aceite do setor onde foi realizada a inspeção: _____ Assinatura do responsável pela execução: _____ Data de realização: ____/____/____</p>		

Quadro B.2 - Folha de inspeção de rota de natureza mecânica Tanque 02

Check-list de Inspeção de Rota		Registro N°: INS-ROT-007 Status: Em processo													
Área: L05 - PREPARO		Itens de Verificação													
Equipamento: TANQUE DE PREPARO N°02															
Descrição: Inspeção de Rota Mecânica															
Local de Instalação		Descrição dos Itens													
1 Tampa		Guarnição													
2 Tubulação		Verificar registros sanitários													
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
Observações:															
Legenda:		C-Conforme      N-Não Conforme      N/A-Não Aplicável Aceite do setor onde foi realizada a inspeção: _____ Assinatura do responsável pela execução: _____ Data de realização: ____/____/____													













Quadro D.2 - Folha de inspeção de rota de natureza elétrica

Check-list de Inspeção de Rota		Registro N°: INS-ROT-004 Status: Em processo																						
Área: L05 - ESTERILIZAÇÃO Equipamento: AUTOCLAVE		Itens de Verificação																						
Descrição: Inspeção de Rota Elétrica		Alarme	Ajuste do Termico	Aquecimento	Bornes	Ca bos	Corrosão	Condutores	Conexões elétricas	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase Y	Corto-circuito	Estrutura	Integridade	Fixação	Funcionamento	Limpeza	Pressão ca bos	Ruído	Umidade	Vibração	Outros	
Local de Instalação	Descrição dos Itens																							
1. Bomba Centrífuga	Inspeccionar ajuste do término respeitando o fator de serviço																							
2. Bomba Centrífuga	Inspeccionar integridade dos cabos e elétricos																							
3. Bomba Centrífuga	Inspeccionar conexões elétricas (Presença de ponto quente)																							
4. Bomba Centrífuga	Medir corrente, Comparar com a nominal entre fases																							
5. Bomba Centrífuga	Inspeccionar integridade física do motor																							
6. Bomba Centrífuga	Inspeccionar presença de ruído no motor																							
7. Bomba Centrífuga	Verificar temperatura do motor																							
8. Bomba Centrífuga	Abrir a caixa de ligação e verificar presença de vazamento																							
9. Sensores ópticos	Reaperto das conexões elétricas e inspeção geral																							
10. Quadro elétrico	Inspeccionar funcionamento da botoeira de emergência																							
11. Quadro elétrico	Inspeccionar conexões elétricas																							
12. Quadro elétrico	Limpeza e inspeção da integridade dos cabos elétricos																							
13. Quadro elétrico	Limpeza e ajuste do término respeitando o fator de serviço																							
14. Quadro elétrico	Inspeccionar disjuntores																							
15.																								
16.																								
17.																								
18.																								
19.																								
20.																								
21.																								
22.																								
23.																								
24.																								
25.																								
26.																								
27.																								
28.																								
29.																								
30.																								
Observações:																								
Legenda:		C-Conforme	N-Não Conforme	N/A-Não Aplicável																				
		Aceite do setor onde foi realizada a inspeção: _____																						
		Assinatura do responsável pela execução: _____																						
		Data de realização: ____/____/____																						

## APÊNDICE E - FOLHAS DE INSPEÇÃO DO SETOR DE REVISÃO/RÓTULO

Quadro E.1 - Folha de inspeção de rota de natureza mecânica

Check-list de Inspeção de Rota		Registro N°: INS-ROT-009 Status: Em processo																			
Área:	Local de Instalação	Descrição dos Itens	Itens de Verificação																		
Equipamento:			Alinhamento	Corrente	Deformação	Desgaste	Entupimento	Estrutura	Fixação	Folga	Funcionamento	Limpeza	Lubrificação	Pressão	Ruído	Temperatura	Vazamento	Viscosidade	Vibração	Outros	
LO5-REVISÃO/EMBALAGEM (ROTULAGEM)																					
Descrição: Inspeção de Rota Mecânica																					
1	Esteiras (Estação de revisão)	Verificar esteiras, perfil verde, engrenagem, corrente e guia de teflon da corrente.																			
2	Motorreductor início da estação (revisão)	Verificar rolamentos, retentores, acoplamento, nível de óleo, rolamentos dos mancais																			
3	Motorreductor fim da estação (revisão)	Verificar rolamentos, retentores, acoplamento, nível de óleo, rolamentos dos mancais																			
4	Cabines revisoras (revisão)	Verificar regulagens																			
5	Esteiras (rotulagem)	Verificar esteiras, perfil azul, taliscas, engrenagens, correntes e guias de teflon das correntes																			
6	Motorreductor (rotulagem)	Verificar rolamentos, retentores, acoplamento, nível de óleo, rolamentos dos mancais																			
7	Cabecote central (rotulagem)	Verificar regulagens, disco da bobina e servomotor																			
8	Sistema Pneumático	Verificar válvulas direcionais, conexões, mangueiras e lubrificar																			
9	Esteiras (embalagem)	Verificar esteiras, perfil verde																			
10	Motorreductor início da estação (embalagem)	Verificar rolamentos, retentores, acoplamento, nível de óleo, rolamentos dos mancais																			
11	Motorreductor fim da estação (embalagem)	Verificar rolamentos, retentores, acoplamento, nível de óleo, rolamentos dos mancais																			
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
Observações:																					
Legenda:			C-Conforme	N-Não Conforme	N/A-Não Aplicável	Aceite do setor onde foi realizada a inspeção: _____ Assinatura do responsável pela execução: _____ Data de realização: ____/____/____															



Quadro E.3 - Folha de inspeção de rota de natureza elétrica

Check-list de Inspeção de Rota		Registro N°: INS-ROT-008 Status: Em processo																						
Área: L05 - ESTERILIZAÇÃO Equipamento: LINHA AUTOMATIZADA		Itens de Verificação																						
Descrição: Inspeção de Rota Elétrica		Alarme	Ajuste do Termico	Aquecimento	Bornes	Cabos	Corrosão	Condutores	Conexões elétrica	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase Y	Corto-circuito	Estrutura	Integridade	Fixação	Funcionamento	Limpeza	Preença cabos	Ruido	Umidade	Vibração	Outros	
Local de Instalação	Descrição dos Itens																							
1 Motorreductor (rotulagem)	Inspeccionar ajuste do termico respeitando o fator de serviço																							
2 Motorreductor (rotulagem)	Inspeccionar integridade dos cabos elétricos																							
3 Motorreductor (rotulagem)	Inspeccionar conexões elétricas (Presença de ponto quente)																							
4 Motorreductor (rotulagem)	Medir corrente, Comparar com a nominal entre fases																							
5 Motorreductor (rotulagem)	Inspeccionar integridade física do motor																							
6 Motorreductor (rotulagem)	Inspeccionar presença de ruído no motor																							
7 Motorreductor (rotulagem)	Verificar temperatura do motor																							
8 Motorreductor (rotulagem)	Abrir a caixa de ligação e verificar presença de vazamento																							
9 Motorreductor início (embalagem)	Inspeccionar ajuste do termico respeitando o fator de serviço																							
10 Motorreductor início (embalagem)	Inspeccionar integridade dos cabos elétricos																							
11 Motorreductor início (embalagem)	Inspeccionar conexões elétricas (Presença de ponto quente)																							
12 Motorreductor início (embalagem)	Medir corrente, Comparar com a nominal entre fases																							
13 Motorreductor início (embalagem)	Inspeccionar integridade física do motor																							
14 Motorreductor início (embalagem)	Inspeccionar presença de ruído no motor																							
15 Motorreductor início (embalagem)	Verificar temperatura do motor																							
16 Motorreductor início (embalagem)	Abrir a caixa de ligação e verificar presença de vazamento																							
17 Motorreductor fim (embalagem)	Inspeccionar ajuste do termico respeitando o fator de serviço																							
18 Motorreductor fim (embalagem)	Inspeccionar integridade dos cabos elétricos																							
19 Motorreductor fim (embalagem)	Inspeccionar conexões elétricas (Presença de ponto quente)																							
20 Motorreductor fim (embalagem)	Medir corrente, Comparar com a nominal entre fases																							
21 Motorreductor fim (embalagem)	Inspeccionar integridade física do motor																							
22 Motorreductor fim (embalagem)	Inspeccionar presença de ruído no motor																							
23 Motorreductor fim (embalagem)	Verificar temperatura do motor																							
24 Motorreductor fim (embalagem)	Abrir a caixa de ligação e verificar presença de vazamento																							
Observações:																								

Legenda: C-Conforme N-Não Conforme N/A-Não Aplicável

Assinatura do responsável pela execução: \_\_\_\_\_

Data de realização: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



Quadro F.2 - Folha de inspeção de rota de natureza elétrica

Check-list de Inspeção de Rota		Registro N°: INS-ROT-0001 Status: Em processo																					
Área: L05 - EMBALAGEM Equipamento: CÂMARA DE VÁCUO Descrição: Inspeção de Rota Elétrica		Itens de Verificação																					
Local de Instalação		Alarme	Ajuste do Térmico	Bornes	Ca bos	Corrosão	Condutores	Conexões elétricas	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase Y	Curto-circuito	Estrutura	Integridade	Fugaço	Funcionamento	Limpeza	Preença cabos	Ruído	Umidade	Vibração	Outros	
1	Motor hidráulico																						
2	Motor hidráulico																						
3	Motor hidráulico																						
4	Motor hidráulico																						
5	Motor hidráulico																						
6	Motor hidráulico																						
7	Motor hidráulico																						
8	Motor hidráulico																						
9	Sensores ópticos																						
10	Quadro elétrico																						
11	Quadro elétrico																						
12	Quadro elétrico																						
13	Quadro elétrico																						
14	Quadro elétrico																						
15	Quadro elétrico																						
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							
Observações:																							
Legenda:		C-Conforme	N-Não Conforme	N/A-Não Aplicável										Aceito do setor onde foi realizada a inspeção: _____ Assinatura do responsável pela execução: _____ Data de realização: ____/____/____									