UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PEDRO LOPES ORNELLAS

IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA DE MEDIÇÃO DE EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE) EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS CIRÚRGICOS

JUIZ DE FORA
2017

PEDRO LOPES ORNELLAS

IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA DE MEDIÇÃO DE EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE) EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS CIRÚRGICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Dias Alves

JUIZ DE FORA

2017

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ornellas, Pedro Lopes.
Implantação da ferramenta de medição de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) em uma indústria de produtos cirúrgicos / Pedro Lopes Ornellas. -- 2017.
57 f.

Orientador: Luiz Henrique Dias Alves
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2017.

1. OEE. 2. Eficiência Global dos Equipamentos. 3. Overall Equipment Effectiveness. 4. Gestão da Manutenção. I. Alves, Luiz Henrique Dias , orient. II. Título.

PEDRO LOPES ORNELLAS

IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA DE MEDIÇÃO DE EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE) EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS CIRÚRGICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 22 de novembro de 2017.

BANCA EXAMINADORA

D.Sc., Luiz Henrique Dias Alves
Universidade Federal de Juiz de Fora

D.Sc., Marcos Martins Borges
Universidade Federal de Juiz de Fora

Maria de Fátima Bianco Correa

Maria de Fátima Bianco Correa
Faculdade Machado Sobrinho

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir viver momentos incríveis e únicos.

À minha família, Rogério, Felícia, Luna, Rodrigo e Lucas, pelo amor incondicional e por sempre me apoiarem em todos os momentos. Sem eles nada disso poderia ser possível.

À Roseane, pela parceria, amizade, amor e compreensão, me mostrando sempre que as coisas são possíveis, basta batalhar.

Aos meus professores, em especial ao Luiz Henrique, pela orientação e confiança.

Aos amigos e amigas, que fizeram de Juiz de Fora um segundo lar para mim e por todo apoio nos momentos difíceis.

E a todos que, desde a mais singela forma, contribuíram para a realização desse trabalho.

RESUMO

O gerenciamento de um time de manutenção ou o próprio gerenciamento dos processos de uma fábrica é essencial para manter os ativos produtivos em pleno funcionamento, porém a tarefa de gerenciar se torna impossível caso não haja uma forma de mensurar a eficiência dos equipamentos. O presente Trabalho de Conclusão de Curso visa descrever detalhadamente o desenvolvimento e a implantação do OEE (Overall Equipment Effectiveness) em uma indústria de produtos cirúrgicos com atuação global, possibilitando a realização de análises de pontos positivos, pontos negativos e problemas enfrentados.

Palavras-chave: Eficiência Global de Equipamentos, Gestão da Manutenção, OEE.

ABSTRACT

The maintenance team management, or even the process management of a factory,are extremely relevant to keep the productive assets working properly. However, these tasks become impossible if there are no means to measure the efficiency of the equipment. This present Course Conclusion Work focus on minutely describe the OEE (Overall Equipment Effectiveness) development and implementation at a worldwide surgical products factory, realizing at the end, an analysis about strengths, weaknesses and challenges.

Keywords: Overall Equipment Effectiveness, Maintenance Management, OEE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção 15
Figura 2- Curva Idade X Probabilidade de Falha 19
Figura 3- Curva da Banheira 20
Figura 4- Manutenção Corretiva Não Planejada 22
Figura 5- Manutenção Preventiva 23
Figura 6- Manutenção Preditiva 25
Figura 7- Círculo Vicioso da Manutenção 26
Figura 8- Modelo de Gestão da Manutenção 27
Figura 9- Os Oito Pilares de Sustentação do TPM 34
Figura 10- OEE 36
Figura 11- Relação Entre as Seis Grandes Perdas e os Componentes do OEE 37
Figura 12- Os Três Fatores do OEE 37
Figura 13- Fluxograma da Fábrica de Cânulas 38
Figura 14- Nomenclatura das Cânulas 40
Figura 15- Exemplos de Cânulas 40
Figura 17 - Entrada da Fita de Aço nas Estações de Formação 41
Figura 16- Bobina de Fita de Aço (Matéria Prima) 41
Figura 18 - Fita de Aço Sendo Cilindrada Pelas Estações de Formação 42
Figura 19 - Solda da Fita Cilindrada 42
Figura 20 - Tubo Antes e Depois da Soldagem 43
Figura 21 - Tubo Soldado Bobinado 43
Figura 22 - Furos no Tubo Soldado 44

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1- Disponibilidade Operacional 30
Equação 2- Retrabalho 31
Equação 3- Manutenibilidade 31
Equação 4- MTBF 32
Equação 5- MTTR 32
Equação 6- Cálculo da Qualidade 46
Equação 7- Cálculo do Tempo Disponível para Produção 47
Equação 8- Cálculo do Tempo Produzindo 47
Equação 9- Cálculo da Disponibilidade 47
Equação 10- Capacidade de Produção 48
Equação 11- Cálculo da Performance 48
Equação 12- Cálculo do OEE 49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Planilha de Preenchimento de Dados de Produção 45
Tabela 2- Planilha de Preenchimento de Dados de Parada de Máquina 45
Tabela 3- Motivos de Parada de Máquina 46
Tabela 4- Exemplo de Cálculo da Qualidade do Processo 46
Tabela 5- Exemplo de Cálculo da Disponibilidade do Processo 48
Tabela 6- Exemplo de Cálculo da Performance do Processo 49
Tabela 7- Exemplo de Cálculo do OEE do Processo de Solda 49
Tabela 8 - Evolução do OEE da Máquina #5 50
Tabela 9 - Evolução do OEE do Processo de Solda no Período de 3 meses 51
Tabela 10 - Comparativo do OEE com Padrão Fábrica e OEE Global 52

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

OEE – *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*

JIT – *JUST IN TIME*

SMRP – *SOCIETY FOR MAINTENANCE & RELIABILITY PROFESSIONALS*

SGM – SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

PDCA – *PLAN, DO, CHECK, ACT*

MTBF – *MEAN TIME TO FAILURE*

MTTR – *MEAN TIME TO REPAIR*

RCM –MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE

RBM – MANUTENÇÃO CENTRADA NO RISCO

TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

TIG – *TUNGSTEN INERT GAS*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

1.1 JUSTIFICATIVA 13
1.2 ESCOPO DO TRABALHO 13
1.3 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 14
1.4 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 14
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO 15

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17

2.1 INTRODUÇÃO À MANUTENÇÃO 17
2.2 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO 20
2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO 21
2.3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA 21
2.3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA 22
2.3.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA 24
2.4 GESTÃO DA MANUTENÇÃO 25
2.5 GESTÃO DA MANUTENÇÃO ATRAVÉS DE MEDIDORES DE DESEMPENHO 27
2.6 INDICADORES DE DESEMPENHO 28
2.6.1 CUSTOS 29
2.6.2 FREQUÊNCIA DE FALHA 29
2.6.3 SATISFAÇÃO DO CLIENTE 30
2.6.4 DISPONIBILIDADE OPERACIONAL 30
2.6.5 RETRABALHO 30
2.6.6 MANUTENIBILIDADE 31
2.6.7 TEMPO MÉDIO PARA FALHAR 31
2.6.8 TEMPO MÉDIO PARA REPARAR 32
2.7 POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO 32
2.7.1 MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE - RCM 33
2.7.2 MANUTENÇÃO BASEADA NO RISCO - RBM 33
2.7.3 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – TPM 33
2.8 DEFINIÇÃO DA PRIORIDADE DE ESTUDO (OEE) 35

3. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA OEE 38

3.1 A FÁBRICA 38
3.2 PROCESSO CRÍTICO 40
3.3 DESENVOLVIMENTO DO OEE 44
3.3.1 CÁLCULO DA QUALIDADE 46
3.3.2 CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE 46
3.3.3 CÁLCULO DA PERFORMANCE 48
3.3.4 CÁLCULO DO OEE 49

4. ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA OEE 50

4.1 ANÁLISE POR MÁQUINA 50
4.2 ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO PROCESSO COMO UM TODO 51
4.3 COMPARAÇÃO DO RESULTADO COM O OEE GLOBAL 52

5. CONCLUSÃO 53

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 54

ANEXO – TERMO DE AUTENTICIDADE 57

1. INTRODUÇÃO

O novo ambiente de competitividade ocasionado pela evolução, crescimento e globalização da economia, impõe que as empresas tenham um compromisso ainda maior com o contínuo aperfeiçoamento de seus produtos e processos (Huge, 1993). De acordo com Siqueira (2005), o desafio de otimização dos ativos de produção é um processo que engloba a avaliação de funções, tarefas e atividades com o propósito de conseguir o equilíbrio entre atividades reativas, preventivas e preditivas para garantir a preservação das funções dos ativos.

Tendo isso em mente, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento e a implantação de uma ferramenta de medição da eficiência global dos equipamentos, difundida pela sigla em inglês OEE (Overall Equipment Effectiveness), em uma indústria de produtos cirúrgicos. A ferramenta será um sistema real de apoio à decisão, fundindo vários tipos de informação e facilitando a tomada de decisão apropriada com vistas ao planejamento da manutenção e à gestão de processos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Visto que o mercado de produtos cirúrgicos demanda cada vez mais qualidade para reduzir o sofrimento de pacientes, e assim como qualquer outra empresa, possui a necessidade de reduzir os custos de produção para se manter competitiva no segmento, a ideia de implantar o OEE na indústria de produtos cirúrgicos se mostrou uma excelente forma de mensurar e acompanhar a eficiência dos processos, apontar falhas de forma objetiva e comparar sua eficiência com outras empresas do mesmo ramo.

Devido as informações necessárias para alimentar o sistema já serem todas coletadas de alguma forma, a aplicação da ferramenta de medição de desempenho global se torna completamente viável e de fácil manutenção na fábrica.

1.2 ESCOPO DO TRABALHO

O desenvolvimento do sistema, na verdade, necessita das informações de produção e capacidade dos equipamentos todas reunidas em uma plataforma. Com base nessas informações, através de fórmulas e gráficos de fácil visualização, os engenheiros responsáveis pelos processos, os analistas de produção, os líderes, o time de manutenção e até mesmo os

operadores poderão acompanhar suas próprias ações, além de também poderem pautar suas atividades se baseando nos resultados que a ferramenta apresentar.

O presente trabalho discutirá os problemas encontrados, benefícios e limitações tanto no desenvolvimento, quanto na implantação do OEE.

A empresa que é uma grande indústria de produtos cirúrgicos não terá seu nome revelado no decorrer desse estudo por motivos de confidencialidade. Os dados de produção utilizados para alimentar a ferramenta serão gerados para mostrar a utilização da mesma. Consequentemente, os resultados obtidos no OEE não refletem a realidade da fábrica.

1.3 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral a descrição do desenvolvimento e implementação do OEE (Overall Equipment Effectiveness) em uma indústria de produtos cirúrgicos com atuação global.

Os objetivos específicos são:

- Analisaros pontos positivos e limitações da implementação do OEE na área de solda;
- Analisar mais criteriosamente os dados de manutenção dos equipamentos para gerar um índice de disponibilidade mais robusto para o cálculo do OEE.
- Descrever os desafios para com a implementação e manutenção do OEE.

Como objetivo secundário se destaca o auxílio na implementação do OEE em outras empresas, independentemente do segmento ou mercado inserido.

1.4 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

De acordo com a classificação de Miguel (2010), representada na figura 1, este trabalho pode ser compreendido como natureza aplicada, objetivo descritivo, abordagem qualitativa e método estudo de caso.

De natureza aplicada por utilizar conhecimentos já existentes para a solução de um problema.

Com objetivo descritivo por visar a observação, registro e análise de variáveis, fatores e aspectos do processo de gerenciamento da estratégia da referida empresa.

Sua abordagem é qualitativa por não se preocupar com resultados numéricos, mas sim com o aprofundamento no estudo de uma organização, por meio de um estudo empírico.

O método é de pesquisa-ação, por se tratar de um estudo que visa utilizar técnicas de pesquisas consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática.

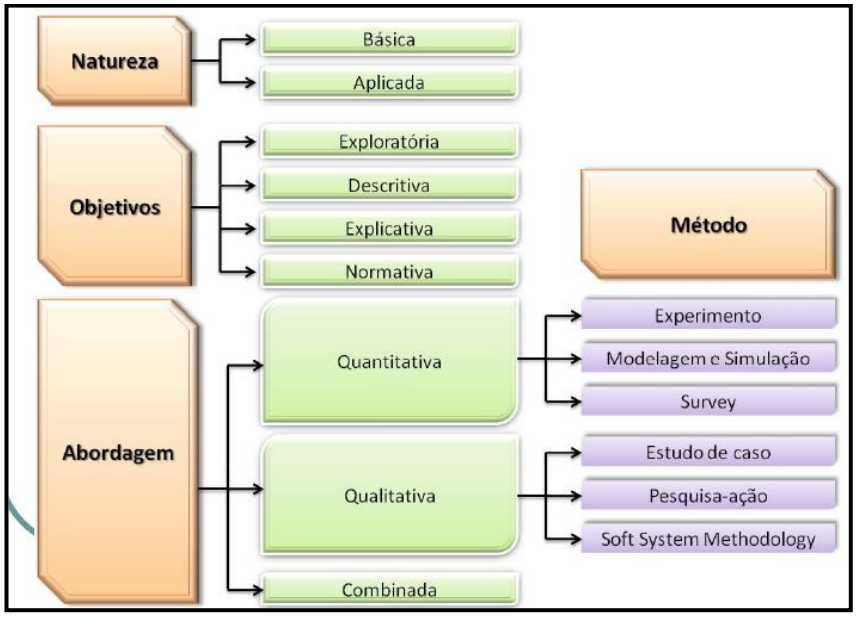

Figura 1- Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção
Fonte: Miguel, 2010 (Adaptado)

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Trabalho de Conclusão de Curso contará com cinco capítulos, sendo os dois primeiros apresentados na fase de Qualificação. O primeiro capítulo diz respeito à introdução e contextualização do leitor ao tema abordado, contendo a justificativa, escopo e estrutura do trabalho, objetivos e metodologia.

O segundo capítulo é inteiramente dedicado à revisão da leitura dos temas que serão abordados nos dois capítulos posteriores, citando autores amplamente reconhecidos pelas obras realizadas e experimentadas.

O terceiro capítulo é constituído pela fase de desenvolvimento do OEE propriamente dito, explicando cada etapa da elaboração da ferramenta.

O quarto capítulo contém as análises relacionadas à implantação do OEE na fábrica, assim como os benefícios, pontos negativos, desafios enfrentados e oportunidades de melhoria.

O quinto e último capítulo finaliza o trabalho, trazendo as análises finais e a conclusão acerca do tema abordado no presente Trabalho de Conclusão de Curso.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo fará uma breve revisão do estado da arte relativa aos temas abordados nesta tese.

2.1 INTRODUÇÃO À MANUTENÇÃO

Conceitualmente, a manutenção é responsável por assegurar a confiabilidade e a disponibilidade dos ativos industriais, de forma a atender um processo de produção com preservação do meio ambiente, segurança, confiabilidade e custos adequados, exercendo um papel estratégico, sendo o diferencial das empresas líderes em seus segmentos (KARDEC E NASCIF, 2009).

Em conformidade com Brito (2005):

> *"A manutenção industrial pode ser definida como o conjunto de ações que permitem manter ou controlar o estado original de funcionamento de um equipamento ou bem. De outra forma, o mesmo autor define manutenção como o conjunto das ações destinadas a garantir o bom funcionamento dos equipamentos, através de intervenções oportunas e corretas, com o objetivo de que esses mesmos equipamentos não avariem ou baixem seus rendimentos e, no caso de tal suceder, que a sua reparação seja efetiva e a um custo global controlado".*

Ainda sobre o conceito, segundo Giacomet (2001):

> *"Manutenção é toda ação realizada em um equipamento, conjunto de peças, componentes, dispositivos, circuito ou estrutura que se esteja controlando, mantendo ou restaurando, a fim de que o mesmo permaneça em operação ou retorne à função requerida, ou seja, o conjunto de condições de funcionamento para o qual o equipamento foi projetado, fabricado ou instalado. O equipamento deve desempenhar sua função requerida com segurança e eficiência, considerando as condições operativas, econômicas e ambientais".*

Historicamente, de acordo com Kardec&Nascif (2001), no início da década de 30 algumas transformações vieram acontecendo à manutenção, podendo ser subdividida em quatrogerações.

A primeira abrange o período que antecede a Segunda Guerra Mundial, onde a produtividade não era colocada em primeiro plano. Assim sendo, não havia necessidade de

existir manutenção sistematizada, era importante apenas manter os equipamentos limpos, lubrificados e reparos eram feitos apenas posteriormente às quebras.

A segunda geração é enquadrada entre a Segunda Guerra Mundial e meados dos anos 60, quando a demanda por todo tipo de produto aumentou substancialmente e a mão-de-obra industrial era escassa. Consequentemente, a mecanização dos processos começa a ganhar espaço, e junto, a complexidade nas instalações industriais. A produtividade passou a ser perseguida, assim como a disponibilidade e confiabilidade. Nesse momento foi identificada a necessidade de evitar preventivamente as falhas nos equipamentos já que a indústria estava dependente do bom funcionamento das máquinas para produzir. O custo de manutenção, por conseguinte, também aumentou, o que gerou a necessidade de tornar os sistemas de planejamento e controle de manutenção mais robustos.

A não menos importante terceira geração se iniciou na década de 70, quando a automação da produção e estoques cada vez mais reduzidos (sistemas de produção just-in-time) tornaram toda e qualquer falha uma grande ameaça de paralisação da linha de produção, resultando em não atendimento da demanda. Dessa maneira, a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos passaram a ser mais do que nunca peças fundamentais para todo tipo de setor. A qualidade dos produtos foi mais um desafio que as indústrias passaram a enfrentar devido a automação, pois falhas sucessivas dificultam manter o padrão de qualidade determinado. As falhas também podem provocar acidentes de trabalho e ambientais, e nesse momento, exigências a respeito de segurança do trabalho e meio ambiente começaram a se consolidar de forma que se as empresas não se adequassem poderiam até ter seu funcionamento cessado. Nessa geração foi intensificada a importância de adotar o conceito de manutenção preditiva.

A quarta e última geração segue a linha da terceira, possuindo a disponibilidade como medida de performance e confiabilidade como fator de busca constante pelo time de manutenção. Com o objetivo de melhorar a performance dos equipamentos, diminuir intervenções e reduzir as paradas corretivas não planejadas, as práticas de manutenção preditiva e monitoramento de condição dos equipamentos passam a ser mais utilizados. A tendência é que haja maior interação entre as áreas de engenharia, manutenção e operação. Para que assim, os aspectos confiabilidade, disponibilidade e custo do ciclo de vida sejam otimizados ao máximo.

Quando se fala de manutenção de sistemas mecânicos, fala-se de modos de prevenir que os desgastes naturais da peça tornem-se fraturas ou modificações de suas propriedades de modo que os requisitos de funcionamento dessa peça sejam atendidos.

De acordo com Moubray (1997), por muito tempo a sabedoria convencional propôs que a melhor forma de otimizar o desempenho de máquinas seria desmontá-los, revisá-los e substituí-los em determinados espaços de tempo. O X, como mostra a figura abaixo, é o tempo de vida útil do equipamento, que poderia ser determinado através dos históricos de falha.

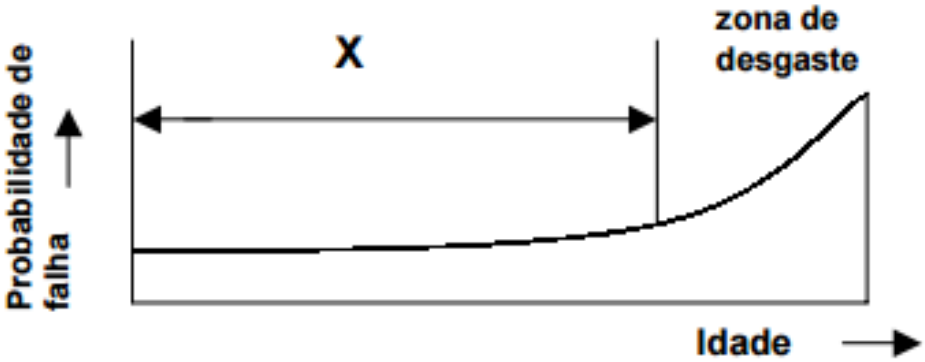

Figura 2- Curva Idade X Probabilidade de Falha
Fonte: Kardec &Nascif, 2001 (Adaptado)

Ainda hoje esses gráficos podem ser utilizados em alguns equipamentos, como rotores de bombas e refratários de fornos. Porém, na segunda geração, uma crescente conscientização da “mortalidade infantil”, que segundo Kardec&Nascif (2001) significa incidências de falhas por componentes com defeito de fabricação ou falhas oriundas de problemas na instalação, levou a “curva da banheira” a conduzir a manutenção preventiva por ser mais realista e evidenciar as possíveis falhas no momento de substituir equipamentos. Abaixo segue uma ilustração da “curva da banheira”.

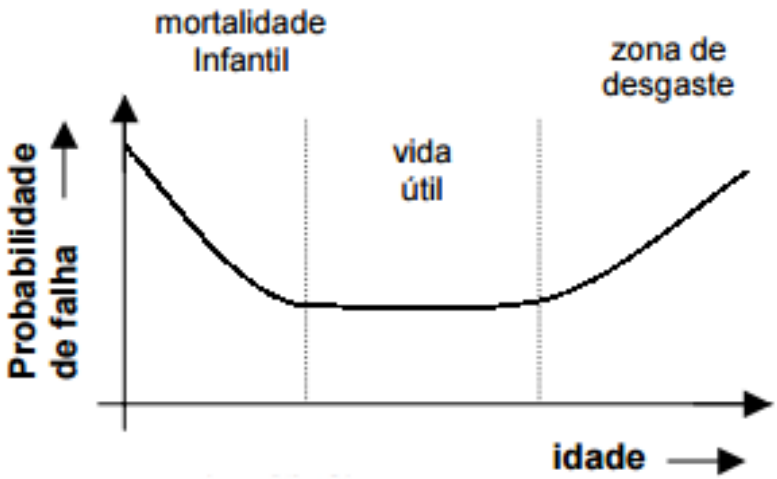

Figura 3- Curva da Banheira
Fonte: Kardec &Nascif, 2001 (Adaptado)

2.2 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO

Atualmente, para sobreviverem em um ambiente de extrema complexidade e imprevisibilidade de mercado, as empresas necessitam se adaptar continuamente. No que se refere às empresas industriais, as grandes dificuldades são diretamente ou indiretamente relacionadas aos custos. Para Parida e Kumar (2006), manter as máquinas e equipamentos em condições adequadas de segurança e operação é uma tarefa complexa, pois os custos de manutenção são cada vez mais crescentes nas indústrias de transformação. Isso, em razão da constante automação das linhas de produção e a alta complexidade dos equipamentos utilizados. Outro motivo se dá pelaprogressiva imposição legislativa referente à saúde, ambiente e segurança em geral.

A manutenção industrial almeja constantemente a redução dos custos de produção aliado à minimização do custo do ciclo de vida dos bens. De acordo com Groote (1995), na indústria petroquímica, 60% da força de trabalho é atribuída à manutenção. Ademais, em indústrias específicas, há situações em que os custos de manutenção são muito superiores ao custo de toda a mão de obra ou energia.

Em uma análise feita por Kirby (2002) na pesquisa efetuada pelo SMRP (Society for Maintenance & Reliability Professionals) dos Estados Unidos, destaca a importância do papel da manutenção, que vem crescendo nos negócios americanos. Os custos de manutenção representavam de 0,4% a 0,8% das vendas há trinta anos atrás, hoje atinge o nível de 9% a 15%. Em relação ao custo do produto, os custos de manutenção representam de 8% a 12%.

2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Qualquer ativo físico solicitado para realizar uma determinada função estará sujeito a uma variedade de esforços. Estes esforços gerarão fadiga e isto causará a deterioração deste ativo físico reduzindo sua resistência à fadiga. Esta resistência reduzir-se-á até um ponto no qual o ativo físico pode não ter mais o desempenho desejado, em outras palavras, ele pode vir a falhar (MOUBRAY, 1997).Existem basicamente três tipos de manutenção, sendo eles: manutenção corretiva (planejada ou não planejada), manutenção preventiva e manutenção preditiva. Esses tipos de manutenção, na verdade, podem ser encarados como políticas de manutenção, desde que aplicados a partir de uma definição gerencial ou política global da instituição, baseados em estudos técnicos e econômicos.

2.3.1 Manutenção Corretiva

Como elucida Paschoal (2009), a manutenção corretiva é a forma mais primitiva e óbvia de manutenção, sintetizada pelo ciclo “quebra-repara”. Ou seja, é o reparo do equipamento logo após o defeito. É a forma mais cara de manutenção face ao sistema por inteiro.

Para Kardec&Nascif(2001), atuar em um equipamento que está com defeito ou com desempenho diferente do esperado é manutenção corretiva. Nem sempre a manutenção corretiva é a manutenção de emergência, e a ação principal deste tipo de manutenção é corrigir a falha ou restaurar as condições do sistema para funcionar de acordo com o desempenho esperado. A manutenção corretiva é dividida em duas classes, manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada.

2.3.1.1 Manutenção Corretiva Não Planejada

Kardec&Nascif (2001) explicam a manutenção corretiva não planejada, que também é conhecida como manutenção corretiva não programada ou emergencial, sendo caracterizada por não haver tempo de preparação para o serviço, é a atuação em fato já ocorrido. Quando as manutenções não planejadas são constantes em uma organização, o time de manutenção está sendo comandado pelos equipamentos. Em consequência, os custos se tornam elevados, o desempenho da organização se mostra não adequado para competir no mercado e o produto virá a apresentar cada vez mais perdas de desempenho. O gráfico abaixo indica o resultado da manutenção corretiva não planejada em um equipamento. Nota-se que de acordo que vão

acontecendo as intervenções, mais rapidamente o equipamento deixa de desempenhar sua função com a performance esperada, diminuindo também seu tempo de vida útil.

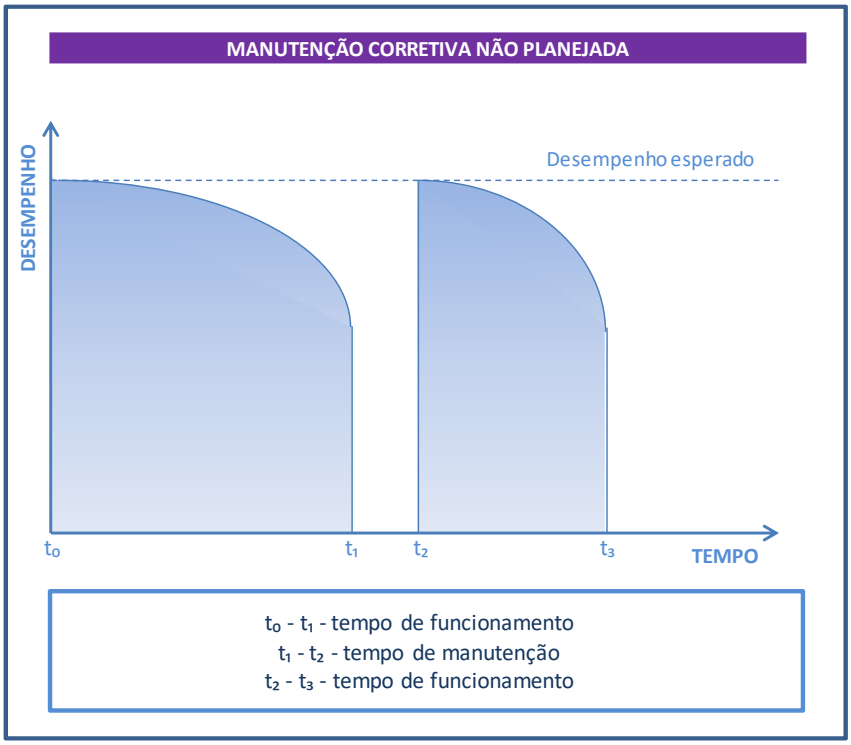

Figura 4- Manutenção Corretiva Não Planejada
Fonte: Kardec &Nascif, 2001

2.3.1.2 Manutenção Corretiva Planejada

Segundo Kardec&Nascif (2001), a manutenção corretiva planejada é a correção de falha ou ajuste do desempenho por decisão gerencial. Por ser uma atitude planejada, normalmente os custos envolvidos são mais baixos, o serviço a ser realizado é mais seguro, mais rápido e de maior qualidade. A qualidade da informação acerca do equipamento é o principal fator para o bom funcionamento deste tipo de manutenção. Nesse caso, mesmo que a decisão gerencial em um caso de possível falha seja de continuar a operação do equipamento, algum planejamento pode ser feito para quando houver a falha.

2.3.2 Manutenção Preventiva

Trata-se de atuação realizada de maneira a reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento, obedecendo a um plano de manutenção preventiva previamente elaborada, baseado em intervalos definidos de tempo, isso é manutenção baseada no tempo. Qualquer ativo físico solicitado para realizar uma determinada função estará sujeito a uma variedade de esforços. Estes esforços gerarão fadiga e isto causará a deterioração deste ativo

físico reduzindo sua resistência à fadiga. Esta resistência reduzir-se-á até um ponto no qual o ativo físico pode não ter mais o desempenho desejado, em outras palavras, ele pode vir a falhar (MOUBRAY, 1997).

A manutenção preventiva caracteriza-se pelo trabalho sistemático para evitar a ocorrência de falhas procurando a sua prevenção, mantendo um controle contínuo sobre o equipamento. A manutenção preventiva é considerada como o ponto de apoio das atividades de manutenção, envolvendo tarefas sistemáticas tais como: as inspeções, substituição de peças e reformas (PATTON JR. , 1983).

Em certos setores, como na aviação civil, este tipo de manutenção deve ser o mais praticadopara garantir a segurança de todas as vidas que são transportadas.

Como Kardec&Nascif (2001) esclarecem, a manutenção preventiva será sempre a mais conveniente a ser adotada quando o custo de falha for alto; tiver maior facilidade na reposição; a falha impactar substancialmente a produção; a possível falha colocar em perigo a saúde dos operadores ou o ambiente. Porém a manutenção preventiva, mesmo que planejada, retira o equipamento de uso (produção) para executar o serviço, o que é um ponto negativo. Abaixo segue um gráfico comparando os impactos das manutenções corretivas e preventivas.

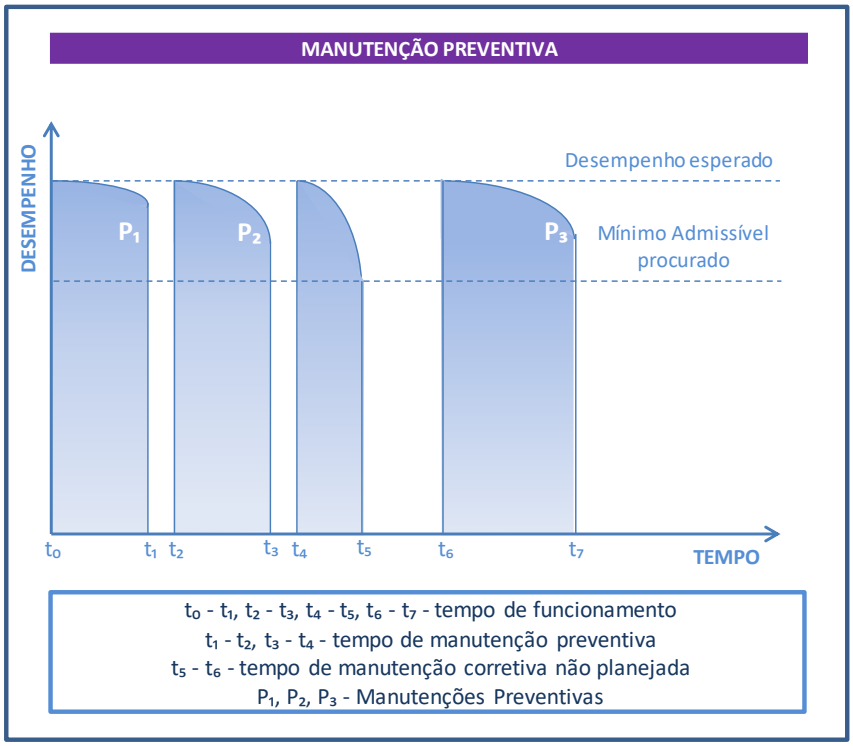

Figura 5- Manutenção Preventiva
Fonte: Kardec &Nascif, 2001

2.3.3 Manutenção Preditiva

A premissa da manutenção preditiva é que o monitoramento regular das condições mecânicas reais das máquinas, e do rendimento operativo dos sistemas de processo, assegurarão o intervalo máximo entre os reparos. Ela também minimizará o número e o custo das paradas não programadas criadas por falhas da máquina, e melhorará a disponibilidade global das plantas operacionais. A inclusão da manutenção preditiva em um programa de gerência total da planta, oferecerá a capacidade de otimizar a disponibilidade da maquinaria de processo, e reduzirá bastante o custo da manutenção. Na realidade, a manutenção preditiva pode ser vista como um programa de manutenção preventiva acionada por condição (ALMEIDA, 2000).

De acordo com Kardec&Nascif (2001), a manutenção preditiva tem o objetivo de permitir o funcionamento do sistema pelo maior tempo possível, pois previne falhas através do acompanhamento de diversos parâmetros. A medida que esses parâmetros vão sendo melhor conhecidos, mais confiável se torna esse tipo de manutenção. No momento que o grau de deterioração do equipamento atinge ou está quase atingindo o limite preestabelecido, a intervenção é executada.

A manutenção preditiva é o tipo de manutenção que oferece melhores resultados, isso por conta de menores intervenções e aproveitamento máximo do equipamento, diminuindo as falhas e minimizando custos. Vale ressaltar que a qualidade da informação referente às condições do equipamento são de extrema importância, assim como a mão-de-obra do time de manutenção deve ser muito bem treinada. Abaixo segue o gráfico que explica muito bem o comportamento do equipamento quando intervinda por uma manutenção preditiva.

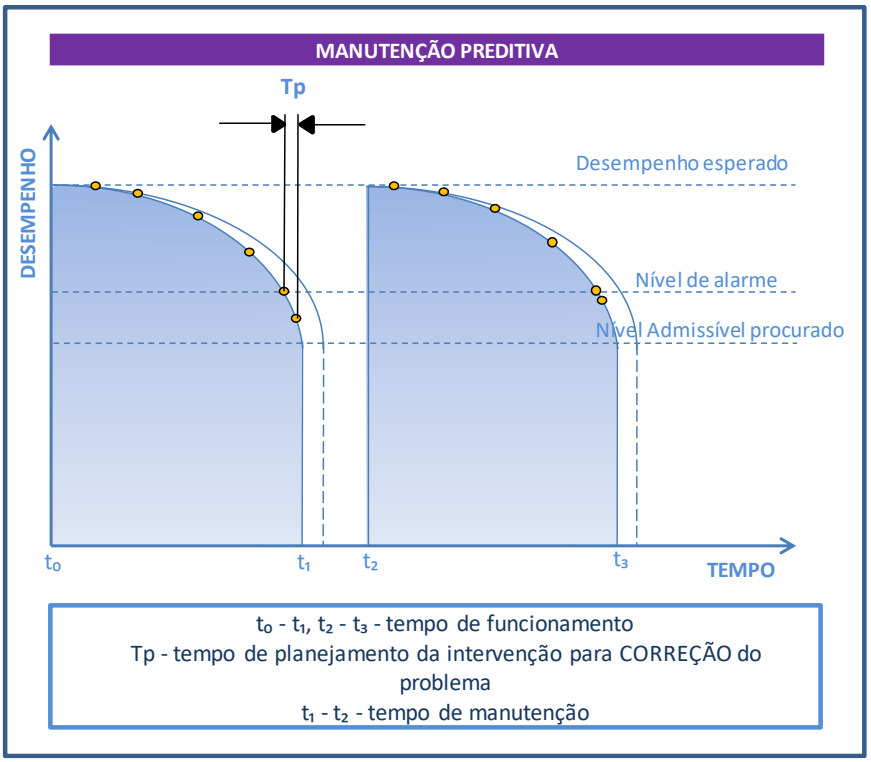

Figura 6- Manutenção Preditiva
Fonte: Kardec &Nascif, 2001

2.4 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

O papel da gestão da manutenção é de suma importância para a otimização da produção e também para uma consequente redução no orçamento, o que são fatores imprescindíveis para qualquer empresa transformadora se manter competitiva e sustentável. Por isso, é um assunto discutido sempre em primeiro plano e necessita de gestores especializados em manutençãoindustrial, que tenham a consciência de influenciar atitudes e disseminar a cultura para com manutenção. Verri (2007) cita que algumas empresas têm disponibilidade financeira e esclarecimento suficiente para elaborar todo o plano de gerenciamento de manutenção já no projeto de implantação de uma unidade fabril, porém muitas vezes a organização designa seus melhores colaboradores para outras atividades e usa mão-de-obra menos experiente, que acaba por possuir menos preparo para prever os futuros problemas. Como resultado, há planos insipientes e genéricos, ou mesmo a inexistência de qualquer sistema de gerenciamento apropriado. O time de manutenção então cai no círculo vicioso como mostra a figura a seguir.

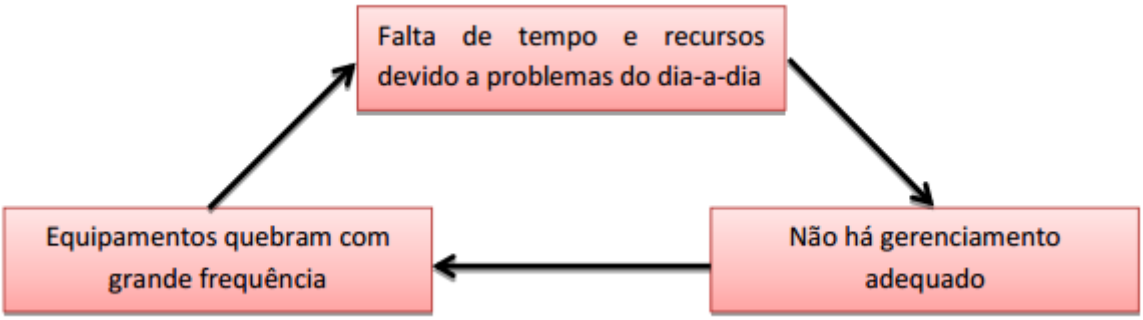

Figura 7- Círculo Vicioso da Manutenção
Fonte: Verri, 2007

Segundo a norma NP EN 13306:2007, a gestão da manutenção diz respeito a todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planejamento, o controle, a supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspectos econômicos.

De acordo com a NP 4483:2009, os objetivos da manutenção devem ser mensuráveis e consistentes com a política de manutenção. De forma a implementar as práticas de manutenção, é utilizado um sistema de gestão da manutenção (SGM), que deve dispor dos recursos técnicos que permitam atingir eficazmente os objetivos e deve gerar informações úteis, que permitam medir parâmetros, desempenhos e o cumprimento das metas da manutenção. O sistema de gestão da manutenção segue uma abordagem PDCA (planejar-executar-verificar-atuar), orientando-se para a melhoria contínua, como ilustra a figura 8 abaixo.

Figura 8- Modelo de Gestão da Manutenção
Fonte: NP 4483, 2009

De um modo geral, a gerência define a política de manutenção, estabelecendo objetivos e metas. De algum modo a organização deve assegurar que os recursos necessários estarão à disposição quando necessários, assim como a supervisão dos processos deve estar muito bem alinhada com o sistema de gestão da manutenção. A posteriori é feito o planejamento e realização da manutenção, onde se estabelecem e realizam os procedimentos. Finalmente é feita a medição, análise e supervisão. Como é um ciclo, a melhoria contínua deve estar presente sempre, se não em todas as vezes que o ciclo for executado, garantindo assim a otimização dos fatores essenciais para uma organização se manter competitiva.

2.5 GESTÃO DA MANUTENÇÃO ATRAVÉS DE MEDIDORES DE DESEMPENHO

Como é sabido, apenas se consegue controlar o que é possível ser medido. Um aspecto essencial na gestão de performance é a medição. É preciso que as medições de desempenho providenciem indícios se as metas foram ou não atingidas e qual foi a participação da organização para alcançar o resultado obtido.

Ao utilizar a medição de performance para intensificar melhorias, o sistema de gestão da manutenção adotado é obrigado a conter apenas medidas que estejam nas próprias

mãos do time de manutenção. Além disso, essas medidas e indicadores devem estar ligados aos fatores de interesse definidos estrategicamente pela companhia.

De acordo com Waggoner et al. (1999), “A medição de performance pode desempenhar um papel muito importante na orientação das pessoas e de todos os outros recursos em aspectos particulares dos diversos negócios. ” Podemos citar alguns dos tais aspectos, que segundo Parida e Kumer (2006), vem demandando uma crescente preocupação com a implantação de indicadores de desempenho:

- Mudanças na estrutura organizacional;
- Redistribuição de recursos;
- Questões ambientais, de segurança e saúde;
- Adaptação às estratégias novas de manutenção e operação.

Ainda em acordância com Parida e Kumer (2006), as organizações que utilizam sistemas integrados de medição de desempenho obtém melhor performance do que as que não utilizam nenhum tipo de acompanhamento de indicadores.

Verri (2007) considera desejável que o número de indicadores seja suficientemente grande para se ter noção sistêmica do desempenho, mas que seja suficientemente pequeno para não se banalizar os indicadores a ponto de dispersar as ações em busca da excelência na manutenção.

2.6 INDICADORES DE DESEMPENHO

Os indicadores de desempenho são medidas ou dados quantitativos colhidos sobre os processos que se pretende monitorar. Eles podem ser considerados informações chave para a tomada de decisão. São os indicadores de manutenção que proporcionam a quantificação e o acompanhamento dos processos para mitigar os problemas e assegurar as correções necessárias.

Em relação a manutenção, os indicadores são caracterizados de acordo com os objetivos definidos que são empregados para conferir que os resultados estejam de acordo com os requisitos de metas de produção. Segundo Martorellet al. (1999), é valido ressaltar que os indicadores devem ser agrupados de tal forma que os subconjuntos específicos sejam para finalidades diferentes. Sendo assim, indica-se classificar o indicador de manutenção em três patamares. O nível mais baixo constitui-se pelas preocupações de monitoramento dos indicadores de desempenho. O nível intermediário consiste em um subconjunto de

indicadores posicionados ao nível do sistema com um objetivo parecido. Por fim, o nível mais alto caracteriza-se pelo impacto da política mais ampla da manutenção de um ponto de desempenho e segurança.

Os indicadores de desempenho são ferramentas essenciais para a condução da organização ao processo de inovação corroborando para a aplicação de metodologias operacionais inéditas com enfoque para o conceito de "*World Class Manufacturing*". Assim,segundo a ABRAMAN (2011), atualmente as empresas classificam os indicadores de desempenho da forma a seguir.

2.6.1 Custos

Em concordância com Kardec&Nascif (2009), esse é um indicador extremamente relevante e bem simples, afinal um dos principais objetivos é justamente desenvolver as tarefas com o custo mais baixo possível, principalmente as que não corroboram para agregação de valor ao produto. Este indicador é bastante notório para os cargos elevados de uma organização por ser um indicador global, devido a soma de todas as despesas relacionadas à manutenção em um determinado espaço de tempo. E, também, pode ser destrinchado para cada maquinário ou subconjunto de equipamento. O acompanhamento dos custos deve envolver os custos com mão-de-obra, material, serviços de terceiros, perdas, e economias obtidas.

Outra característica que envolve o acompanhamento dos custos na manutenção é a quantificação dos efeitos benéficos adquiridos, quando satisfatoriamente assistidos, com a melhoria de práticas preditivas e análise de falhas. É através dessas repercussões positivas que se demonstra a alta gerência as vantagens dessas medidas, proporcionando novos investimentos para aprimorar a atuação da manutenção em relação à confiabilidade.

2.6.2 Frequência de falha

Kardec e Nascif (2009) definem falha como a interrupção da função de um item ou incapacidade de realizar tal função a um padrão de desempenho esperado.

Este indicador possui uma metodologia bem simplória de se monitorar. É caracterizado pelo somatório das falhas de todos os equipamentos, máquinas e sistemas em período de tempo pré-estabelecido. Por seu caráter de simplicidade é bastante empregado pelas organizações no controle de ativos.

2.6.3 Satisfação do cliente

A opinião do consumidor é essencial para determinar a qualidade do produto ou serviço. Para mensurar essa satisfação são desenvolvidos questionários para sondar a informações que caracterizem a opinião a respeito do serviço de manutenção realizado. É a partir dessas análises que se pode melhorar o sistema de manutenção da organização.

Contudo, de acordo com Gronroos (1995), fazer essa análise pode ser uma tarefa complexa, tendo em vista que os serviços são definidos por procedimentos subjetivamente vividos, consolidando características de produção e aquisição.

Para Almeida (1995) quem determina a qualidade é o cliente e, ao que parece, ela é uma premissa facilmente definida, todavia torna-se uma tarefa árdua para o consumidor caracterizá-la. Sendo assim, pode-se considerá-la como criar um produto ou realizar um serviço que atenda estritamente as necessidades do consumidor, que satisfaça suas exigências e expectativas.

2.6.4 Disponibilidade operacional

Conforme Monchy (1989), a disponibilidade operacional é definida como a fração do período em que o sistema ou equipamento desempenha a atividade predeterminada. Esse indicador é importante para garantir que as máquinas estejam o máximo disponíveis possível no que refere ao tempo de funcionamento e condições de operação para serem utilizadas nos processos de produção. É dessa forma que o indicador colabora para gerar valor a totalidade do sistema. O cálculo para determinar a disponibilidade operacional é:

$$\boldsymbol{Disponibilidade\ Operacional = \frac{TMEM}{TMEM + TMp} x100}$$

Equação 1- Disponibilidade Operacional

Onde TMEM é o tempo médio entre manutenções e TMp é o tempo médio de paralisações.

2.6.5 Retrabalho

O retrabalho, também conhecido como resserviço, baseia-se em repetições geradas por transtornos relacionados às falhas de: mão-de-obra, material, problemas de operação ou projeto. Monitorá-los faz com que seja possível descobrir sua causa raiz e resolvê-los. Os

problemas devido a mão-de-obra são bastante recorrentes, intensificando a necessidade de investir arduamente em capacitação e treinamento dos funcionários.

O ideal é que o retrabalho seja evitado através da execução correta dos procedimentos e fiscalização dos itens. É considerado retrabalho quando um item tem insucesso na primeira intervenção e, então precisa ser reprocessado. Esse indicador possui caráter operacional proporcionando avaliar a eficácia do setor de manutenção.

É possível obter o índice de retrabalho através da equação abaixo:

$$Retrabalho = \frac{\sum serviços\ executados\ com\ o\ mesmo\ fim\ no\ mesmo\ equipamento}{\sum serviços\ executados}$$

Equação 2- Retrabalho

2.6.6 Manutenibilidade

Conforme explicitado por Ribeiro (2007), manutenibilidade é a probabilidade de se executar uma intervenção por motivo de falha dentro de um período preestabelecido, tendo outras intervenções como base histórica. Mas, para se calcular esse índice, o tempo de reparo deve ser constante ao longo do tempo. A equação do índice é:

$$\boldsymbol{M(t) = 1 - e^{-\mu t}}$$

Equação 3- Manutenibilidade

Onde, M(t) é a probabilidade de que o reparo comece no t = 0 e esteja concluído no tempo t, μ é a taxa de reparos e t é o tempo previsto de reparo.

2.6.7 Tempo médio para falhar

Esse indicador apesar de ter sido adicionado à manutenção recentemente já possui grande credibilidade entre os gestores. Isso se dá devido ao fato de não requerer cálculos complexos em comparação com a quantidade de informação reproduzida.

Ele é calculado através da média dos tempos que um equipamento ou sistema leva para retratar a mesma falha e sua equação é:

$$MTBF = \frac{\sum tempos\ entre\ falha\ de\ um\ componente}{Numero\ de\ falhas\ do\ componente}$$

Equação 4- MTBF

2.6.8 Tempo médio para reparar

Esse indicador também foi elaborado recentemente e possui grande aceitação entre os tomadores de decisão. Ele tem a capacidade de informar o tempo médio que a manutenção leva para realizar os consertos dos impasses observados, incluindo tanto a manutenção preventiva quanto a corretiva.

Para fins de cálculo, não se deve considerar os tempos de espera nem outros tempos despendidos. Portanto, considera-se somente o tempo que os funcionários da manutenção gastam para resolver o serviço. A equação é:

$$MTTR = \frac{\sum tempos\ para\ reparos\ de\ um\ componente}{Número\ de\ reparos\ ocorridos}$$

Equação 5- MTTR

2.7 POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO

De acordo com Waeyenbergh (2005), a política de manutenção se manifesta como um conjunto de ações necessárias para desenvolver as tarefas específicas de manutenção em uma organização. É como a organização customiza a forma que pensa sobre o papel da manutenção vista como função operativa. Sendo assim, a política de manutenção é constituída pelo conjunto dos tipos de manutenção (corretiva, preventiva e preditiva) e também pela estrutura geral em que essas intervenções forem realizadas.

Segundo Kirby (2002), existem três políticas de manutenção mais adotadas pelas empresas, que são: Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM – Reliability Centered Maintenance), Manutenção Centrada no Risco (RBM – Risk Based Maintenance) e Manutenção Produtiva Total.

2.7.1 Manutenção Centrada na Confiabilidade - RCM

Confiabilidade é a probabilidade de um equipamento, célula de produção, planta ou qualquer sistema funcionar normalmente em condições de projeto, por um determinado período de tempo preestabelecido (RIBEIRO,2007).

Fleming (1997) conceitua a RCM, em síntese, como uma política de manutenção que engloba uma consideração sistemática das funções do sistema, o modo como estas funções falham e um critério de priorização baseado em fatores econômicos, operacionais e de segurança para identificação das tarefas de manutenção que são aplicáveis e eficientes em termos de custo.

Segundo Kardec&Nascif (2001), RCM é uma metodologia que aborda o estudo de um sistema ou equipamento detalhadamente, analisa suas possibilidades de falha e encontra a melhor maneira de realizar a manutenção com o intuito de prevenir a falha e mitigar as perdas devido as falhas.

Rausand (1998) cita que o principal objetivo da RCM é a redução dos custos de manutenção, focando nas funções mais importantes do sistema e evitando ações do time de manutenção que não são necessárias. Caso já exista um programa de manutenção, o resultado da análise de RCM eliminará ineficiências.

2.7.2 Manutenção Baseada no Risco - RBM

Starr (2003) explica a RBM sendo uma política de manutenção com foco na busca da redução do risco global do equipamento. É um método quantitativo que usa o valor do risco para priorizar as inspeções e tarefas de manutenção. Essa política de manutenção propõe uma série de recomendações sobre a quantidade e detalhes das tarefas preventivas que devem ser realizadas. A implementação da mesma tem o objetivo de reduzir a probabilidade de haver falhas inesperadas que teriam acidentes como consequência, sejam eles humanos ou ambientais. A aplicação dessa política consiste em três passos principais: Determinar o risco, que consiste na identificação e estimativa do risco; Avaliação do risco, que possui o objetivo de definir o nível de risco e comparar com o aceitável; Planejamento da manutenção levando em conta os fatores de risco.

2.7.3 Manutenção Produtiva Total – TPM

De acordo com Osada (1993), “a manutenção Produtiva Total (TPM) é o conjunto de atividades em que se mantém o compromisso voltado para o resultado. Sua excelência está em

atingir a máxima eficiência do sistema de produção, maximizar o ciclo total de vida útil dos equipamentos aproveitando todos os recursos existentes e buscando perda zero. Para tanto, o TPM utiliza-se da manutenção autônoma, onde os próprios operadores desenvolvem rotinas de inspeção, lubrificação e limpeza. Padrões de limpeza e lubrificação são utilizados em um desenvolvimento na capacidade do operador em encontrar e resolver anomalias. ”

Para alcançar a eficiência global do sistema de produção, essa política de manutenção tem como objetivo principal a eliminação por completo das perdas. A TPM possui seis grandes perdas, são elas: perdas por quebra, perdas por demora na regulagem, perdas por operação em vazio (espera), perdas por produção abaixo do padrão normal, perdas por defeito de fabricação e perdas por queda de rendimento. Com o intuito de eliminar tais perdas, o Instituto Japonês de Manutenção de Plantas Industriais, IM&C International (2000), designou implementar oito atividades para sustentação do desenvolvimento do TPM, sendo eles:

- Melhoria individual dos equipamentos objetivando o aumento da eficiência;
- Estruturação de uma manutenção planejada feita pelo próprio time de manutenção;
- Elaboração da estrutura de controle inicial do equipamento;
- Capacitação dos operadores e técnicos de manutenção;
- Estruturação de um plano de manutenção autônoma a ser realizada pelos operadores;
- Manutenção objetivando a melhoria da qualidade;
- Gerenciamento;
- Segurança, higiene e meio ambiente.

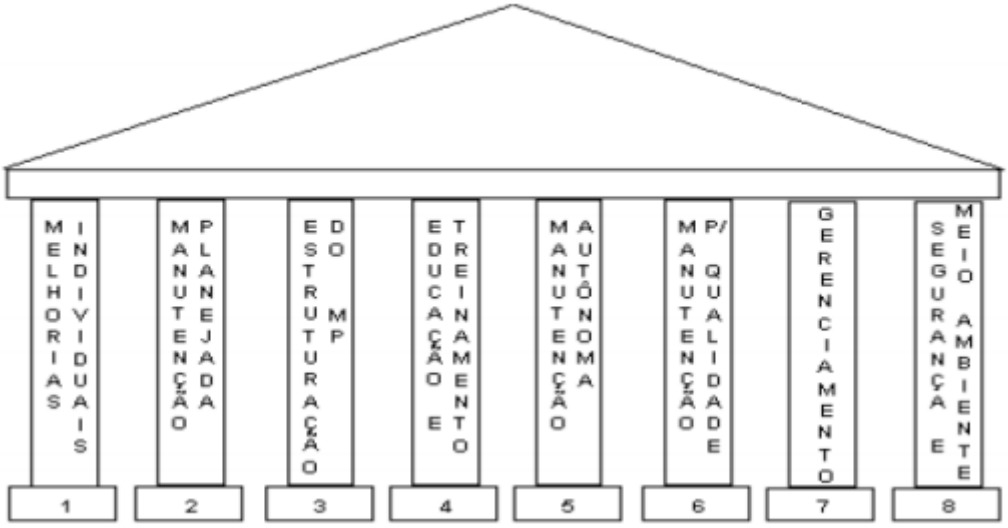

Figura 9- Os Oito Pilares de Sustentação do TPM
Fonte: IM&C International, 2000

Segundo Nakajima (1989), há três características que devem ser observadas no TPM:

- Tornar a manutenção uma atividade geradora de ganhos financeiros para a organização. Essa característica é encontrada nas políticas de manutenção em geral, sejam elas baseadas na prevenção de falhas, melhoria da confiabilidade e/ou disponibilidade dos equipamentos;
- Participação voluntária dos operadores de máquinas nas atividades da manutenção;
- Integração e otimização de todas as políticas de manutenção disponíveis, promovendo assim a melhoria constante da Eficiência Global dos Equipamentos (OEE).

2.8 DEFINIÇÃO DA PRIORIDADE DE ESTUDO (OEE)

"O Índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE – Overall Equipment Effectiveness) é uma ferramenta importante na linha de produção para se conhecer o desempenho de seus equipamentos. Com um adequado tratamento de dados, verifica-se a evolução do índice, o reflexo das ações implementadas nos equipamentos e eventuais falta de peças ou retrabalhos, permitindo assim uma análise crítica e detalhada sobre os processos de produção." (MOELLMAN, ALBUQUERQUE, CONTADOR, MARINS, 2006).

Brah e Chong (2004) citam que o uso de indicadores integradores como o OEE, utilizado no TPM, é extremamente favorável pois é o termômetro das melhorias implementadas em todo o processo de transformação e integra entre si componentesque dependem de várias áreas.

De acordo com Johnson e Kaplan (1987), a utilização de indicadores de desempenho de cunho não financeiro é melhor para avaliar o desempenho de empresas. Isso porque os indicadores financeiros não refletem o desempenho em curto prazo. A argumentação dos autores sustenta que os indicadores financeiros podem ser contestados devido a rápida evolução tecnológica, diminuição do ciclo de vida dos produtos, inovação na organização das operações e inserção de despesas de períodos passados.

Segundo Hansen (2002), a Eficiência Global dos Equipamentos (OEE), nos mostra a real eficácia do processo no tempo em que é definido para ser operado. O OEE possui três pilares de sustentação, sendo eles:

- Disponibilidade, que segundo a norma ABNT NBR 5462 – Confiabilidade e Mantenabilidade, é a “capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado”;
- Performance ou eficiência, que almeja a utilização máxima do equipamento, buscando a minimização de paradas desnecessárias ou reduções de velocidade;
- Qualidade, que é a relação entre a quantidade de produtos bons e a quantidade total de produtos fabricado, buscando a ausência de produtos defeituosos ou que necessitam retrabalho.

De acordo com Amorim (2009), o OEE é um modo de mensuração tridimensional, como indica a figura 10 abaixo:

Figura 10- OEE
Fonte: Amorim, 2009

Como mostra a figura 11 abaixo é possível ter o melhor entendimento dos cálculos de cada componente do OEE, e ainda de acordo com Amorim (2009), é possível relacionar as seis grandes perdas mencionadas no TPM com os fatores do OEE.

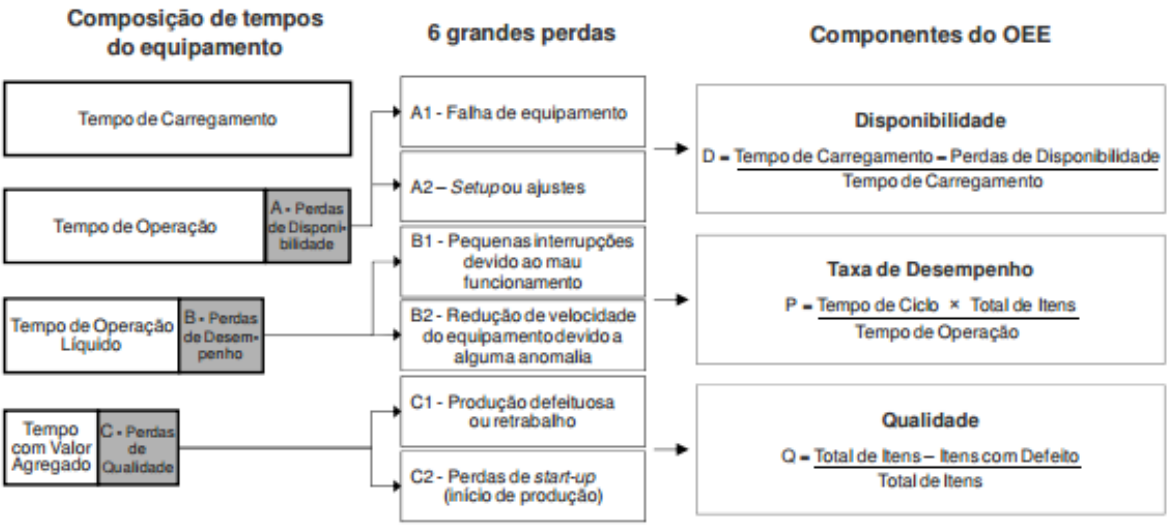

Figura 11- Relação Entre as Seis Grandes Perdas e os Componentes do OEE
Fonte:Braglia et al., 2009 (Adaptado)

Além de quantificar o desempenho, o OEE pode fornecer informações adicionais para:

- Planejamento da capacidade;
- Controle de processo;
- Melhoria de processo;
- Mensuração dos custos de perda de produção.

A figura 12 abaixo ilustra o cálculo do OEE, que é feito a partir da multiplicação dos três fatores numéricos referentes à disponibilidade, eficiência ou taxa de desempenho e qualidade.

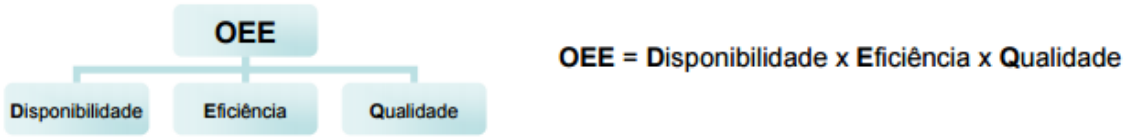

Figura 12- Os Três Fatores do OEE
Fonte: Amorim,2009

Santos e Santos (2007) considera que o índice ideal para o indicador OEE deve ser de 85% (Classe Mundial), e que para alcançar esse índice os valores dos fatores para o cálculo sejam por exemplo: disponibilidade = 90%, eficiência = 95% e qualidade = 99%.

3. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA OEE

3.1 A FÁBRICA

Por motivos de confidencialidade, o nome da empresa e as informações que podem identificá-la não foram divulgados.

A fábrica objeto do estudo produz cânulas. Esta nomenclatura é dada ao tubo de aço inoxidável apontado que adaptado às seringas e àsagulhas.De modo geral, é a cânula que faz a punção na musculatura ou na veia dos pacientes. A fábricapossui a capacidade para produzir 74 tipos de cânulas diferentes, diferenciando-se pelo comprimento, diâmetro, espessura da parede e tipo de ponta. Grande parte dos modelos de cânulas percorrem o mesmo caminho no processo produtivo, salvo algumas exceções que não necessitam de algum processo ou necessitam de mais etapas. A única matéria-prima utilizada na produção de cânulas é a fita de aço inoxidável com uma polegada de largura, importada em bobinas de mais ou menos 120kg.

Possuindo o total de 12 (doze) etapas principais, o fluxograma do processo produtivo da fábrica é mostrado na figura 13.

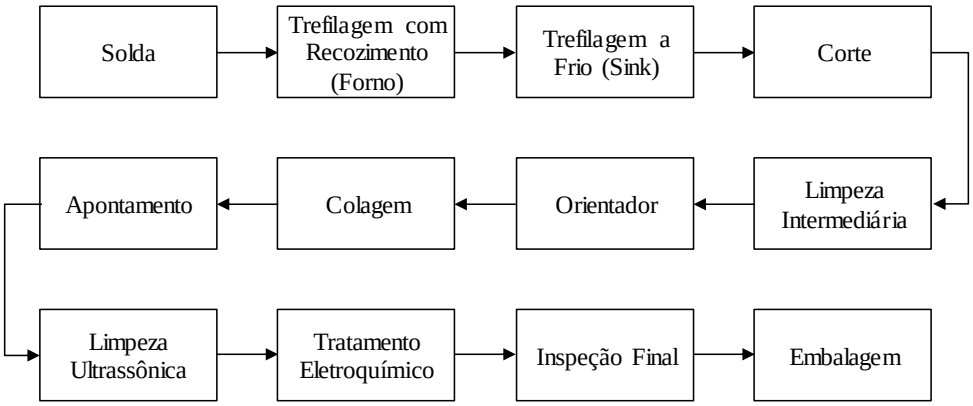

Figura 13- Fluxograma da Fábrica de Cânulas
Fonte: o autor (Adaptado da Fábrica)

As etapas de produção podem ser sucintamente descritas como:

- **Solda:** A fita de aço é calandrada em formato cilíndrico e soldada pelo processo TIG, ganhando forma de tubo.
- **Trefilagem com Recozimento (Forno):** Com a elevação da temperatura do tubo de aço no forno e através do processo de trefilagem, seu diâmetro e espessura são reduzidos.

- **Trefilagem a Frio (Sink):** Com a parede menos espessa e diâmetro extremamente reduzido, o recozimento não é mais necessário e a trefilagem é feita a frio até atingir o diâmetro desejado de acordo com a cânula que se deseja produzir.
- **Corte:** Nessa etapa os microtubos são cortados com lâminas de corte de acordo com o comprimento desejado.
- **Limpeza Intermediária:** Como os processos anteriores requerem a utilização de óleos lubrificantes, os microtubos cortados passam por esse processo para serem limpos e eliminar o máximo possível de vestígio de óleo.
- **Orientador:**Os microtubos cortados, até o momento movimentados em bacias, são orientados em caixas na posição vertical.
- **Colagem:** Devidamente limpas e orientadas, os microtubos seguem para esse processo, onde são dispostas lado a lado e recebem uma fita de cola em sua base. As cânulas em caixa passam a ser dispostas em fitas de microtubos.
- **Apontamento:** As fitas do processo anterior são dispostas uma a uma nas retíficas do apontamento, onde recebem o apontamento específico de acordo com o produto final. Os microtubos cortados se transformam em cânulas apontadas e ao mesmo tempo que são retiradas as fitas delas, passam a ser dispostas em estojos.
- **Limpeza Final:**Finaliza a retirada de qualquer resíduo de óleo e sujeira que possa ter ficado nas cânulas.
- **Tratamento Eletroquímico:**Os estojos recebem banhos de ácido para melhorar o acabamento visual das cânulas e eliminar possíveis rebarbas causadas pelo processo de apontamento.
- **Inspeção Final:**São feitos processos que verificam a qualidade da cânula e que identificam possíveis defeitos.
- **Embalagem:**Os estojos são identificados com etiquetas que revelam seu código, calibre e lote e são colocados em caixas de papelão também identificadas. As caixas ficam prontas para seguirem para a área de expedição.

A nomenclatura utilizada para se referir às cânulasutiliza as especificações das mesmas e segue o modelo apresentado na figura 14.

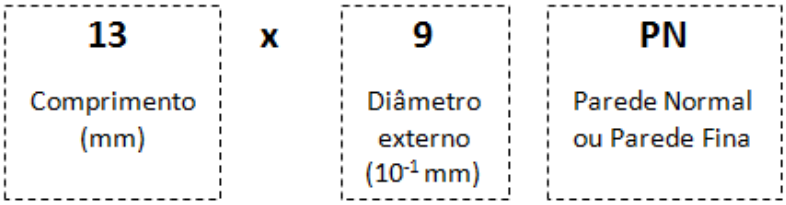

Figura 14- Nomenclatura das Cânulas
Fonte: o autor

Na figura 15 são apresentados alguns exemplos de cânulas já montadas em seus respectivos dispositivos plásticos e prontas para serem comercializadas.

Figura 15- Exemplos de Cânulas
Fonte: Hospitalar Distribuidora

A produção predominantemente empurrada entre os processos é feita sob demanda e, em média, 260.000.000 unidades de cânulas são produzidas mensalmente.

3.2 PROCESSO CRÍTICO

A primeira etapa do processo produtivo, Solda, foi a escolhida para que fosse desenvolvida e implementada a ferramenta OEE. Isso porque é uma das etapas mais críticas da fábrica,por possuir falhas no equipamento que geram perdas excessivas nos processos subsequentes e, por até o momento, não ter um acompanhamento mais efetivo de disponibilidade e performance. O processo inteiro de solda dispõe de sete máquinas, todas com a mesma função, necessitando apenas de um operador por turno para operá-las.

A seguir é mostrado o funcionamento do processo em epígrafe:

- A bobina de fita de aço (matéria prima) é montada na máquina, conforme a figura 16.

Figura 16- Bobina de Fita de Aço (Matéria Prima)
Fonte: o autor

- O operador passa a fita pelas 7 estações de formação para que ocorra o curvamento da fita de aço, transformando-se em um tubo, conforme figuras 17 e 18.

Figura 17 - Entrada da Fita de Aço nas Estações de Formação
Fonte: o autor

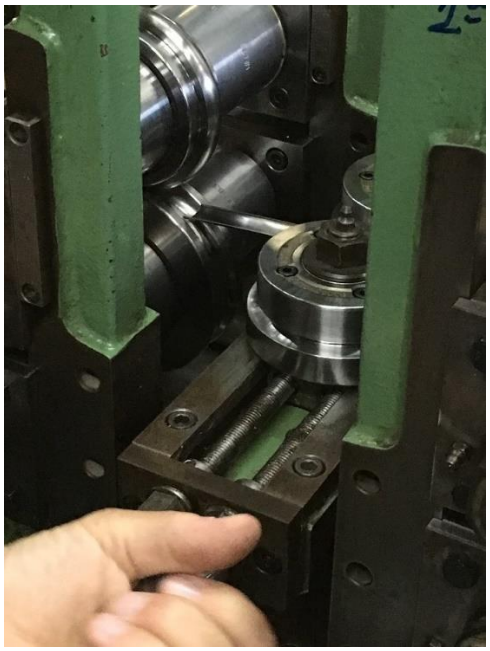

Figura 18 - Fita de Aço Sendo Cilindrada Pelas Estações de Formação
Fonte: o autor

- Após a formação da fita de aço acontece a solda,utilizando um eletrodo, com o intuito de vedar o tubo. O eletrodo é regulado pelo operador conforme as especificações do procedimento de trabalho, vide figuras 19 e 20.

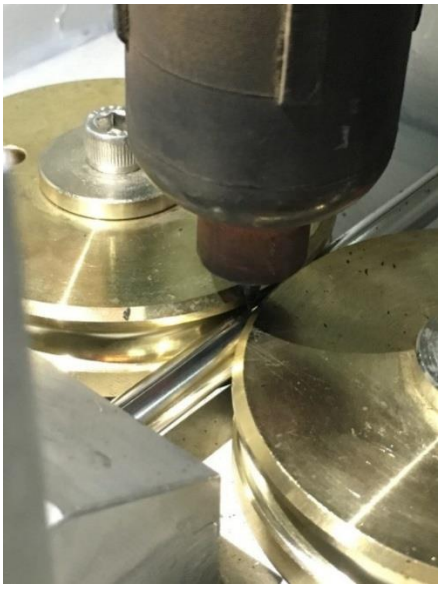

Figura 19 - Solda da Fita Cilindrada
Fonte: o autor

Figura 20 - Tubo Antes e Depois da Soldagem
Fonte: o autor

- O tubo soldado é diretamente bobinado e dividido em 2 ou 3 lotes, com aproximadamente 40Kg cada. Na figura 21 encontra-se o produto final do processo de Solda.

Figura 21 - Tubo Soldado Bobinado
Fonte: o autor

No momento que o projeto em estudo foi desenvolvido, todas as sete máquinas do processo de Solda estavam ajustadas com exatamente a mesma velocidade de produção, possibilitando a produção de 11,5kg de tubo soldado por hora por máquina. Como método de

controle, o operador deve indicar no formulário de produção o horário que montou o lote e também o horário que finalizou o lote, deve pesar a produção e as perdas que aconteceram, seja em regulagem de máquina ou em qualquer outra parada que exista, como falta de luz ou falha mecânica.

Falhas nesse processo, tanto na formação do tubo quanto na solda, geralmente acarretam em furos no tubo soldado, que se não forem observados com rapidez podem gerar perdas excessivas e permitir que o material fique mais propenso a perdas nos dois processos subsequentes de trefilagem.

Figura 22 - Furos no Tubo Soldado
Fonte: o autor

3.3 DESENVOLVIMENTO DO OEE

Como o OEE é sustentado por três pilares, a primeira etapa para o desenvolvimento do mesmo foi verificar se todas as informações que são necessárias para calcular a performance, disponibilidade e qualidade já estão disponíveis. Ou seja, verificar se é possível calcular o OEE com os dados que já são disponibilizados.

Como já é disponibilizada a produção e a perda das máquinas, a qualidade pode ser facilmente calculada, não necessitando fazer nenhum ajuste nos procedimentos de trabalho atuais. Porém, para os pilares de disponibilidade e performanceé necessário que haja as informações de parada de máquina informadas pelo operador, para que assim, possa calcular exatamente o tempo que as máquinas ficaram em funcionamento e quais os reais motivos das paradas, se foram programadas ou não.

Para se obter tais informações, no verso da ficha de preenchimento dos horários, produção e perdas, foi adicionado uma tabela para preenchimento das paradas de máquinas,nela o operador das máquinas de solda informam o dia, turno, motivo da parada e

por quanto tempo. Dessa forma, é possível calcular a disponibilidade e consequentemente a capacidade de produção de acordo com o tempo que a máquina ficou disponível.

Com o auxílio do software Microsoft Excel é possível unir todas essas informações para o cálculo de cada um dos pilares do OEE, assim como gerar gráficos e comparações. Todos os cálculos são diários, incluindo as informações que se acumulam nos três turnos, tanto produção, quanto perda e tempos de parada de máquina. Para melhor analisar as máquinas individualmente, o OEE pode ser gerado por máquina ou também para o processo inteiro, incluindo todas as máquinas.

O preenchimento de produção e perda na planilha segue de acordo com o exemplo da Tabela 1, onde é especificado a data, turno, máquina e lote para identificação. A produção de material bom e as perdas são medidos em kg.

Data	Turno	Máquina	Lote	Produção (Kg)	Perdas (Kg)
10-Feb	1	01	XXXXXX	72.70	0.30

Tabela 1- Planilha de Preenchimento de Dados de Produção
Fonte: o autor

O preenchimento das paradas de máquina na planilha segue de acordo com a Tabela 2, também necessitando de data, turno e máquina. O tempo que a máquina ficou parada é informado em minutos e a descrição da parada informada pelo operador é tambémimportante para o cálculo do OEE, pois só assim é possível identificar se a parada foi programada ou não.

Data	Turno	Máquina	Parada (min)	Motivo	Descrição	ProgramadooulInerente
10-Feb	1	07	65	RM	Regulagem de Máquina	Sim

Tabela 2- Planilha de Preenchimento de Dados de Parada de Máquina
Fonte: o autor

Os motivos de parada de máquina estão discriminados na Tabela 3, bem como suas siglas e se são inerentes ao processo ou programados.

Sigla	Descrição	ProgramadoouInerente
RM	Regulagem de Máquina	Sim
PE	ProblemaEletro/Eletrônica	Não
FE	Falta de Energia	Não
PM	ParadaMecânica	Não
FA	Falta de Gás	Não
MP	ManutençãoPreventiva	Sim
FM	Falta de Material	Não
TP	TPM	Sim
FG	Falta de Água	Não
OT	Outros	Não
EP	Estratégia da produção	Sim

Tabela 3- Motivos de Parada de Máquina
Fonte: o autor

3.3.1 Cálculo da Qualidade

O cálculo da qualidade é baseado na produção (produtos bons) e na perda diária tendo uma porcentagem como resultado, demonstrado na Equação 6.Os valores da Tabela 4 não são reais e simulam a produção de todas as máquinas juntas.

$$Qualidade = \frac{\sum Produção(kg)\ Diária}{\sum Produção(kg)\ Diária + \sum Perda(kg)\ Diária} = \%$$

Equação 6- Cálculo da Qualidade
Fonte: o autor

	16-mai	17-mai	18-mai	19-mai	20-mai	21-mai	
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Total da Semana
Produção (kg)	1063.5	1605.4	1552.9	1689.7	1613.6	723.3	8248.4
Perda (kg)	21.7	46.3	10.1	7.8	15.2	14.6	115.7
Qualidade	98%	97%	99%	100%	99%	98%	99%

Tabela 4- Exemplo de Cálculo da Qualidade do Processo
Fonte: o autor

3.3.2 Cálculo da Disponibilidade

O cálculo da disponibilidade é um pouco mais complexo devido às paradas de máquina influenciarem diretamente nele. Na Equação 7, procura-se calcular o tempo

disponível para produção. Ou seja, o tempo que a(s) máquina(s) tem para produzir diariamente, excluindo as paradas inerentes ao processo ou as paradas programadas. No caso da fábrica em estudo, que trabalha em três turnos, o tempo total diário são 24 horas ou 1440 minutos em um dia normal de produção, e utiliza 7 máquinas. Alguns exemplos de paradas programadas ou inerentes ao processo seriam: estratégia da produção, TPM, manutenção preventiva e setup de máquina.

$$\begin{aligned} &Tempo\ Disponível\ para\ Produção \\ &\qquad = (\sum Tempo\ Total\ Diário * \sum Máquinas) \\ &\qquad - \sum Tempo\ de\ Paradas\ Inerentes\ ao\ Processo\ ou\ Programadas \end{aligned}$$

Equação 7- Cálculo do Tempo Disponível para Produção
Fonte: o autor

A Equação 8 utiliza o resultado da Equação 7 diminuído pela soma dos tempos de máquina parada por motivos inesperados ou que não sejam inerentes ao processo, como: falha mecânica, falta de energia, falta de matéria prima, falta de água, falta de gás e outros. O resultado da Equação 8 é o tempo exato em que a máquina esteve em funcionamento produzindo.

$$\begin{aligned} &Tempo\ Produzindo \\ &\qquad = Tempo\ Disponível\ para\ Produção \\ &\qquad - \sum Tempo\ de\ Paradas\ Não\ Programadas \end{aligned}$$

Equação 8- Cálculo do Tempo Produzindo
Fonte: o autor

Por fim, a Equação 9 nos traz a disponibilidade. Ou seja, a porcentagem do tempo disponível para produção que foi aproveitado para produzir.

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ Produzindo}{Tempo\ Disponível\ para\ Produção} = \%$$

Equação 9- Cálculo da Disponibilidade
Fonte: o autor

Na Tabela 5 é possível ver um exemplo da disponibilidade já calculada em uma simulação de uma semana normal de produção. É notável que o “Tempo disponível para produção(min)” varia de um dia para o outro, isso, muito provavelmente, por conta das paradas programadas ou inerentes. O “Tempo produzindo(min)” também varia de um dia para o outro, porém o motivo principal é a falha mecânica recorrente nas máquinas do processo de Solda, que utiliza de máquinas antigas e fatigadas. Todos os tempos foram convertidos para minutos.

	16-mai	17-mai	18-mai	19-mai	20-mai	21-mai	
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Total da Semana
Tempo produzindo (min)	7360	8925	9300	9590	8875	3345	47395
Tempo disponível para produção (min)	9700	9745	9380	9720	9595	5295	53435
Disponibilidade	76%	92%	99%	99%	92%	63%	89%

Tabela 5- Exemplo de Cálculo da Disponibilidade do Processo
Fonte: o autor

3.3.3 Cálculo da Performance

De posse dos cálculos de disponibilidade, necessários para o cálculo da performance, é possível avaliar a eficiência da(s) máquina(s) enquanto estiveram em funcionamento e produzindo. Na Equação 10, para calcular a capacidade de produção diária em quilogramas, utiliza-se a capacidade de produção por máquina e por minuto, que é 11,5kg/hora transformada em 0,191667kg/min, já que todos os tempos estão sendo calculados em minutos.

$$\boxed{Capacidade\ de\ Produção\ Diária = 0{,}191667\text{kg/min} * Tempo\ Produzindo}$$

Equação 10- Capacidade de Produção
Fonte: o autor

No cálculo da performance, obtida pela Equação 11, só é necessário somar a produção diária e dividi-la pela capacidade de produção diária, obtida na Equação 10. O resultado será a porcentagem de eficiência que os equipamentos estão desempenhando.

$$\boxed{Performance = \frac{\sum Produção}{Capacidade\ de\ Produção\ Diária} = \%}$$

Equação 11- Cálculo da Performance
Fonte: o autor

A seguir, na Tabela 6, há o exemplo com a simulação do cálculo de performance do processo em questão. A “Capacidade de Produção(kg)” varia pois o tempo que as máquinas ficaram em funcionamento também variaram.

	16-mai	17-mai	18-mai	19-mai	20-mai	21-mai	
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Total da Semana
Produção (kg)	1063.5	1605.4	1552.9	1689.7	1613.6	632.5	8157.6
Capacidade de Produção (kg)	1411	1711	1783	1838	1701	641	9084
Performance	75%	94%	87%	92%	95%	99%	90%

Tabela 6- Exemplo de Cálculo da Performance do Processo
Fonte: o autor

3.3.4 Cálculo do OEE

O cálculo do OEE pode ser obtido por meio da multiplicação dos três pilares (Equação 12): qualidade, disponibilidade e performance. Assim, obtêm-se uma porcentagem da eficiência global, no caso do processo, já que consideramos todas as sete maquinas de Solda juntas. Mas pode-se dividir e calcular individualmente, máquina por máquina.

$$\boxed{OEE = Qualidade * Disponibilidade * Performance}$$

Equação 12- Cálculo do OEE
Fonte: o autor

Por meio de um consenso entre os engenheiros de processo da fábrica, estabeleceu-se a meta de 90% para o OEE do processo de Solda, o que é desafiador, porém, tangível. Na Tabela 7 segue o exemplo de uma simulação para uma semana normal no processo.

	16-mai	17-mai	18-mai	19-mai	20-mai	21-mai	
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Total da Semana
Disponibilidade	76%	92%	99%	99%	92%	63%	89%
Performance	75%	94%	87%	92%	95%	99%	90%
Qualidade	98%	97%	99%	100%	99%	98%	99%
OEE	56%	84%	86%	90%	87%	61%	79%
Meta	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%

Tabela 7- Exemplo de Cálculo do OEE do Processo de Solda
Fonte: o autor

4. ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA OEE

Com a ferramenta de OEE desenvolvida e implementada, algumas análises podem ser realizadas por três diferentes meios: pelo acompanhamentoda evolução do OEE das máquinas,pela evolução do processo como um todo e pela comparação dos resultados com outras fábricas do mundo (OEE global).Dessa forma, é possível tomar decisões,baseando as estratégias de manutenção, produção e gestão do processo nos resultados da ferramenta em estudo.

4.1 ANÁLISE POR MÁQUINA

Tendo a máquina de soldade número 5como objeto de análise de sua própria evolução do OEE, como é explicitado na tabela 8, pode-se observar que durante as cinco semanas subsequentes à implementação, o índice de qualidade dessa máquina se manteve constantemente alto, havendo um baixo nível de perda durante o processo de produção. Já os índices de disponibilidade e performance dessa mesma máquina apresentam variações durante as cinco semanas.

	Semana 1	**Semana 2**	**Semana 3**	**Semana 4**	**Semana 5**
Disponibilidade	87%	99%	97%	99%	97%
Performance	85%	99%	90%	90%	71%
Qualidade	99%	99%	99%	99%	99%
OEE	**73%**	**98%**	**86%**	**88%**	**68%**

Tabela 8 - Evolução do OEE da Máquina #5
Fonte: o autor

Entre alguns dos motivos que podem causar essa variação na performance, podem ser citados:

- Número inadequado de operadores para o processo;
- Regulagem inadequada do equipamento;
- Capacidade diminuída por motivos de desgaste do equipamento e;
- Baixa eficiência dos próprios operadores.

A respeito da variação no índice de disponibilidade, a causa mais provável é a idade avançada do equipamento e alguns outros fatores podem ser citados para serem melhor trabalhados a fim de reduzir a variação e mantê-lo alto e constante, como:

- Planos de manutenção preventiva e preditiva mais eficazes;
- Fortificar a cultura de TPM no processo;
- Intervenções de manutenção corretiva mais ágeis e;
- Oferecer melhores treinamentos para o operador manusear o equipamento.

4.2 ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO PROCESSO COMO UM TODO

Analisando o processo de solda (todas máquinas juntas) pelo período de 3 meses, como evidenciado na tabela 9, é possível notar a diminuição acentuada do índice de disponibilidade, que ocorreu devido a parada mecânica de uma das máquinas de solda a partir do mês 2. Pelo fato do equipamento possuir idade avançada e partes com desgaste elevado, a equipe de manutenção não obteve sucesso na tentativa de realizar a manutenção corretiva da mesma. Durante o mês 2, em consequência das tentativas de disponibilizar a máquina novamente para a produção, houve maior índice de perda e o índice de performance também apresentou queda. Durante o mês 3 a disponibilidade teve uma queda ainda maior pois a máquina esteve parada do início ao fim do mês, porém sem tentativa de retorná-la à atividade já que a decisão tomada foi de reformá-la por completo em um futuro próximo. Percebe-se que no mês 3 a performance e a qualidade voltaram aos seus índices normais, quando comparadas com o mês 1, já que não houveram mais tentativas de colocar a máquina em manutenção para operar.

	Mês 1	**Mês 2**	**Mês 3**
Disponibilidade	90%	82%	79%
Performance	96%	93%	96%
Qualidade	99%	98%	99%
OEE	**85%**	**74%**	**75%**

Tabela 9 - Evolução do OEE do Processo de Solda no Período de 3 meses
Fonte: o autor

4.3 COMPARAÇÃO DO RESULTADO COM O OEE GLOBAL

Utilizando a tabela 10 como referência para fazer a análise comparativa do OEE obtido nos três meses com o OEE Global e com a meta de OEE estipulada entre a alta gerência da fábrica, o OEE obtido não atingiu a meta da fábrica em nenhum mês e apenas no mês 1 o índice atingiu o OEE Global. Diante disso, apenas no mês 1 o processo de solda atingiu o nível de eficiência mínimo para ser considerado um processo com eficiência de classe global.

	Mês 1	**Mês 2**	**Mês 3**
OEE Global	85%	85%	85%
Meta OEE Fábrica	90%	90%	90%
OEE	**85%**	**74%**	**75%**

Tabela 10 - Comparativo do OEE com Padrão Fábrica e OEE Global
Fonte: o autor

5. CONCLUSÃO

O presente estudo visou mostrar o desenvolvimento e a aplicação da ferramenta OEE (Overall Equipment Effectiveness) e como ela pode auxiliar na identificação de melhorias no desempenho do equipamento através de análises relativamente básicas. Com oíndice de disponibilidade baixo, o entendimento da ferramenta possibilitou evidenciar a oportunidade de melhoria em sua política de manutenção no processo de solda da fábrica, destacando-se a necessidade de intervenções preventivas e preditivas, visando diminuir suas paradas de máquina por motivos de falha, reduzir o tempo gasto em manutenção corretiva, fortalecer a cultura TPM e treinar melhor seus operadores para incrementar ainda mais a performance do processo.

Além de dar apoio às decisões estratégicas, quando os resultados de OEE são discutidos no chão de fábrica entre líderes de produção, operadores e time de manutenção, cria-se um ambiente desafiador e de cooperação. Ainda, se as metas forem baseadas no índice OEE e não apenas na produção em si, haverá a união de três fatores de suma importância para uma empresa se tornar competitiva no mercado, que são: performance, qualidade e disponibilidade.

Alguns fatores que foram essenciais para o desenvolvimento de uma ferramenta OEE sólida, com metas desafiadoras, porém alcançáveis e que envolva os colaboradores são: manter a capacidade de produção dos equipamentos constantemente atualizada e elucidar a importância da acuracidade das informações de parada de máquina, produção e perda fornecidas pelos operadores. As análises dos dados obtidos através do OEE também devem ser feitas por uma pessoa diariamente, sendo esse o responsável por acionar as partes envolvidas caso haja necessidade. Assim, ações são tomadas rapidamente para evitar qualquer tipo de perda.

Para continuidade do trabalho realizado, espera-se que essa mesma ferramenta seja aplicada em todos os processos da fábrica, possibilitando analisar as deficiências de cada processo e agindo sobre eles ativamente. Desse modo, acredita-se que a eficiência da fábrica evolua como um todo, gerando resultados positivos e significantes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAN. Documento Nacional 2011 –**ABRAMAN a Situação da Manutenção no Brasil** 26 Congresso Brasileiro de Manutenção- Curitiba 2011.

ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Benefícios e Lucratividade.**2000. [Online]. Disponível na Internet <www.mtaev.com.br/download/mnt2.pdf>. Acesso em: 16/11/2016.

ALMEIDA, S. **Cliente, eu não vivo sem você: o que você não pode deixar de saber sobre qualidade em serviços e clientes**. Bahia: Casa daQualidade, 1995.

AMORIM, J.P. **OEE – A Forma de Medir a Eficiência dos Equipamentos.**www.scribd.com. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Mantenabilidade.** Rio de Janeiro: ABNT. 1994.

BRAGLIA, M.; FROSOLINI, M.; ZAMMORI, F. **Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML) - an integrated approach to assess systems performance.**Journal of Manufacturing Technology Management. 2009.

BRAH, S. A. and CHONG, W. K. **Relationship between total productive maintenance and performance**. International Journal of Production Research, 2004. Vol. 42, No. 12, p. 2383-2401.

BRITO,Mário. **Manual Pedagógico da Manutenção PRONACI**. Lisboa: PRONACI/AEP, 2005.

CITEVE. **Guia Integrado de Qualidade, Ambiente e Segurança: ATP (Associação Têxtil e Vestuário de Portugal).** 2004.

FLEMING, P. V., FRANÇA, S.R.R.O. **Considerações Sobre a Implementação Conjunta de TPM e MCC na Indústria de Processos.** ABRAMAN – 12º Congresso Brasileiro de Manutenção: TT044, Anais. São Paulo, SP. 1997.

GIACOMET, Luiz Francisco. **Um Método para Determinação Qualitativa de Sobressalentes para Hidrogeradores.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

GRÖNROOS, C., **Marketing: Gerenciamento e Serviços a Competição por Serviços na Hora da Verdade**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

GROOTE, P. De. **Maintenance Performance Analysis: APractical Approach.**Journal of Quality in Maintenance Engineering, 1995. Vol. 1, No. 2, p. 4-24.

HANSEN, R. C. **Overall Equipment Effectiveness**. 1st. ed. New York: Industrial Press, 2002.

HUGE, E.C., ANDERSON, A.D. **Guia para excelência de produção: novas estratégias para empresas de classe mundial.** São Paulo: Atlas. 1993.

IM&C INTERNATIONAL, JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. **Curso de Manutenção Planejada: TPM – Total ProdutiveMaintenance.** JIPM. 2000. p. 173.

JAFFREY, S. H. **O abc da ISO 9001.** Jornal Qualidade Online. 2004.

JOHNSON, H.T. & KAPLAN, R.S. **Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting.**Boston: Harvard Business School Press, 1987.

KARDEC, Alan; NACIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica.** 2ªedição. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica.** 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

KIRBY, Kenneth E. 2002. **There is Gold in Those Reliability and Maintenance Practices.**[Online]. Disponível na Internet <http://www.smrp.org/vl/news_winter00-01.html>. Acessoem: 16/11/2016.

MARTORELL, S., SANCHEZ, A., MUÑOZ, A., PITARCH, J. L., SERRADELL, V. and ROLDAN, J. **The Use of Maintenance Indicators to Evaluate the Effects of Maintenance Programs on Npp Performance and Safety**. ReliabilityEngineering& System Safety, 1999. p. 85-94.

MONCHY,François.**A Função Manutenção –Formação para a Gerenciada Manutenção Industrial**. SãoPaulo: Editora Durban Ltda,1989.

MOUBRAY,John.**Reliability-Centered Maintenance.** Great Britain, 1997.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 110p.

NP 4483.**Sistemas de gestão da manutenção, Requisitos**. 2009.

NP EN 13306.**Terminologia da Manutenção**. 2007.

NP EN ISO 9001 - **Sistemas de Gestão da Qualidade.Requisitos**. 2008.

OSADA, T.Y. **TPM/MPT – Manutenção Produtiva Total.** IMAN. 1993.

PARIDA, A. and Kumar, U. **Maintenance Performance Measurement (MPM): Issues and Challenges.**JournalofQuality in MaintenanceEngineering, 2006. Vol. 12 No. 3, p. 239-251.

PASCHOAL, D. R.; MENDONÇA, M.; MORAIS, R.; GITAHY, P.; LEMOS, M. **Disponibilidade e Confiabilidade: Aplicação da Gestão da Manutenção na Busca de Maior Competitividade.** Revista da Engenharia de Instalações no Mar da FSMA, 2009.

PATTON, Jr Joseph D. **PreventiveMaintenance.**Instrument Society of America, 1983.

RAUSAND, M. **Reliability Centered Maintenance.** Reliability Engineering and System Safety, v. 60. 1998.

RIBEIRO, Haroldo, 2007. **O que é pilar de manutenção planejada?** Disponível em: < http://www.pdca.com.br/>. Acesso em 25 de novembro de 2016.

SANTOS, A.; SANTOS, M. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos (oee) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso**.Anais do XXVII ENEGEP, Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007.

SIQUEIRA, I.P. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: manual de implementação.** Rio de Janeiro: Qualitymark. 2005.

STARR, F., BISSEL, A. **Maintenance, Inspection or Management: A Risk Based Approach.** OperationMaintenanceandMaterialsIssues: v.1, nº3. 2002.

VERRI, L. A. **Gerenciamento pela qualidade total na manutenção industrial: aplicação prática.**Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

WAGGONER, Daniel B., NEELY, Andy D., KENNERLEY, Mike P. **The Forces That Shape Organizational Performance Measurement Systems: An Interdisciplinary Review**. International Journal of Production Economics, 1999. p. 53-61.

WAEYENBERGH, G. **CIBOCOF – A Framework for Industrial Maintenance Concept Development.** Doctoral Thesis, Department of Applied Sciences, Catholic University of Louvain, Belgium. 2005.

ANEXO – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 22 de Novembro de 2017.

Pedro Lopes Ornellas	201049024
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
Pedro Lopes Ornellas	131.528.347-38
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.

Repositório Institucional

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Termo de Autorização para publicação de trabalhos acadêmicos em formato eletrônico no Repositório Institucional Digital da Produção Científica e Intelectual da UFJF

1. Identificação da material bibliográfico: ( )Tese ( ) Dissertação
(X) TCC graduação ( ) TCC Especialização

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor: Pedro Lopes Ornellas

Matrícula: 201049024 CPF: 131.528.847-38 Telefone fixo

Telefone celular: 21 98368 2017 E-mail: pedro.ornellas@engenharia.ufjf.br

Nome do orientador: Luiz Henrique Dias Alves

Título do trabalho: Implantação da ferramenta de medição de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) em uma indústria de produtos cirúrgicos

Co-orientador:

Membros da Banca: Marcos Martins Borges e Maria de Fátima Bianco Correa

Pós Graduação Stricto Sensu (Mestrado e Doutorado)

Programa: Curso:

Área do Conhecimento: Palavras-chave:

Data da defesa: __/__/____

Pós-graduação Lato Sensu (especialização)

Curso de Pós-Graduação:

Área do Conhecimento: Palavras-chave:

Data da defesa: __/__/____

Graduação

Curso: Engenharia de Produção Data da defesa: 22/11/17

Área do Conhecimento: Gestão da Manutenção

Palavras-chave: OEE, Eficiência Global dos Equipamentos, Overall Equipment Effectiveness

3. Agência (s) de fomento (se houver):

4. Licença de uso

Na qualidade de titular dos direitos de autor do conteúdo supracitado, autorizo o Centro de Difusão do Conhecimento da Universidade Federal de Juiz de Fora a disponibilizar a obra no Repositório Institucional gratuitamente, de acordo com a licença pública ***Creative Commons*** Licença 4.0 Internacional por mim declarada sob as seguintes condições.

Permite uso comercial de sua obra? ( ) Sim (X) não

Permitir alterações em sua obra? ( ) sim ( ) sim, desde que outros compartilhem pela mesma licença (X) não

A obra continua protegida por Direitos Autorais e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

4. Informação de acesso ao documento:

Liberação para publicação: (X) Total ( ) Parcial

A restrição (parcial ou total) poderá der mantida por até um ano a partir da data de autorização da publicação. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à PROPP ou PROGRAD. Em caso de publicação parcial, o embargo será de 12 meses. Especifique o (s) arquivo(s) capítulo(s) restritos:

Declaração de distribuição não-exclusiva

O referido autor:

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original e que detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à Universidade Federal de Juiz de Fora os direitos requeridos por esta licença e que esse material, cujos direitos são de terceiros, está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdos do documento entregue.

c) Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a UFJF, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo contrato ou acordo.

Assinatura do autor Pedro Lopes Ornellas **Data** 22/11/2017