

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**UNIDADE DE CURITIBA**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA**  
**CURSO ESPECIALIZAÇÃO EM GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO**

**MARCOS AURELIO TREVISAN**

**RELAÇÃO ENTRE PERFORMANCE E AS 4 FASES DE**  
**CONFIABILIZAÇÃO**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**OUTUBRO – 2012**



**MARCOS AURELIO TREVISAN**

**RELAÇÃO ENTRE PERFORMANCE E AS 4 FASES DE  
CONFIABILIZAÇÃO**

Trabalho de Diplomação apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gerência de Manutenção. Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**Orientador:** Prof.º M. Sc. Marcelo Rodrigues

**CURITIBA**

**OUTUBRO - 2012**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

Título de Monografia

### **RELAÇÃO ENTRE PERFORMANCE E AS 4 FASES DE CONFIABILIZAÇÃO**

por

Marcos Aurelio Trevisan

Esta monografia foi apresentada às 7h40min do dia 20 de outubro de 2012 como requisito parcial para obtenção do título de ESPECIALISTA EM GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO, programa de Pós-graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores e profissionais abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

---

M.Eg. Marjorie Belinelli

---

Prof. Esp. Sandro Pires

---

Prof. M.Sc. Marcelo Rodrigues  
(UTFPR)  
Orientador

---

Prof. M.Sc. Marcelo Rodrigues  
(UTFPR)  
Coordenador

Dedico esse trabalho a minha família e em especial, minha esposa Daniela e Maria Eduarda que sempre me apoiaram e que foi motivo de inspiração para a conquista de nossos objetivos.

## RESUMO

Após muitos anos de estabilidade, o mercado automotivo mundial passa por transformações. Fabricantes tradicionais sofrem crises financeiras em mercados saturados, fabricantes asiáticos ampliam sua participação no mercado, países do BRICS, com mercado potencial passam a fazer parte da estratégia dos principais fabricantes. Para que as empresas consigam permanecer inseridas num mercado como este, significa produzir no menor custo, com a melhor qualidade no menor prazo, ou seja, no mais alto nível de performance.

Este nível de performance não é fácil de ser alcançado, precisa dedicação, foco no resultado e muita visão estratégica.

Este trabalho visa apresentar a relação entre a performance do meio de produção e a aplicação das quatro fases de confiabilidade em um sistema de manufatura.

O Setor de usinagem da empresa do estudo de caso, durante o ano de 2011 passou por algumas turbulências, seus resultados não foram dos melhores em relação aos concorrentes, principalmente devido ao alto custo por interrupções do funcionamento das máquinas. Estas paradas ocasionaram um excesso de horas extras para reposição da produção atrasada, retrabalho em peças em função da falta de qualidade, além de alto custo por manutenção corretiva das máquinas.

Como resultado e discussão verificou-se que não existe uma relação direta entre o aumento da disponibilidade total de linhas flexíveis e o resultado de performance.

**Palavras-chave:** Confiabilidade, custo de manutenção.

## ABSTRACT

After many years of stability, the global automotive market undergoes transformations. Traditional manufacturers suffer financial crises in saturated markets, Asian manufacturers expand their market share, the BRICS countries, with market potential will become part of the strategy of the leading manufacturers. For companies to be able to remain inserted in a market like this, means producing at the lowest cost with the best quality in the shortest time, i.e. at the highest level of performance.

This level of performance is not easily achieved; need dedication, focus on results and a lot of strategic vision.

This paper presents the relationship between the performance of the production and application of the four phases of reliability in a manufacturing system.

Sector machining company case study, during the year 2011 has gone through some turmoil, its results were not better than those of competitors, mainly due to the high cost of interruptions to the operation of the machines. These shutdowns caused excessive overtime for production late replacement, rework parts due to the lack of quality, and high cost for corrective maintenance of machines.

As a result and discussion has been found that there is not a direct relationship between increasing the total availability of flexible lines and results of performance.

**Keywords:** Reliability, maintenance cost.

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	TEMA DA PESQUISA	14
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.3	JUSTIFICATIVA	15
1.4	OBJETIVO	15
1.4.1	OBJETIVO GERAL	15
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	SISTEMA PRODUTIVO.	17
2.1.1	OBJETIVOS DE PRODUTIVIDADE NO SISTEMA INDUSTRIAL	18
2.2	PRODUTIVIDADE	20
2.3	MANUFATURA ENXUTA (“LEAN MANUFACTURING”)	23
2.4	ESSÊNCIAS DO LEAN MANUFACTURING:	24
2.4.1	DEFEITOS DE QUALIDADE	24
2.4.2	EXCESSO DE ESTOQUES	25
2.4.3	EXCESSO DE PRODUÇÃO	25
2.4.4	TEMPOS DE ESPERA	26
2.4.5	PERDAS POR MOVIMENTAÇÃO	26
2.4.6	PERDAS POR TRANSPORTE	27
2.4.7	SUPER PROCESSAMENTO	27
2.5	<i>TPM</i>	28
2.5.1	OS OITOS PILARES DO <i>TPM</i>	29
2.6	TIPOS DE MANUTENÇÃO.	33
2.6.1	MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA	33
2.6.2	MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA	33
2.6.3	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	33
2.6.4	MANUTENÇÃO PREDITIVA	34
2.6.5	MANUTENÇÃO DETECTIVA	34
3	METODOLOGIA APLICADA	35
3.1	FLUXOGRAMA	37
4	AMBIENTE PESQUISADO:	38
4.1	LAY OUT	39



4.2	DESENVOLVIMENTO DAS 4 FASES DE CONFIABILIZAÇÃO	40
5	COLETA E ANÁLISE DOS RESULTADOS:	43
5.1	HISTÓRICO DA PRODUTIVIDADE	43
5.2	HISTÓRICO DE DISPONIBILIDADE	44
5.3	HISTÓRICO DA FREQUÊNCIA DE PARADA.	46
5.4	RELAÇÃO ENTRE AS QUATRO FASES DE CONFIABILIZAÇÃO E PERFORMANCE.	47
5.5	HISTÓRICO DISPONIBILIDADE DA OP 2.	48
5.6	HISTÓRICO FREQUÊNCIA DE PARADA DA OP 2.	49
5.7	RELAÇÃO ENTRE 4 FASES DE CONFIABILIZAÇÃO E A FREQUÊNCIA DE PARADA.	49
5.8	RELAÇÃO ENTRE PERFORMANCE E CUSTO DE MANUTENÇÃO.	51
6	ANÁLISE DOS DADOS e discussão dos resultados	53
7	CONCLUSÃO	55
7.1	PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS	55
8	REFERÊNCIAS:	56
9	GLOSSÁRIO	58
9.1	MTBF – MEAN TIME BETWEEN FAILURE	58
9.2	MTTR – MEAN TIME TO REPAIR	58
9.3	PANE	58
9.4	FALHA	58
9.5	FALHA ALEATÓRIA	58
9.6	RCM – RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE	58
9.7	PERFORMANCE	59
9.8	DESEMPENHO	59
9.9	O.E.E.	59
9.10	DISPONIBILIDADE	59
10	APÊNDICES:	60
	APÊNDICE A - DISPONIBILIDADE DAS OP 1 À OP 9	60
	APÊNDICE B – DISPONIBILIDADE DAS OP 10 À OP 18.	61
	APÊNDICE C – DISPONIBILIDADE DAS OP 19 À OP 21	62
	APÊNDICE D – FREQUÊNCIA DE PARADA DAS OP 1 À OP 9	63
	APÊNDICE E – FREQUÊNCIA DE PARADA DAS OPS 10 À OP 18.	64
	APÊNDICE F – FREQUÊNCIA DE PARADA DAS OP 19 À OP 21.	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: PILARES DO TPM (Manutenção Produtiva Total).....	30
Figura 2: Etapas da manutenção planejada .....	31
Figura 3: Fluxograma da obtenção dos dados .....	37
Figura 4: Layout Linha.....	39
Figura 5: 4 Fases de confiabilização.....	40
Figura 6: Produção mês a mês .....	43
Figura 7: Disponibilidade total da linha .....	44
Figura 8: Frequência de parada total da linha .....	46
Figura 9: Disponibilidade da OP 2 .....	48
Figura 10: Frequência de parada da OP 2 .....	49
Figura 11: Relação entre custo de manutenção e Respeito ao volume de produção	52

## **SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS.**

BRICS – Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul.

Dp – Disponibilidade própria.

Fpm – Frequência de parada média por 1000 peças produzidas.

MTBF – Mean Time between Failures (Tempo Médio Entre Falhas)

MTTR – Mean Time to Repair (Tempo Médio Para Reparo)

MTTF – Mean Time to Failure (Tempo Médio Para Falha)

O.E.E – Overall Equipment Effectiveness – Eficiência Global de Equipamento.

RCM – RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE – Manutenção Centrada em Confiabilidade.

TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)



# 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será feita uma introdução sobre a situação do mercado automotivo mundial assim como uma síntese desta pesquisa.

Segundo Casotti e Goldenstein (2012) a indústria automobilística, durante a história, teve uma grande mudança, principalmente em meados do século XX, quando Henry Ford, empresário e fundador da *Ford Motor Company*, organizou o seu processo produtivo em torno de uma linha de montagem com esteiras rolantes. Para alcance de produção em larga escala a menores custos, sendo necessária uma grande divisão de atividades e especialização de tarefas, assim como padronização das mesmas e dos produtos.

Este modelo logo revolucionou a fabricação de automóveis, lançando desta forma uma referência em gestão para o setor. Principalmente após a Segunda Guerra Mundial, quando a mentalidade empresarial norte-americana se difundiu pela Europa Ocidental com a ajuda do Plano Marshall, o mundo conheceu a era da produção e do consumo em massa.

As adversidades econômicas vividas pelo Japão, no período de pós-guerra tornaram inviável a produção de um modelo que exigisse enormes fábricas, estoques elevados e alto número de funcionários – premissas do fordismo. O pequeno mercado consumidor, associado à escassez de capital e matéria prima que o país vivia, impedia o desenvolvimento de um sistema produtivo voltado para produção em massa. A solução foi simplificar o sistema fordista.

Foi então que a *Toyota*, fabricante japonesa de veículos, apostou num sistema de produção mais enxuto. Para amenizar a baixa escala de produção, optou-se na fabricação de pequenas quantidades de uma grande variedade de produtos. A baixa escala de matéria prima elevava em muito seu custo, sendo necessário programar ações para redução dos desperdícios. Os estoques que precisavam de elevados custos para serem gerenciados foram eliminados. Neste momento também teve uma mudança de um sistema intensivo pela mão de obra para um sistema de tecnologia, com forte diferenciação pela qualidade. Criava-se então o conceito de produção

enxuta, pequenas fábricas, estoque zero, desperdício zero, qualidade máxima e automatização flexível.

O papel principal da indústria é a transformação de matérias primas em produtos acabados, o sistema de produção enxuta é o de transformação visando o lucro máximo.

Neste intuito surgiu à necessidade de analisar as variáveis que são o foco deste estudo, a relação entre a performance e a confiabilidade do sistema produtivo.

Esta análise foi realizada comparando-se dados de disponibilidade de máquina e os resultados de produção – performance da linha de produção.

## **1.1 TEMA DA PESQUISA**

O tema deste projeto é o estudo de caso envolvendo as variáveis produtividade e confiabilidade do sistema de produção do departamento de usinagem de uma fábrica localizada na Região Metropolitana de Curitiba, no primeiro semestre do ano de 2012.

Pretende-se apresentar uma análise dos problemas que impactam em uma linha de fabricação e a aplicação das 4 fases de confiabilidade, focando aumento da produtividade e redução das quebras dos equipamentos.

Esta pesquisa busca situar se o departamento de manutenção e fabricação da usinagem, através de suas ações estão sendo geradores de lucro na busca da alta performance, assim como o impacto dos gestores sobre o resultado final.

## **1.2 PROBLEMA DE PESQUISA**

A competitividade atual está exigindo altas performances dos sistemas de produção, sempre associados aos menores custos possíveis de fabricação e manutenção.

O problema de pesquisa está baseado no levantamento e análises dos problemas envolvidos em uma área de usinagem mediante perda de produtividade e aumento de falhas e custos com manutenção. De modo que o problema a ser resolvido pode ser sintetizado por:

- Como reduzir os custos de fabricação com a aplicação das quatro fases de confiabilização?
- Quais os avanços obtidos durante a implantação das quatro fases?

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

A alta performance buscada atualmente pelas indústrias automotivas não permitem mais perdas em seus meios produtivos impactados por paradas não programadas, conforme Kardec e Nascif (2009, p.17). “não é mais aceitável que o equipamento ou sistema pare de maneira não prevista”...

Segundo Lafraia (2001, p.237), “... praticar manutenção sem pôr as mãos no equipamento aumenta a confiabilidade.”. Isto se justifica de duas formas: primeira que o aumento da confiabilidade não esta ligado a atividades desenfreadas de manutenção e por corretivas e preventivas desnecessárias sobre o equipamento, e caso a manutenção necessite realizar atividades sobre os equipamentos, tem-se uma parada do sistema produtivo, causando impacto direto na produção e no lucro.

Eliminar as paradas programadas e não programadas dos equipamentos para que a linha de produção esteja disponível para cumprir os volumes diários de produção.

### **1.4 OBJETIVO**

#### **1.4.1 OBJETIVO GERAL**

Análise da viabilidade técnica da aplicação das quatro fases de confiabilização em máquinas e equipamentos de uma das linhas do departamento de usinagem da fábrica de motores.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Pesquisa bibliográfica;
- Efetuar levantamento de dados para comparação entre produtividade e disponibilidade.
- Analisar a relação existente entre produtividade e disponibilidade de máquinas.
- Relatar e mensurar o avanço das ações das quatro fases de confiabilização.

→ Analisar a relação entre a produtividade e o custo de manutenção.

## **1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.**

No capítulo 1 apresenta-se uma situação do avanço do mercado mundial automotivo, buscando a redução dos custos e lucro máximo.

O capítulo 2 explica alguns conceitos aplicados como produtividade e seus objetivos e também entra nos fundamentos da manutenção, com vários conceitos como TPM, disponibilidade e tipos de manutenção.

No capítulo 3 situam-se a pesquisa e a classificação da metodologia aplicada.

O capítulo 4 busca demonstrar o levantamento do estado atual da empresa em função de produtividade e manutenção.

O capítulo 5 traz todos os levantamentos da produção, disponibilidade e custos, com gráficos e tabulação das variáveis para análise.

No capítulo 6 traz as análises desta pesquisa e, algumas sugestões que poderiam ser utilizadas em novos estudos, a fim de facilitar e melhorar os resultados.

Enfim, no capítulo 7 tiram-se as conclusões desta pesquisa.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão detalhados os conceitos aplicados para a redução dos custos e aumento da produtividade.

### 2.1 SISTEMA PRODUTIVO.

Segundo Slack (2002, p.36) "... a produção envolve um conjunto e recursos de entrada usados para transformar algo ou para ser transformado em outputs de bens e serviços." Este é o conceito básico de produção, respeitando os diversos setores de atividade. Como input consideram-se todas as entradas no processo produtivo e podem ser subdivididas em:

- Recursos Transformados (materiais, informações e consumidores);
- Recursos de Transformação (instalações e funcionários).

O processo de transformação está diretamente ligado a estas entradas de recursos transformados. O processamento dos materiais pode ocorrer transformando suas propriedades físicas, que é o mais usual, ou podem alterar sua localização (caso de empresas de entrega de encomendas). Já o processamento de informações trabalha com as informações ou dados (como no caso de um contador), e o processamento de consumidores pode ocorrer em características físicas (como exemplo, cirurgias plásticas), de localização (transporte aéreo), estado psicológico (parques temáticos ou cinemas) e assim por diante.

Para a economia, a produção é a criação e o processamento de bens e mercadorias. O processo abarca a concepção, o processamento e o financiamento, entre outras etapas. A produção é um dos principais processos econômicos e o meio através do qual o trabalho humano gera riqueza.

Existem diversos modos de produção no seio de uma sociedade, determinados pelas relações de produção que as pessoas estabelecem entre si. Através das relações de produção, o trabalho individual converte-se numa parte do trabalho social.

Para o filósofo alemão Karl Marx, o modo de produção não é determinado por aquilo que é produzido nem por quanto se produz, mas pela forma como é levada a cabo a respectiva produção.

### **2.1.1 OBJETIVOS DE PRODUTIVIDADE NO SISTEMA INDUSTRIAL**

Os objetivos da produção, a nível operacional, devem ser estritamente definidos.

Para isso, são subdivididos em cinco objetivos a serem analisados:

#### **2.1.1.1 OBJETIVO QUALIDADE**

Segundo a premissa do Sistema de produção Toyota - “fazer certo da primeira vez”, o que o torna um objetivo particularmente importante, visto estar diretamente ligado à satisfação ou insatisfação do cliente, basta mencionar que um produto de qualidade pode fidelizar o consumidor assim como a falta da mesma pode minimizar as possibilidades de que o consumidor volte a comprar. A qualidade reduz custos, pois elimina retrabalhos e perdas de tempo. Também aumenta a confiabilidade, pois produtos bem feitos e com a garantia de repetitividade reduzem problemas desconhecidos ou por má produção.

#### **2.1.1.2 OBJETIVO RITMO**

Conforme Slack (2002), quanto mais rápido houver disponibilidade de produtos no mercado, menos tempo os consumidores terão de esperar. Vale ressaltar que não só a rapidez de saída é importante. Quanto mais rápido as partes forem produzidas internamente, mais provável que os pedidos urgentes sejam concluídos. Isto está diretamente relacionado à redução de estoques, que podem ser considerados como capital parado. Outro fator importante da rapidez, é que previsões de longo prazo são difíceis de possuir precisão. Se houver um planejamento para um ano e algo mudar, é muito mais difícil adequar-se se o processo é lento, o que seria facilmente contornado em um processo rápido.

#### **2.1.1.3 OBJETIVO CONFIABILIDADE**

Tem o sentido de “fazer as coisas em tempo para os consumidores receberem seus bens ou serviços prometidos” Slack (2002, p. 74). Pode ser considerado como

um dos objetivos mais importantes. Operações internas à organização com maior confiabilidade são as mais eficazes por alguns motivos, por exemplo, na economia de tempo, pois uma falha de confiabilidade gera perda significativa para reprogramação das tarefas. Economia de dinheiro, pois peças produzidas em regime de urgência ou em hora suplementar são geradores de sobre custos. Além disso, confiabilidade gera estabilidade, pois em um sistema produtivo em que as operações internas são estáveis, sobra mais tempo para a implantação de melhorias produtivas e pode-se estudar melhor o processo produtivo para aperfeiçoá-lo.

#### **2.1.1.4 OBJETIVO FLEXIBILIDADE**

De acordo com Slack (2002) refere-se à capacidade de mudar a operação (produção), devendo atender a quatro exigências:

- Flexibilidade de produto / serviço: introdução de novos produtos / serviços;
- Flexibilidade de composto (mix): fornecimento de ampla variedade ou composto de produtos e serviços;
- Flexibilidade de volume: adequação do nível de produção pelo mercado;
- Flexibilidade de entrega: postergar ou antecipar os bens ou serviços.

A flexibilidade também traz benefícios internamente à operação, pois torna o processo mais ágil, economiza tempo e mantém a confiabilidade, pois perturbações externas podem ser contornadas com a troca de produto na linha de produção.

#### **2.1.1.5 OBJETIVO CUSTO**

Segundo Slack (2002), o custo de produção é um dos principais objetivos de uma empresa, pois quanto menor for menor poderá ser o preço do produto / serviço ao consumidor ou, ainda, maior poderá ser o lucro. Os custos podem ser divididos em:

- Custos de funcionários;
- Custos de instalações, tecnologia e equipamentos;
- Custos de materiais.

Todos estes objetivos, quando medidos em relação ao real tem-se uma ideia da performance ou produtividade.

## 2.2 PRODUTIVIDADE

Conforme Filho (2004, p. 110) produtividade “refere-se aos indicadores de eficiência na utilização de recursos, uma proporção entre a entrada de produto e a saída de bens”.

De acordo com Gomes (2012) a produtividade é a relação entre o resultado útil de um processo produtivo e a utilização dos fatores de produção, ou seja, a quantidade de produto por unidade de fator produtivo, geralmente o fator trabalho. Pode-se determinar a produtividade à escala de um espaço determinado, de um ramo de atividade, de uma unidade de produção, produtor direto, oficina ou empresa, de um só trabalhador ou de um conjunto de trabalhadores.

Com a mudança das forças produtivas, modifica-se a produtividade. Os níveis de crescimento da produtividade dependem de muitos fatores: umas terras são naturalmente mais férteis que outras; alguns trabalhadores são mais fortes, mais habilidosos ou possuem mais conhecimentos que outros; a tecnologia pode ter uma aplicação prática mais ou menos eficiente; o uso de inovações pode constituir uma boa contribuição; a organização das unidades de produção; o aumento da fertilidade do solo com uma preparação adequada, etc. A criação de novos utensílios e outros meios de maior rendimento, ou seja, o progresso técnico aumenta a produtividade. Por exemplo, a produtividade aumentou com o começo da produção de instrumentos de trabalho em ferro, quando o homem conseguiu aproveitar a energia hidráulica ou adquiriu a aptidão necessária para usar a máquina.

O homem colocado face ao esforço físico e mental que lhe é exigido pela atividade laboral, procura minorar o seu esforço para obter um dado resultado, isto é, procura elevar a produtividade dentro dos limites que lhe são impostos pelas condições sociais em que labora. A eficácia do trabalho constituiu uma necessidade objetiva do desenvolvimento econômico da sociedade. O nível da produtividade do trabalho é um índice importantíssimo do carácter progressivo do modo de produção de um dado regime social. O acréscimo da produtividade permite obter uma fração crescente de bens que se exprime não apenas num sentido absoluto, mas também em relação ao número de indivíduos empenhados na produção.

O tempo, ao tornar-se unidade de medida do trabalho, adquiriu uma grande relevância, transformando-se num fator essencial da produção: para o camponês o tempo, embora ligado ao círculo da natureza, dependia também dos métodos de cultivo e de colheita; para o artesão a determinação do tempo era necessária ao bom funcionamento da sua oficina; para o mercador, o tempo representava a capacidade de acelerar a movimentação do dinheiro. O aparecimento dos relógios mecânicos foi o resultado normal e fonte de progresso no domínio da determinação do tempo. Em períodos longos é visível a elevação geral da produtividade do trabalho, isto é a diminuição do tempo absorvido na produção da maior parte dos bens e serviços, o que traduz a tendência para uma redução do valor das mercadorias. O aumento da produtividade do trabalho na agricultura e no artesanato teve como consequência o crescimento do sobre produto.

A produtividade do trabalho depende também do aperfeiçoamento e ajustamento das ferramentas. Quando as diversas operações de um processo de trabalho estão desligadas umas das outras se torna necessária a transformação das ferramentas para adquirirem formas fixas particulares para cada aplicação. São criadas as condições materiais para o aparecimento das primeiras máquinas, que representam a junção de ferramentas.

O grau de produtividade da máquina não depende da diferença entre o seu valor próprio e o valor da ferramenta por ela substituída, mas sim pela diferença entre o valor que ela acrescenta ao produto e o valor que o trabalhador acrescentaria ao objeto de trabalho com a sua ferramenta. A produtividade da máquina mede-se, portanto, pelo grau em que ela substitui força de trabalho humana.

O progresso da tecnologia e, ao mesmo tempo, o avanço da produtividade tornou o trabalho servil e o trabalho escravo cada vez menos rendível e, portanto antieconômico para as classes dominantes. O acréscimo da produtividade conduziu a um processo tendencial de adaptação dos laços de dependência no domínio da atividade produtiva. Verificou-se um movimento que conduziria ao aligeirar das relações de subordinação da servidão e da escravidão e à sua passagem a uma situação mais atenuada e, posteriormente, a uma situação de aparente liberdade individual.

Com a produtividade o custo social da produção diminui. Há, portanto um ganho para a sociedade no seu conjunto. A repartição destes ganhos beneficia essencialmente as classes exploradoras. Pode, porém, trazer algum benefício aos consumidores através de uma redução de preços ou, indiretamente, aos próprios trabalhadores através das condições de remuneração ou diminuição do tempo de trabalho.

O índice de produtividade exprime-se pela quantidade de tempo gasto na criação de uma unidade de produto, ou pela quantidade de produtos criados numa unidade de tempo, geralmente baseada no fator trabalho. Para medir a propriedade combinada de todos os fatores são necessários termos de valor. Elevar a produtividade significa reduzir o tempo socialmente necessário para produzir uma unidade de mercadoria e conseqüentemente rebaixar o seu valor. Os progressos da produtividade do trabalho viram-se então contra o trabalhador, o que tende a reduzir o seu interesse pelos melhoramentos técnicos e organizativos.

O sistema de produção abrange fenômenos que resultam dos limites impostos pela produtividade, em especial pela produtividade agrícola, em face de uma tendência de diversificação das relações sociais que nem sempre pode vencer esses limites. Além do crescimento das necessidades da aristocracia e das camadas mais ricas da burguesia, há que considerar a ampliação de grupos populacionais, separados da produção agrícola, dedicados a outros mestres, como o artesanato, os transportes, o comércio ou os serviços. Na atividade mercantil, o acréscimo da produtividade do trabalho permite obter uma fracção crescente de bens não só em sentido absoluto como também no seu crescimento relativo ao número de indivíduos empenhados na produção. O desenvolvimento da produtividade do trabalho social representa então uma poderosa alavanca da acumulação de capital.

A empresa *Toyota* conseguiu melhorar sua produtividade com um sistema de produção enxuto conhecido mundialmente como *lean manufacturing*.

## 2.3 MANUFATURA ENXUTA (“LEAN MANUFACTURING”)

Segundo Vargas (2009) é uma abordagem sistemática para identificar e eliminar as perdas do sistema de produção (atividades que não agregam valor) através da melhoria contínua, com fluxo de produto puxado pelo pedido do cliente, buscando qualidade total.

Utilizada pioneiramente pela *Toyota Motor Company*, no início da década de 1960, a manufatura enxuta foi desenvolvida buscando, entre outros fatores, a redução do desperdício, o aumento da qualidade dos produtos, um maior fluxo de informações e flexibilidade. Esse contexto requer funcionários motivados, satisfeitos e comprometidos, uma vez que eles também são responsáveis pelo desenvolvimento organizacional.

O termo “enxuto”, do inglês “*lean*”, foi definido por *John Krafcik*, do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), na década de 80, para descrever as técnicas do sistema de produção e técnicas de trabalho desenvolvidas pela *Toyota*.

“*John Krafcik* chamou o sistema de enxuto pela redução de quantidade, custos e tempo, ou seja: menos esforço dos funcionários, menos espaço para a fabricação, menos investimento em ferramentas, menos tempo em planejamento, menos estoques, menos fornecedores, e redução de defeitos, com uma maior variedade de produtos”.

A criação do sistema se deve a três pessoas: O fundador da *Toyota* e mestre de invenções, *TOYOTA, Sakichi*, seu filho *TOYOTA, Kiichiro* e o principal executivo e engenheiro, *OHNO, Taiichi*. O sistema tinha como objetivo aumentar a eficiência da produção pela eliminação contínua de desperdícios.

Conforme *OHNO, Taiichi*, Vice-presidente da *Toyota* - “Tudo o que fazemos é olhar para a linha do tempo, do momento em que o cliente nos dá um pedido até quando recebemos o pagamento. E estamos reduzindo este tempo removendo os desperdícios.”.

## 2.4 ESSÊNCIAS DO LEAN MANUFACTURING:

De acordo com Vargas (2009) a essência do *Lean Manufacturing* consiste em reduzir tempo, lote de produção e custos. Faz-se isso atacando os sete desperdícios (chamados de "*muda*" pelos japoneses):

- Defeitos de qualidade;
- Excesso de estoque;
- Excesso de produção;
- Tempos de espera;
- Movimentação;
- Transporte;
- Super processamento.

### 2.4.1 DEFEITOS DE QUALIDADE

Produto fora da especificação

Possíveis soluções.

- *Pokayoke* (dispositivo à prova de erro)
- *Jidoka* (autonomação - dotar a máquina com recursos para interromper produção com defeito)
- *TPM*
- *Kaizen/PDCA*
- Ferramentas da Qualidade

Segundo Imai (1996, p. 41) A melhoria da qualidade “do processo de trabalho resulta em um número menor de erros, menor refugos e menos retrabalhos, menor prazo de lançamento do produto e menor uso de recursos – diminuindo assim o custo geral de operações”.



### 2.4.2 EXCESSO DE ESTOQUES

Excesso de inventário de matéria-prima

Possíveis soluções.

- *KanBan* (programação puxada)
- Gestão visual
- *Kaizen*/PDCA
- Ferramentas da Qualidade (na Organização ou no fornecedor)
- *TPM*

Conforme Imai (1996, p. 41) “O estoque ocupa espaço, prolonga o tempo de lançamento de produto no mercado, gera necessidades de transporte e armazenamento e consome os ativos financeiros”.

Os produtos ou trabalho em andamento que ficam parados no chão-de-fábrica não geram valor agregado. Ao contrário, sua qualidade deteriora e eles podem ficar obsoletos da noite para o dia quando ocorrem mudanças no mercado ou um produto novo lançado.

### 2.4.3 EXCESSO DE PRODUÇÃO

Produção de mais do que é necessário para atender o cliente

Possíveis soluções.

- *KanBan* (programação puxada)
- *Heijunka* (nivelamento da carga)
- Redução do *Setup*
- *TPM* (manutenção básica realizada pelo operador de produção)
- *Kaizen*/PDCA
- Ferramentas da Qualidade

De acordo com Imai (1996, p. 80) “A perda por excesso de produção é uma função do supervisor de produção, que se preocupa com problemas como defeitos nas máquinas, refugos e absenteísmo e se sente compelido a produzir mais do que o necessário apenas para se sentir mais seguro”.

#### 2.4.4 TEMPOS DE ESPERA

Tempo de espera para materiais, pessoas, equipamentos ou informações.

Possíveis soluções.

- *KanBan* (programação puxada)
- *Heijunka* (nivelamento da carga)
- *Setup* rápido
- Implantação de MRP II
- *VSM* (mapeamento da cadeia de valor)
- *TPM* (manutenção básica realizada pelo operador de produção)
- *SixSigma* (metodologia para melhoria de processos)
- Gestão visual
- *Kaizen/PDCA*
- Ferramentas da Qualidade

Segundo Imai (1996, p. 83) o tempo de espera “É o tempo mais difícil de detectar é o tempo de espera de processamento de máquina ou trabalho de montagem. Mesmo quando o operador parece estar trabalhando duro, uma grande quantidade de perdas pode existir em forma dos segundos ou minutos que o operador fica esperando a chegada do próximo item de trabalho”.

#### 2.4.5 PERDAS POR MOVIMENTAÇÃO

Movimento de pessoas que não agrega valor

Possíveis soluções.

- 5S
- *Cell Design* (projeto e layout adequado na estação de trabalho)
- *VSM* (mapeamento da cadeia de valor)
- *Lean SixSigma* (metodologia para melhoria de processos)
- *Kaizen/PDCA*
- Ferramentas da Qualidade

Conforme Imai (1996, p. 82) “todo o movimento corporal de uma pessoa não diretamente relacionada à agregação de valor é improdutivo”.

Durante uma observação de posto, descobre-se que o momento real de valor agregado sobre o produto é pequeno – duram alguns segundos. O restante de seus movimentos representa atividades que não agregam valor.

#### **2.4.6 PERDAS POR TRANSPORTE**

Transporte de materiais/produto que não agrega valor

Possíveis soluções.

- Sistema puxado
- VSM (mapeamento da cadeia de valor)
- Organização por fluxo de valor
- *KanBan* (programação puxada)
- *Kaizen*/PDCA
- Ferramentas da Qualidade

Segundo Imai (1996, p. 83) “o transporte é uma parte essencial das operações, mas a movimentação de materiais ou produtos não agrega valor”. Ainda pior, frequentemente ocorre dano durante o transporte.

#### **2.4.7 SUPER PROCESSAMENTO**

Esforço na produção da peça que não agrega valor do ponto de vista do Cliente

Possíveis soluções.

- DFA (produto desenvolvido para requerer menos material, menos tempo e menos recursos durante o processo).
- *Lean SixSigma Design* (metodologia para melhoria de processos)
- *Kaizen*/PDCA
- *TPM*
- Ferramentas da Qualidade

De acordo com Imai (1996, p. 83) “A perda de super processamento resulta de uma falha nos processos de sincronização”. Os operadores frequentemente tentam engajar-se no trabalho de processamento em um grau mais preciso do que o necessário, constituindo um exemplo de perda por super processamento.

A ferramenta *TPM* é indicada como 63% de possibilidades de solução e aumento da produtividade segundo literaturas japonesas.

## **2.5 TPM**

A manutenção preventiva teve sua origem nos Estados Unidos e foi introduzida no Japão em 1950. Até então, a indústria japonesa trabalhava apenas com o conceito de manutenção corretiva, após a falha da máquina ou equipamento. Isso representava um custo e um obstáculo para a melhoria de qualidade.

Na busca de maior eficiência da manutenção produtiva, por meio de um sistema compreensivo, baseado no respeito individual e na total participação dos empregados, surgiu a *TPM*, em 1970, no Japão.

- Neste período era comum:
- Avanço na automação industrial;
- Busca em termos de melhoria da qualidade;
- Aumento da concorrência empresarial;
- Emprego do sistema “*just-in-time*”;
- Maior consciência de preservação ambiental e conservação de energia;
- Dificuldades de recrutamento de mão-de-obra para trabalhos considerados sujos, pesados ou perigosos;
- Aumento da gestão participativa e surgimento do operário polivalente.

Todas essas ocorrências contribuíram para o aparecimento do *TPM*. A empresa usuária da máquina se preocupa em valorizar e manter o seu patrimônio, pensando em termos de custo do ciclo de vida da máquina ou equipamento. No mesmo período, surgiram outras teorias com os mesmo objetivos.

Segundo Carrijo (2008) a busca de melhoria dos processos de industrialização e o aprimoramento das atividades empresariais foram o ponto de partida para a popularização de conceitos e técnicas relacionados á manutenção de

programas de qualidade e produtividade, na qual foi o embrião para o nascimento na década de 70 do que atualmente se chama TPM.

Sob a liderança do Instituto Japonês de Engenharia de Planta (*JIPE - Japanese Institute of Plant Engineering*) na figura de Seiichi Nakajima. O *JIPE* foi o precursor do Instituto Japonês de Manutenção de Plantas (*JIPM - Japanese Institute of Plant Maintenance*), o órgão máximo de disseminação do *TPM* no mundo.

Conforme *JIPM* (2010) o *TPM* visa:

- Criar uma cultura corporativa que persiga constantemente à melhoria da eficiência do sistema produtivo.
- Construir um sistema para prevenir qualquer tipo de perda para atingir o “zero acidente, zero defeitos, zero falha”.
- Abranger todos os departamentos, incluindo produção, desenvolvimento, marketing e administração.
- Exigir envolvimento completo, desde a direção até o chão de fábrica.
- Atingir perda-zero através das atividades de pequenos grupos.

### **2.5.1 OS OITOS PILARES DO *TPM***

Os oito pilares do *TPM*, são as bases sobre as quais um programa consistente, envolvendo toda a empresa nas principais metas: zero defeito, zero acidentes, zero quebra, zero falhas, aumento da disponibilidade de equipamento e lucratividade.

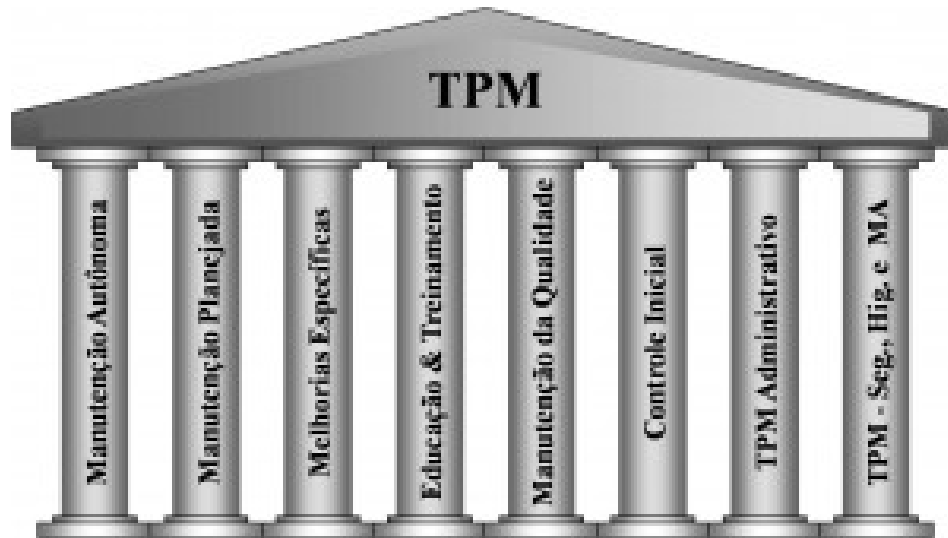


Figura 1: PILARES DO TPM (Manutenção Produtiva Total)

FONTE: FREITAS, Eder.

#### **2.5.1.1 MANUTENÇÃO AUTÔNOMA**

É o processo de capacitação dos operadores, com a finalidade de aumentar sua capacidade de detecção de problemas, buscando através da limpeza das máquinas a inspeção das mesmas.

As principais etapas de implantação são:

- Limpeza inicial.
- Eliminação das fontes de sujeiras e locais de difícil acesso.
- Elaboração de normas de limpeza, inspeção e lubrificação.

#### **2.5.1.2 MANUTENÇÃO PLANEJADA**

Tem como objetivo Aumentar a confiabilidade dos equipamentos, reduzir o tempo de reparo.

A manutenção planejada desenvolve os manutentores na execução de um sistema de manutenção mais efetivo, tendo como principal objetivo o de eliminar todas as perdas que possam a vir ocorrer. As principais etapas são:

- Análise da diferença entre condições básicas e condição atual
- Melhorias nos métodos atuais

- Desenvolvimento dos padrões de manutenções
- Medidas para estender a vida útil do equipamento e controlar as inconveniências
- Melhoria da eficiência da inspeção e do diagnóstico
- Diagnóstico geral do equipamento
- Uso adequado do equipamento até o seu limite

	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
Manutenção Autônoma	1 - Limpeza Inicial	4 - Sistema inspeção	5 - Inspeção todo processo	6 - MA Sistema
	2 - eliminação Acessos difíceis e fontes de sujeira			7 - MA Gerenciamento
	3 - Padronização			
Manutenção Planejada	1 - Auditoria do Equipamento.			
	2 - Reparação da degradação.			
		3 - Estabelecer os Padrões.		
			4 - Manutenção Preventiva.	
				5 - Manutenção preditiva.

Figura 2: Etapas da manutenção planejada  
 FONTE: FREITAS, Eder

Na figura 2, apresentam-se as correlações entre as 4 fases de confiabilização e as etapas de manutenção autônoma e manutenção planejada.

#### 2.5.1.2.1 4 FASES DE CONFIABILIZAÇÃO.

As fases de confiabilização, segundo o *TPM* são:

- FASE 1: ELIMINAR DEGRADAÇÃO FORÇADA – MELHORAR MTBF
- FASE 2: AUMENTAR A VIDA ÚTIL DO EQUIPAMENTO.
- FASE 3: MANUTENÇÃO PREVENTIVA.
- FASE 4: MANUTENÇÃO PREDITIVA.

### **2.5.1.3 KOBETSU KAIZEN - MELHORIAS ESPECÍFICAS**

Tem como objetivo a eliminação das perdas existentes no processo produtivo, obtendo a eficiência máxima dos equipamentos.

Etapas de implantação são:

- Redução das grandes paradas que geram ineficiências
- Melhoria da eficiência global dos equipamentos (OEE)
- Melhoria da produtividade do trabalho
- Promoção da produção sem interferência humana (MTBF>60 min)
- Redução de custo
- Aumento da disponibilidade no período noturno

### **2.5.1.4 EDUCAÇÃO & TREINAMENTO**

O objetivo é o de promover um sistema de capacitação para todos os funcionários tornando aptas para desenvolverem suas atividades com responsabilidades e segurança.

### **2.5.1.5 MANUTENÇÃO DA QUALIDADE**

O desenvolvimento do pilar da manutenção da qualidade se torna necessária para dar continuidade ao programa de redução dos defeitos.

### **2.5.1.6 TPM NO PROJETO - CONTROLE INICIAL**

O TPM no projeto são os trabalhos realizados sobre o projeto entre o intervalo da fase de especificação até a fase de comissionamento ou partida, quando ao seu final o equipamento é entregue ao departamento de produção para a operação plena.

### **2.5.1.7 TPM ADMINISTRATIVO**

Responsável em conduzir o programa e formar os times de melhorias para atuar nas resoluções dos problemas.

### **2.5.1.8 TPM SEGURANÇA, SAÚDE E MEIO-AMBIENTE.**

É o pilar responsável em manter o indicador de acidente zero, doenças ocupacionais zero e danos ambientais zero.



## **2.6 TIPOS DE MANUTENÇÃO.**

Podem-se encontrar vários tipos de manutenção aplicada nas indústrias, porém estão relacionadas em cinco tipos distintos:

- Manutenção corretiva planejada;
- Manutenção corretiva não planejada;
- Manutenção preventiva;
- Manutenção preditiva;
- Manutenção detectiva.

### **2.6.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA**

Segundo Pinto (2002) manutenção corretiva planejada “É a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra”.

De acordo com Filho (2004, p. 84) Manutenção corretiva planejada “É toda manutenção efetuada em uma máquina, equipamento, sistema operacional, unidade ou item para correção de anomalias, sejam elas classificadas como falhas, panes, quebras, podendo ser planejada ou não, para corrigir falhas funcionais”.

### **2.6.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA**

Conforme Pinto (2002) a manutenção corretiva não planejada “É caracterizada pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor do que o esperado”.

Segundo Filho (2004, p. 85) a manutenção corretiva não planejada “É a manutenção efetuada sem um plano prévio”.

### **2.6.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

De acordo com Pinto (2002) a manutenção preventiva “É a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo”.

Conforme Filho (2004, p. 86) a manutenção preventiva “É todo o serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, ou antes da

ocorrência da falha, estando com isto em condições operacionais ou no máximo em estado de defeito”.

#### **2.6.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA**

Segundo Pinto (2002) a manutenção preditiva “É a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”.

Atualmente têm-se várias técnicas de monitoração para a verificação da modificação do parâmetro estabelecido ou da alteração do desempenho, as técnicas preditivas podem ser classificadas pela grandeza medida, defeito, aplicabilidade.

Conforme Filho (2004, p. 86) a manutenção preditiva “É todo o trabalho de acompanhamento e monitoração das condições da máquina, de seus parâmetros operacionais e sua degradação”.

#### **2.6.5 MANUTENÇÃO DETECTIVA**

De acordo com Pinto (2002) a manutenção detectiva “É a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”.

### 3 METODOLOGIA APLICADA

Neste capítulo é apresentada a metodologia aplicada para a pesquisa.

A fim de se analisar as relações existentes entre produtividade e as quatro fases de confiabilização foi preciso realizar um estudo de caso, adquirindo dados semanais das variáveis citadas durante o ano de 2012.

A aquisição dos dados de produtividade deu-se pelo relatório de produção diário que é de responsabilidade do supervisor de produção. É utilizada uma planilha em Excel atualizada diariamente, turno a turno.

No que diz respeito à disponibilidade de máquinas, utilizou-se um software que obtém todos os dados de máquinas automaticamente como: máquina em ciclo automático, máquinas paradas, ociosas, saturadas ou com alguma ausência externa (falta de energia ou adaptadores), e cria um relatório com vários parâmetros, sendo seus dados muito confiáveis neste sentido.

Para esta pesquisa será utilizado o método de pesquisa lógica e objetiva.

Segundo Marconi (2006, p.18) deve-se utilizar todas as provas possíveis para o controle dos dados coletados e dos procedimentos empregados. O investigador não se pode deixar envolver pelo problema; deve olhá-lo objetivamente, sem emoção. Não deve tentar persuadir, justificar ou buscar somente os dados que confirmem suas hipóteses, mas comprovar, o que é mais importante do que justificar.

Conforme Best (1972, p.12-13), que acrescenta outros três tipos de classificações, trata-se de uma pesquisa “Descritiva. Delineia o que é – aborda também quatro aspectos: descrição, registro, análise e interpretação de fenômenos atuais, objetivando o seu funcionamento no presente.”.

Existe também a classificação, segundo alguns autores, que a chamariam de “Individual. Realizada apenas por um indivíduo.”.

Sellitz et alii (1965, p.61-62), aponta esta pesquisa como de “Estudos descritivos. Descrevem um fenômeno ou situação, mediante um estudo realizado em determinado espaço-tempo.”.

Por fim, Pardinas (1977, p.159) ainda a classifica como: “Interdisciplinar. Pesquisa em uma área de fenômenos estudados por investigadores de diferentes campos das ciências sociais (...). O problema pode ser focado de modo distinto, mas há uma correlação entre todos eles, por se tratar de um mesmo fenômeno.”

Na figura 3 apresenta-se o fluxograma das etapas de obtenção dos dados para análise, foi obtido o tempo de parada, número de parada e produção. Com estes foi possível a construção dos gráficos e a realização das análises.

### 3.1 FLUXOGRAMA

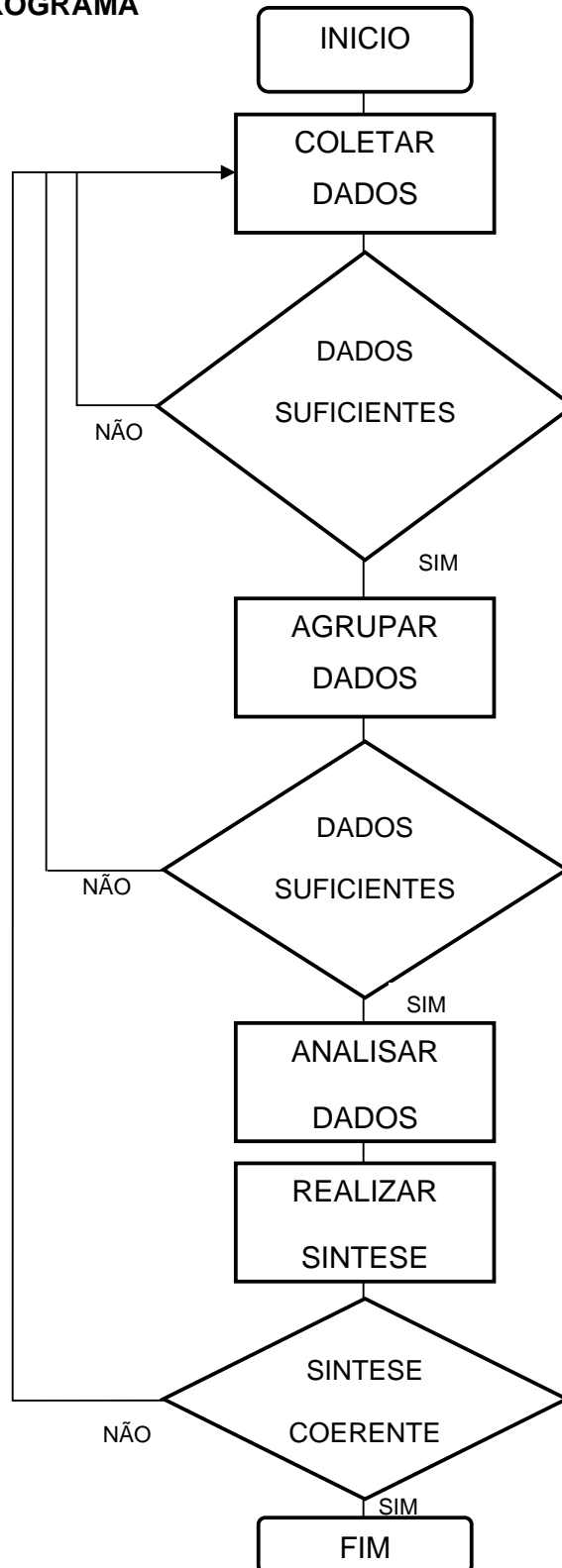


Figura 3: Fluxograma da obtenção dos dados  
Fonte: Autoria própria

## 4 AMBIENTE PESQUISADO:

Neste capítulo será apresentada a realidade da empresa na qual foi realizada esta pesquisa.

A pesquisa foi aplicada em uma indústria automobilística situada na Região Metropolitana de Curitiba, no Estado do Paraná, mais especificamente na divisão de usinagem de motores. Esta planta tem capacidade para produzir cerca de 400.000 motores ao ano e trabalha em sistema de 3 turnos de segunda à sexta-feira.

A linha de usinagem é totalmente flexível o que significa que vários modelos de peças podem ser fabricados, de modo intercalado, dentro da linha produtiva, isto devido ao alto nível de tecnologia empregado, o que garante a qualidade do produto e proporciona um nível de qualidade comparado aos mais elevados do mundo. Num contexto geral, a linha de bloco tem capacidade para 9.000 peças por semana, possui usinagem rápida, máquinas flexíveis de última geração e automatização elevada.

A linha de bloco possui máquinas únicas e em paralelo em seu fluxo, tudo isso para garantir o tempo de ciclo necessário (0,70 min./peça).

A equipe é composta por dois homens de manutenção por turno, sendo um da área elétrica e outro da área mecânica, com um supervisor de manutenção responsável por toda a equipe. Já a produção possui sete operadores por turno.

Existe um programa de manutenção preventiva para todos os equipamentos da linha produtiva com periodicidade semanal, mensal, trimestral, semestral e anual, bem como atividades de manutenção preditiva, como análise de vibração e termografia. Visto o fato de possuir uma equipe reduzida, algumas tarefas mais longas e mais específicas são terceirizadas, como paradas de final de ano para manutenção, além de existirem contratos para itens mais críticos.

#### 4.1 LAY OUT

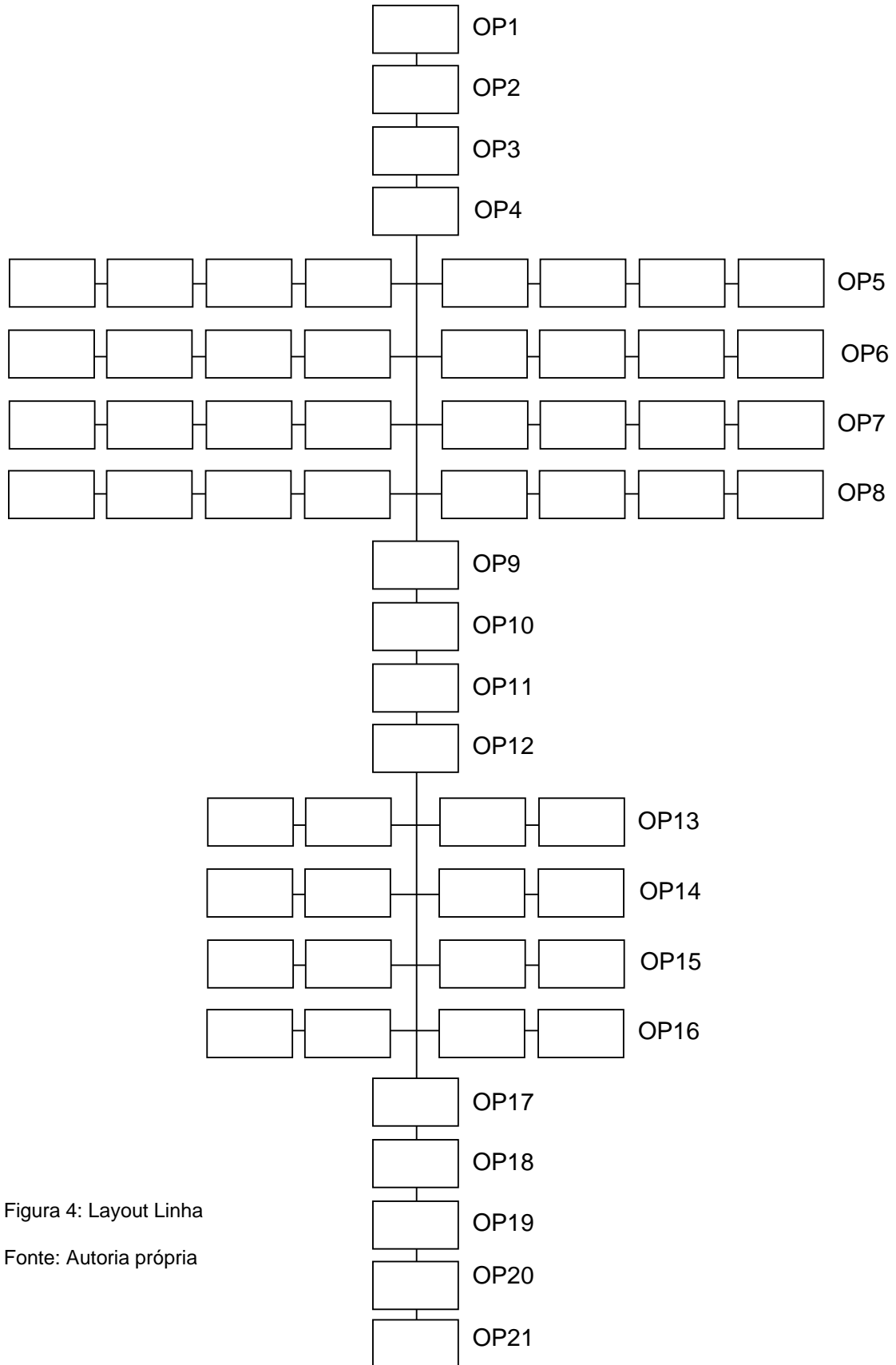


Figura 4: Layout Linha

Fonte: Autoria própria

Sobre o layout da figura 4 se tem um total de 55 máquinas de usinagem e 94 equipamentos entre portais, robôs, esteiras e máquinas de usinagem.

As operações 5, 6, 7, 8 possui 8 máquinas em paralelo e as operações 13, 14, 15 e 16 possui 4 máquinas em paralelo, todas as outras operações são máquinas únicas e em série.

## 4.2 DESENVOLVIMENTO DAS 4 FASES DE CONFIABILIZAÇÃO

Segundo Filho (2004, p. 39) confiabilidade “é a probabilidade de que um item ou uma máquina funcione corretamente em condições esperadas durante um determinado período de tempo ou de ainda estar em condições de trabalho após um determinado período de funcionamento”.

Podem-se observar na figura 5 as quatro fases de confiabilização de um sistema ou máquina.

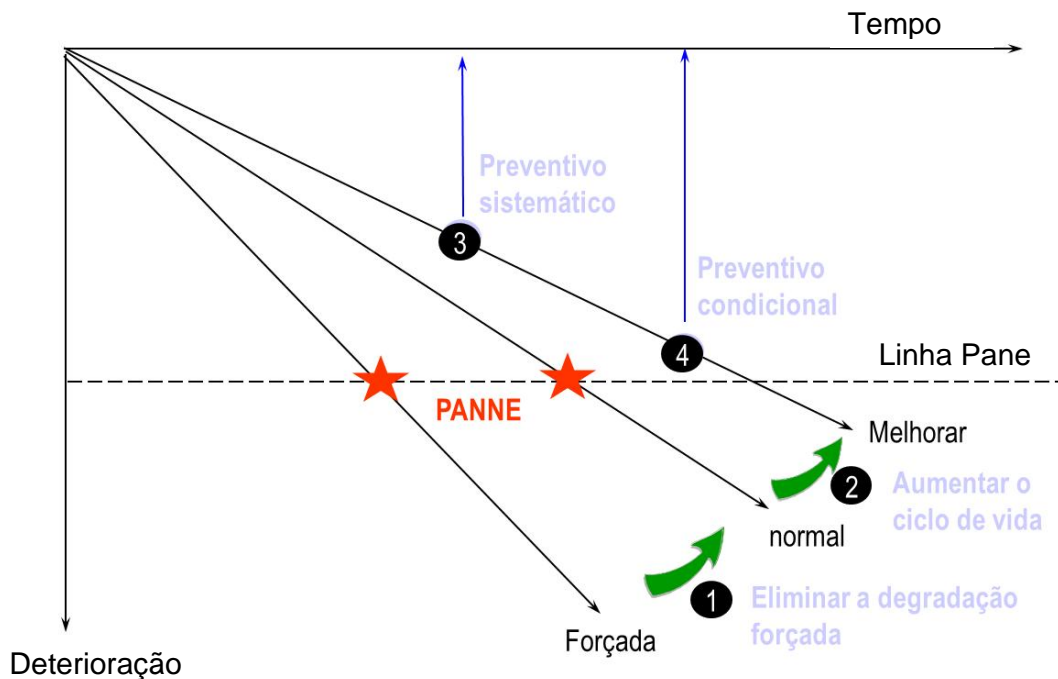


Figura 5: 4 Fases de confiabilização  
Fonte: JIPM



Todo equipamento ao ser projetado, define-se uma vida útil, a qual está representada na figura 5 pela linha “normal”. Esta linha representa a degradação normal que o equipamento sofrerá ao longo do tempo. Esta degradação, em um determinado momento encontrará a linha conhecida como linha da pane. Neste exato momento teremos a pane do equipamento.

Na figura 5, pode-se observar a linha “forçada”. Esta linha representa a degradação forçada do sistema, ou seja, parâmetros ou uso indevido do equipamento no qual acelera a degradação, fazendo com que o equipamento atinja a linha da pane em um tempo muito antes do qual foi projetado.

Para a degradação forçada devem-se eliminar as condições anormais de funcionamento; respeitar os parâmetros que permitam com que a máquina ou o componente se degradem normalmente / naturalmente – volte para a degradação normal – natural.

Podem-se realizar alterações nos componentes do equipamento para aumentar a vida útil do mesmo. Desta forma o equipamento atingirá a linha da pane em um momento posterior da qual foi projetado.

Aplicar as quatro fases de confiabilização nada mais é que fazer com que o equipamento aumente sua vida útil e não atinja a linha da pane.

Primeiro (Fase um) deve-se eliminar toda a degradação forçada do equipamento. Esta eliminação no mundo industrial é feita pela aplicação da manutenção autônoma, principalmente pelas etapas 1, 2 e 3. Ao realizar a limpeza inicial, busca-se aumentar a competência do operador na detecção e correção de falhas.

Esta etapa não pode parar nunca, o operador deve ser impulsionado pelo supervisor de fabricação a buscar diariamente a inspecionar seu equipamento, esta inspeção deve ser feita sempre através da limpeza e pela utilização dos 5 sentidos, pois é a melhor forma de realizar esta fase / etapa.

Uma vez realizada esta etapa, o equipamento esta com sua degradação em um gradiente normal de projeto.

A partir deste ponto, inicia-se a 2ª fase, realizar melhorias nos componentes do equipamento de forma com que o mesmo atinja a linha da pane em um momento posterior, pode-se, por exemplo, mudar uma especificação de uma graxa, especificação de cabos elétricos, especificação de rolamentos e etc. o objetivo final desta fase é aumentar a vida útil do equipamento.

Porém o objetivo final do TPM é não deixar com que o equipamento pare, ou seja, nunca atinja a linha da pane, desta forma inicia-se a realização da manutenção planejada, ou seja, substituição de componentes em equipamentos antes que o mesmo atinja a linha da pane – Fase 3. O inconveniente desta fase é o enorme custo de manutenção que se obtém, pois, a previsão de tempo de realização da manutenção planejada é, em muitos casos, empírica. Isto pode em alguns casos substituir componentes ainda em bom estado de uso. O objetivo desta fase é não deixar com que o equipamento atinja a linha da pane.

A quarta e última fase é a aplicação da manutenção preditiva, sendo esta mais eficaz e eficiente que a manutenção planejada, o objetivo desta fase é utilizar o equipamento no seu máximo, porém sem atingir a linha da pane.

Estas são as etapas que serão testadas nesta pesquisa, em um caso real de uma linha flexível.

## 5 COLETA E ANÁLISE DOS RESULTADOS:

Neste capítulo apresentar-se-á, detalhadamente, o modo de coleta dos dados e quais foram os resultados obtidos.

Por questões de confidencialidade industrial, não serão apresentados valores algébricos nos relatórios e gráficos, todos os valores serão colocados em uma escala percentual, proporcionando desta forma a capacidade de análise das variáveis envolvidas nos problemas de manutenção e produtividade.

### 5.1 HISTÓRICO DA PRODUTIVIDADE

Para início de toda análise foi levantado todo o histórico da performance da linha de produção durante o ano de 2012.

A figura 6 apresenta o comportamento linha de produção desde o ano de 2005 até a semana 34 do ano de 2012. Pode-se ver ao longo do tempo uma instabilidade nos resultados de produção.

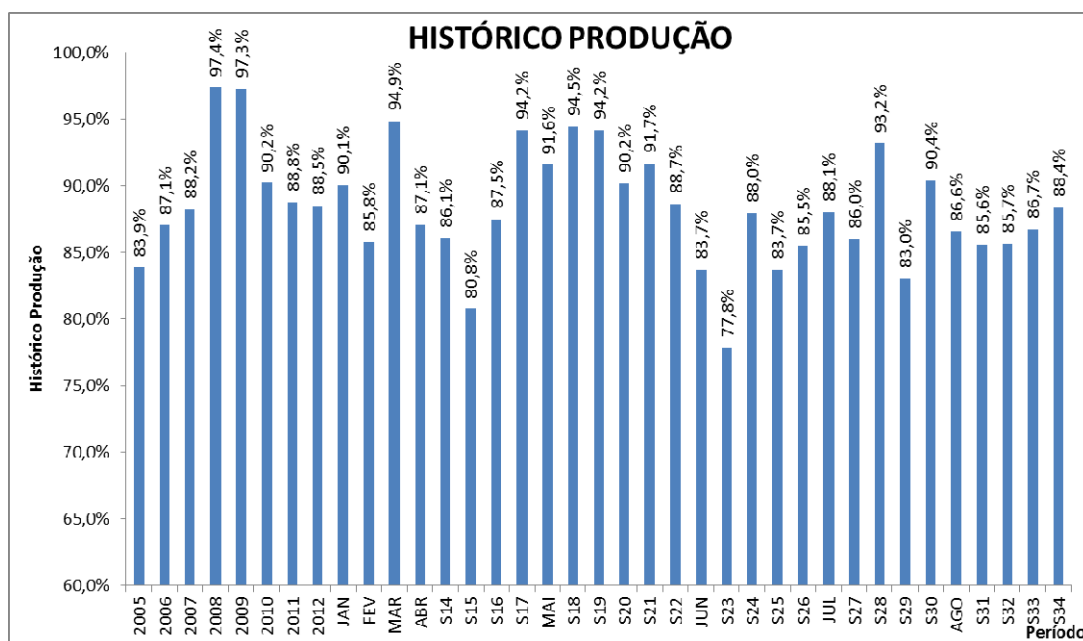


Figura 6: Produção mês a mês

Fonte: Autoria própria

Esta instabilidade foi gerada por 80% de panes nas máquinas, principalmente nas máquinas únicas. Pode-se verificar, durante o ano de 2012 que em alguns meses o resultado foi bem aquém do esperado, com valores de 77% do objetivo de produção. Estes foram devidos a problemas elétricos nas fases de entrada da fábrica, assim como problemas externos na central de filtragem que parou todo o sistema produtivo.

A produtividade é calculada pela relação entre o valor da produção real pelo valor da produção objetivo. O valor da produção objetivo é calculado pela relação entre o tempo de abertura da linha pelo tempo de ciclo padrão, este valor será chamado de RO – Rendimento operacional.

$$RO = (\text{Valor produção Real} / (\text{Tempo abertura} / \text{Tempo de ciclo}))$$

## 5.2 HISTÓRICO DE DISPONIBILIDADE

Existem variáveis que influenciam o resultado final da produção, estas podem ser troca de ferramenta das máquinas, troca de modelo, tempo de ciclo acima do preconizado. Pode-se ver na figura 7 o resultado da disponibilidade própria da linha de produção.

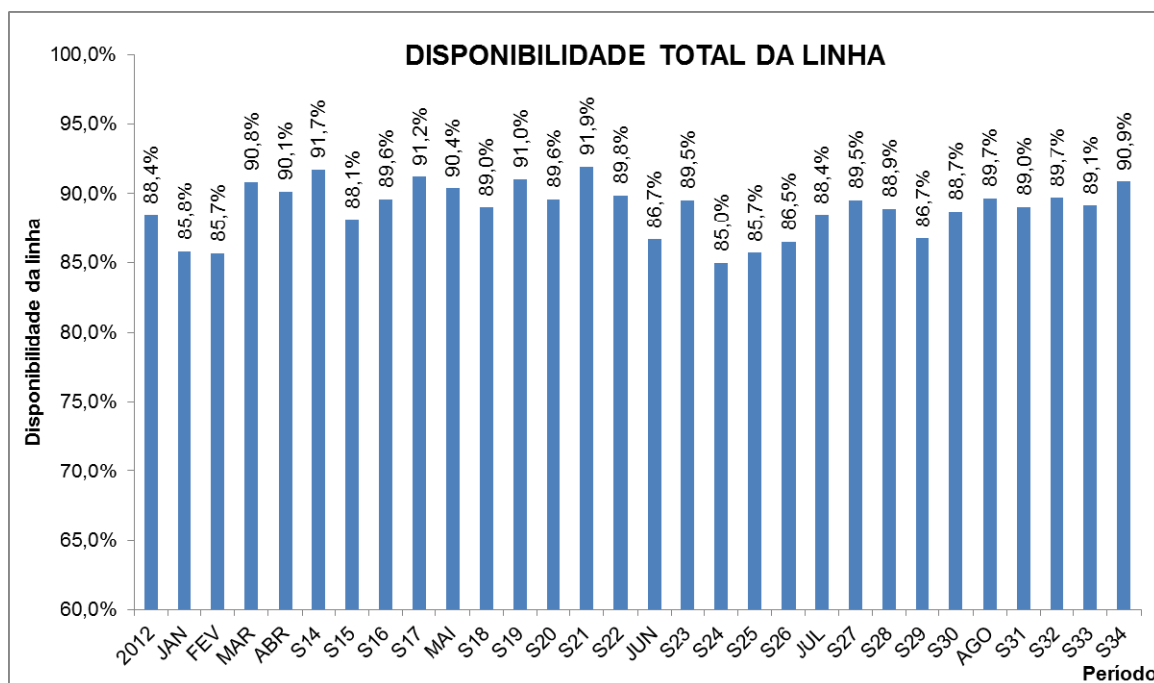


Figura 7: Disponibilidade total da linha

Fonte: Autoria própria

Pode-se ver uma instabilidade na disponibilidade dos equipamentos, esta está correlacionada a um grande número de panes nas máquinas que ocorreram na linha durante o período analisado. Têm-se alguns vales entre as semanas 24, 25, 26 e 29 que foram devidos a problemas externos, como panes mecânicas em bombas de alta pressão devido à falha na central de filtragem como também panes elétricas acarretadas por quedas de energia elétricas.

Ao comparar os dados de disponibilidade total e o resultado de performance, verificamos que não existe uma linearidade entre os mesmos, isto está ligado devido à linha de produção possuir equipamentos únicos e equipamentos múltiplos, ou seja, ao parar um equipamento único, tem-se uma queda na disponibilidade total e como consequência tem-se a parada total de produção. Equipamentos múltiplos podem não influenciar diretamente a performance.

Todos estes equipamentos estão ligados em paralelo e alguns em série, ou seja, tem-se que melhorar todas as máquinas de forma global para verificar uma relação direta entre a disponibilidade total e performance. Para entendermos melhor, será necessário um detalhamento das operações, têm-se na figura 7 os resultados de disponibilidade de todas as operações.

As operações 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15 e 16 são operações com mais de uma máquina na operação, os gráficos representados nos apêndices A, B e C são o resultado final da disponibilidade da operação. Isto serve para termos um isoperímetro e facilitar a análise. Porém com uma observação mais detalhada, percebe-se que não existe uma influência direta entre estas operações e o resultado final da linha. Porém para todas as outras operações a tendência tem impacto direto com o resultado da linha.

### 5.3 HISTÓRICO DA FREQUÊNCIA DE PARADA.

Outro indicador usado pela empresa na manutenção é a frequência de parada das máquinas, pode-se ver este gráfico abaixo, com a síntese total da linha. Esta linha tem um total de 94 máquinas. Na figura 8 apresenta-se a frequência de parada total da linha (FPM).

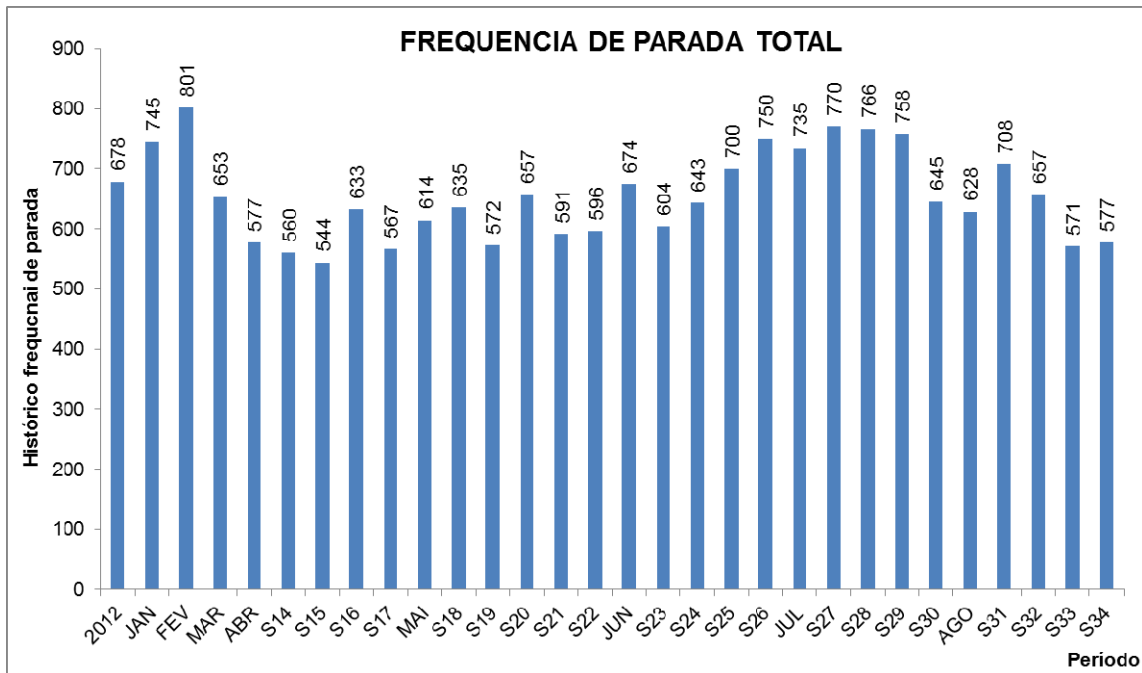


Figura 8: Frequência de parada total da linha

Fonte: Autoria própria.

Usa-se a informação de FPM (frequência de parada por 1000 peças produzidas nas operações) para facilitar a comparação e facilitar a observação de melhoria ou degradação do equipamento. O número de parada não é interessante, pois caso se tenha um feriado durante a semana o valor provavelmente é menor impactando na análise.

A frequência de parada é obtida dividindo-se o número de parada pela produção da máquina multiplicada por mil.

$$Fpm = (n^{\circ} \text{ parada} / n^{\circ} \text{ pç. produzida}) \times 1000.$$

#### **5.4 RELAÇÃO ENTRE AS QUATRO FASES DE CONFIABILIZAÇÃO E PERFORMANCE.**

Ao observar os gráficos de Disponibilidade (figura 7) e de Performance (figura 6), não fica evidente uma relação direta entre os dois. Isto é devido á complexidade da linha que se esta estudando. A mesma possui 13 operações com máquinas únicas e outras 8 operações com máquinas múltiplas, que variam de 3 a 8 máquinas.

Pode-se verificar a não existência da relação direta entre o desempenho produtivo e disponibilidade total das máquinas, quando se compara os valores das semanas 23 e 24 das figuras 6 e 7.

Na semana 23, tem-se um valor de disponibilidade de 89,5% e um valor de 77,8% do objetivo de produção, Já na semana 24, tem-se um valor de disponibilidade de 85% e um valor de produção 86% do objetivo de produção.

Pode-se ter uma excelente produção com uma disponibilidade total baixa, isso é possível, pois como a linha tem máquinas que trabalham em paralelo, uma que fique toda a semana parada, a disponibilidade total cai, porém o impacto sobre a produção é imperceptível.

Ao se iniciar os trabalhos de confiabilização desta linha, começou-se pelas operações com máquinas únicas, já que as mesmas umas vez parada todo o sistema produtivo fica parado. Será feito então uma análise detalhada entre as quatro fases e os resultados obtidos em uma operação já iniciada, chamada virtualmente aqui como OP 2.

## 5.5 HISTÓRICO DISPONIBILIDADE DA OP 2.

Para uma análise mais efetiva das fases e os resultados que se obteve nos equipamentos, vamos analisar a OP 2. Segue na figura 9 o gráfico da disponibilidade da OP.

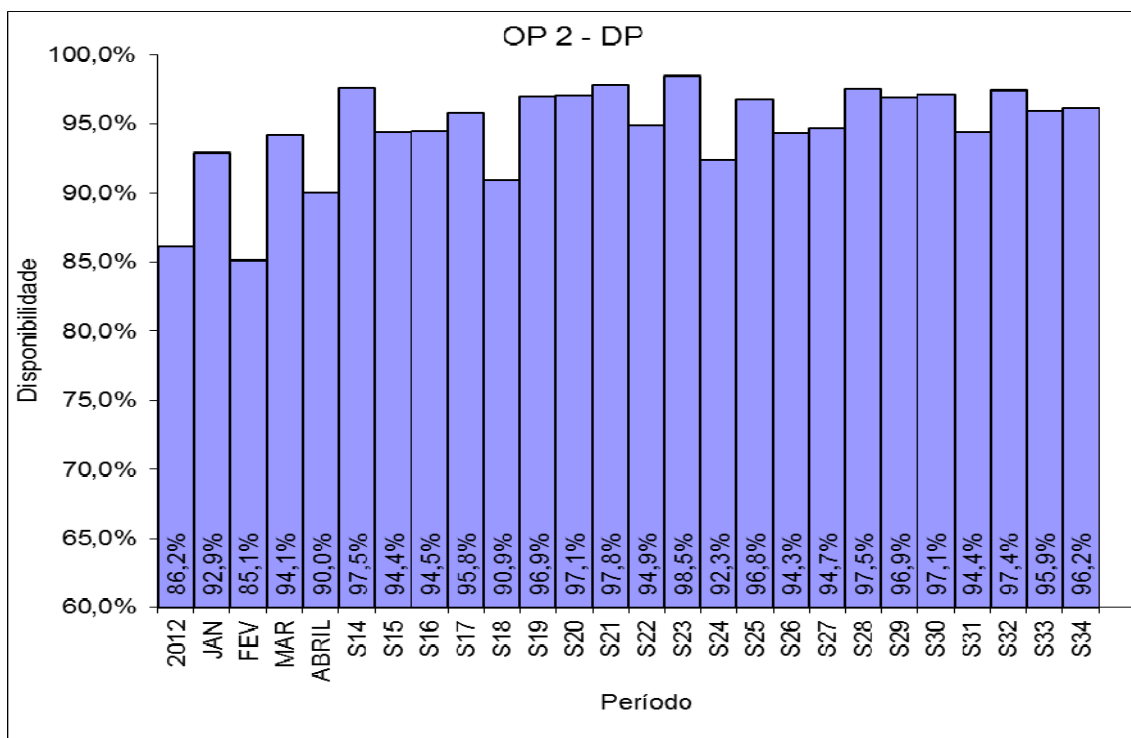


Figura 9: Disponibilidade da OP 2

Fonte: Autoria própria.

A disponibilidade é calculada por;

$$Dp = ((\text{tempo de parada}) / (\text{Tempo de parada} + \text{tempo de funcionamento}))$$

A operação em questão é um portal único que posiciona todas as peças na esteira, inseridas por um operador e as deposita dentro dos centros de usinagem, ao longo da história, esta operação é a mais penalizante em termos de parada da linha. O principal problema da mesma é que por ser única e pelo risco de acidentes, uma vez com esta máquina com seu funcionamento interrompido não se tem uma forma de produzir nesta linha, ou seja, tem todo o sistema produtivo parado. O histórico de paradas desta máquina mostra inúmeras panes longas por falhas elétricas, ocasionadas por problemas em placas de potência e por panes mecânicas



ocasionadas por degradação acelerada por erros operacionais e micro colisões com adaptadores.

## 5.6 HISTÓRICO FREQUÊNCIA DE PARADA DA OP 2.

Na figura 10 pode-se ver a história da frequência de parada da op 2.

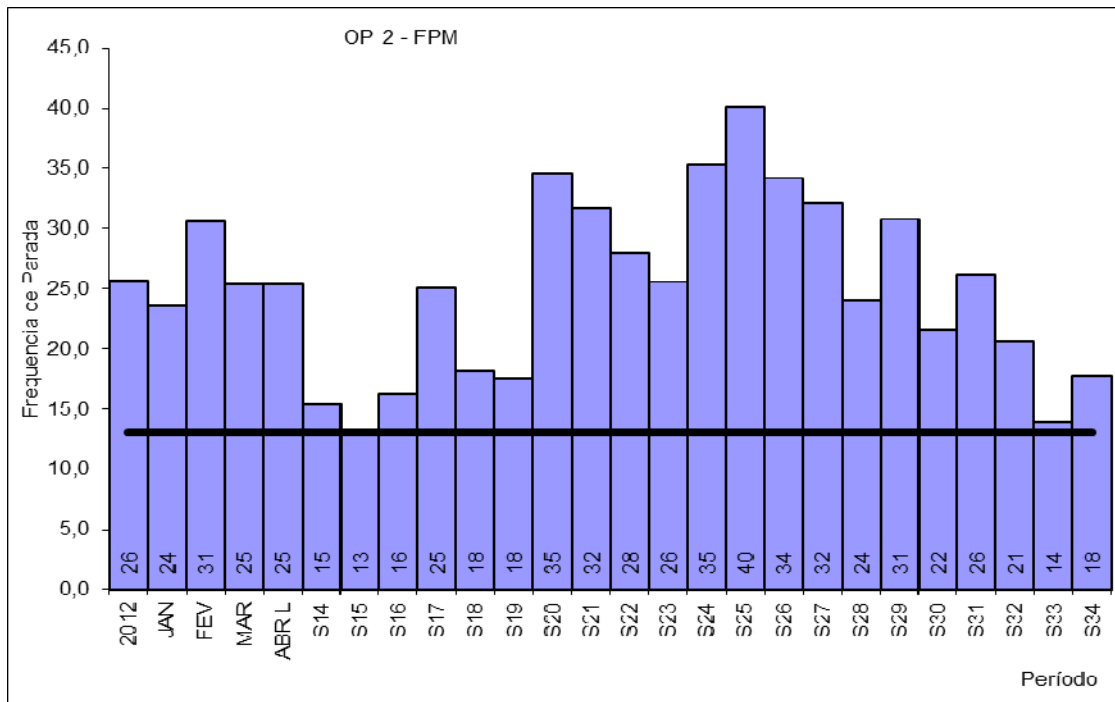


Figura 10: Frequência de parada da OP 2

Fonte: Autoria própria.

## 5.7 RELAÇÃO ENTRE 4 FASES DE CONFIABILIZAÇÃO E A FREQUÊNCIA DE PARADA.

No mês de janeiro de 2012, iniciou-se no departamento de usinagem trabalhos de confiabilização das operações, pode-se ver na figura 9, no mês de fevereiro uma disponibilidade de 85% nesta operação penalizante e, na figura 10, também no mês de fevereiro uma frequência de 31 paradas a cada 1000 peças produzidas. Tomou-se então a decisão de iniciar todos os trabalhos de confiabilização sobre esta operação.

A primeira fase aplicada foi a eliminação da degradação forçada do equipamento, esta fase durou da semana 8 (Fevereiro) até a semana 18. Foram detectadas várias anomalias no equipamento, todas identificadas com etiquetas TPM e com fechamentos programados durante o período. Esta fase nada mais é do que a implantação da manutenção autônoma no equipamento, sendo que este pilar deve ser continuamente usado. Foi possível identificar várias pequenas colisões que o portal sofria durante o depósito das peças nas esteiras, assim como micro colisões durante o depósito das peças dentro das máquinas, a solução aplicada foi realizar um km zero – ajuste de todas as posições desta máquina.

Pode-se ver na figura 10 que a frequência de parada do equipamento, ao longo do avanço desta fase, uma redução na frequência de parada das máquinas, comparado com os resultados do mês de fevereiro, também é possível verificar um aumento significativo na disponibilidade do equipamento.

Na semana 18, Ocorreu um erro operacional que causou uma parada de 480 minutos do equipamento, fazendo com que fosse necessária uma intervenção mecânica sobre o equipamento, este erro operacional, causou uma colisão na qual todas as paradas iniciais ocorreram novamente. Foi então necessário refazer todo o km zero da máquina.

Também na semana 18, iniciaram-se os trabalhos da 2ª fase de confiabilização, esta fase analisa-se os componentes com os maiores índices de falha e fazem-se melhorias no equipamento para aumentar a vida útil do equipamento. Foram trocados módulos de potência com erros de projeto, cabos degradados e com definições erradas, guias lineares e fusos de esfera.

Alguns erros de montagem de peças substituídas foram cometidos nesta fase, pode-se observar que o equipamento teve uma degradação na S20 da frequência de parada, porém foram paradas pequenas que não chegaram a degradar a disponibilidade do equipamento. A fase 1 continuou em andamento conforme relatado acima.

Já na implantação da fase 1, para cada parte com falha do equipamento detectado foi substituído as peças e, para os casos de falhas com degradação natural já foi criado um plano de manutenção planejada. Esta nada mais é do que a

3º fase da confiabilização – Aplicação da Manutenção planejada. Como várias partes do equipamento foi trocada nesta fase, teve-se um aumento significativo no custo de manutenção, com a certeza que com o aumento da DP do equipamento ao longo do tempo a mesma cairá.

Ao ser iniciada a 4º fase (semana 32), na construção do plano preditivo, verificou-se que o equipamento teve uma degradação na frequência de parada. Todas estas causadas por erros de intervenção que foram rapidamente corrigidas assim não sendo possível detectar a mesma tendência na Disponibilidade. A decisão gerencial neste momento foi de revisar todo o plano de manutenção da máquina, com a aplicação de um canteiro piloto de RCM (Manutenção centrada em confiabilidade) – canteiro este em andamento ainda.

Entre as semanas 24 e 26 teve-se alguns afundamentos de fases de energia elétrica em torno de 30% que causaram colisões do equipamento e consequente degradação acelerada do mesmo. Com a fase 1 em andamento detectou-se as anomalias e foram corrigidas sendo que na semana 33, tinha-se um total de 95% de todas as anomalias detectadas corrigidas no equipamento, e com 95% do plano de manutenção planejado realizado, pode-se verificar uma boa trajetória da frequência de parada.

## **5.8 RELAÇÃO ENTRE PERFORMANCE E CUSTO DE MANUTENÇÃO.**

Existe uma relação indiretamente proporcional entre a performance, aqui representada em respeito ao volume de produção diária e o custo de manutenção. Pode-se observar na figura 10 que o resultado acumulado do ano de 2012 está 7% melhor em relação ao ano de 2011.

Durante o ano de 2012, pode-se ver na figura 11 uma instabilidade nos resultados dos custos. Os meses de janeiro e fevereiro são pontos aleatórios, devido parada anual da fábrica, economizou-se em janeiro e o custo de manutenção foi muito maior em fevereiro. Com o retorno das coletivas, os custos de manutenção foram menores, porém uma tendência negativa do mês de junho em diante, devido os custos suplementares sobre os equipamentos que avançam sobre as 4 fases de confiabilização, primeiramente devido ao grande número de problemas latentes, como também muitas peças precisam ser substituídas. Estes custos iniciais são

normais e todos os níveis hierárquicos devem conhecê-los, para não correr risco de das atividades de confiabilização pararem.

Estas informações podem ser observadas na figura 11.

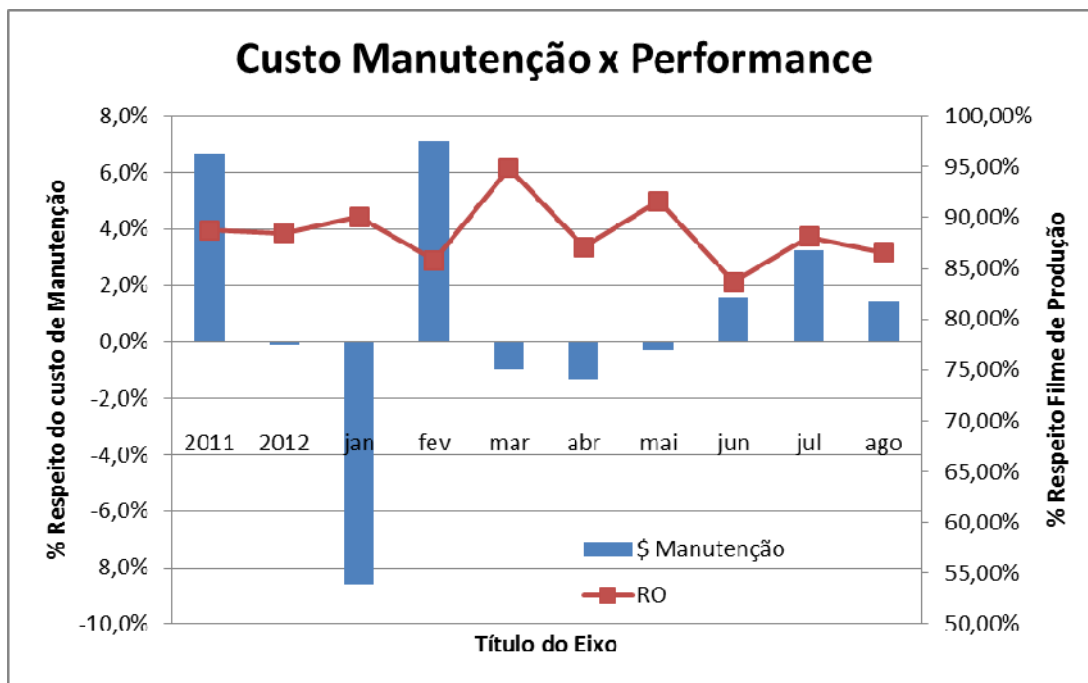


Figura 11: Relação entre custo de manutenção e Respeito ao volume de produção  
Fonte: Autoria própria.

## 6 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as sínteses encontradas das análises desta pesquisa.

Não se pode observar uma relação direta entre a disponibilidade das máquinas únicas e o resultado de performance - medido nesta análise como respeito ao volume de produção - RO. Nesta análise o aumento da disponibilidade foi conseguido através de trabalhos diretos sobre os equipamentos de produção e redução da frequência de parada própria da máquina - FPM. Esta relação também não é linear quando se compara a disponibilidade total da linha com o resultado da performance, explicação esta devido à complexidade da concepção da linha com máquinas em paralelo e em série únicas e múltiplas.

Esta análise foi realizada sobre uma linha flexível, caso a mesma fosse realizada sobre uma linha transfer, na qual todas as operações estão em série, certamente haveria uma relação direta entre o aumento da disponibilidade e a performance – RO.

A frequência de parada própria evolui, conforme apresentado pelo exemplo do equipamento OP 2, através do avanço das 4 fases de confiabilização. O trabalho de manutenção autônoma, identificando e tratando rapidamente todos os problemas latentes ameniza e melhora o resultado da frequência de parada e consequentemente a melhora da disponibilidade do equipamento.

A melhora da disponibilidade e da frequência de parada é linear até certo ponto, enquanto avança a primeira fase esta melhora é linear, após o início da segunda fase existe uma estabilidade nos indicadores de disponibilidade, o que não existe na frequência de parada, ela continua a sua tendência de melhora. Esta estabilidade da disponibilidade é normal, pois como a segunda fase é aumento da vida útil dos equipamentos a parada ocorrerá num tempo muito maior, o que esta fora do escopo desta pesquisa.

Esta estabilidade acontecerá também no avanço das fases 3 e 4, já que se esta falando de plano de manutenção preventivo e também plano de preditiva.

A diferença maior está nos indicadores de custo de manutenção com o avanço das ações. Existe um custo maior de manutenção com o avanço das 4 fases, com o grande número de anomalias encontradas, precisa ser solucionada na fase 1, isto em muitos casos necessitam de substituição de peças. Na segunda fase o aumento da vida útil de componentes necessita de investimento para a melhoria da mesma, isto faz com que os custos aumentam conforme observado na figura 11.

Este custo continuará durante a fase 3, a manutenção planejada custa mais cara que o custo da preditiva, a redução efetiva do custo global acontecerá somente no término da 4ª fase.

Enfim, existe uma relação importante entre a performance, disponibilidade e custo de manutenção. O que é importante é manter e criar um histórico das máquinas, pois isso facilita em muito o avanço de todas as fases.

Como sugestão para a linha analisada, fica a necessidade de evoluir em todas as operações, o que levará muito tempo devido o estado atual dos meios. Como este trabalho é de longo prazo, tem-se a necessidade de manter a equipe focada no resultado final, que é o aumento da disponibilidade e consequente ganho de produção e redução dos custos.

## **7 CONCLUSÃO**

A baixa produtividade deve ser analisada e é impactada por vários fatores. Este estudo serve como uma alternativa para aumento da disponibilidade, tendo como resultado o aumento da performance.

Ficou claro que quanto menor for a disponibilidade das máquinas únicas, menor será a produção, assim como também se evidenciou que a produtividade não responde linearmente com o aumento da disponibilidade total da linha, principalmente em linhas com concepção flexíveis como a estudada.

Um ponto importante para as empresas que decidirem aumentar a disponibilidade através das fases de confiabilização é o rigor em manter a equipe focada no avanço das ações. Equipes sem foco perdem o rumo e os resultados serão desastrosos, assim como cuidar dos custos com manutenção para que o equipamento fique em boas condições de uso e tendo uma disponibilidade suficiente para respeitar o volume de produção.

A mentalidade deste trabalho é de não parar a aplicação de melhorias a fim de que os gastos não tornem a ocorrer, caracterizando o desgaste dos equipamentos, sendo o correto a adequação dos materiais ou tecnologias para aumentar a vida útil de peças e componentes com desgaste prematuro.

Enfim, a elaboração desta pesquisa esclareceu que não existe uma relação linear entre performance e o aumento da disponibilidade total dos equipamentos de linhas flexíveis e que uma alternativa para o aumento da disponibilidade pode ser conseguida através do avanço das 4 fases de confiabilização, que é o avanço do pilar manutenção planejada do TPM.

### **7.1 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS**

Continuar a análise de qual é o papel dos gestores das equipes de manutenção sobre o avanço da disponibilidade assim como a importância desta função sobre o avanço das 4 fases de confiabilização, como também uma proposta de aplicação de RCM.

## 8 REFERÊNCIAS:

ABRAMAN – Associação brasileira de manutenção. **Documento Nacional**, set. 2007. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br>>. Acesso em: 14 mar. 2009.

BEST, J.W. **Como Investigar em Educación**. 2ª edição. Madri: Morata, 1972. Capítulos 1 e 2, p.12-13.

CASOTTI, Bruna; GOLDENSTEIN, Marcelo. **PANORAMA DO SETOR AUTOMOTIVO**. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em; 15/7/2012.

FILHO, Gil Branco – **DICIONÁRIO DE TERMOS DE MANUTENÇÃO, CONFIABILIDADE E QUALIDADE**: Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda – 2004.

FREITAS, Eder. **ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Disponível em <<http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com.br>> Acesso em: 5/8/2012.

GOMES, Carlos. **ANTECEDENTES DO CAPITALISMO**. Edição eletrônica gratuita. Disponível em: <<http://www.eumed.net>> Acesso em 10/8/2012.

IMAI, Masaaki - **GEMBA-KAIZEN**: Estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica. São Paulo: IMAM, 1996.

JIPM – **Japan Institute of Plant Maintenance**. Disponível em: [www.jipm.or.jp](http://www.jipm.or.jp). Acesso em: 05/07/2012.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção – Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2001.

LAFRAIA, J.R.B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**.

1ª edição, 2ª reimpressão. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001

LEAL, A. TCCE **RELAÇÃO ENTRE PRODUTIVIDADE, DISPONIBILIDADE DE MÁQUINA E CUSTOS DE MANUTENÇÃO**, 2007.

MARCONI, M.A. e LAKATOS, E.M. **Técnicas de Pesquisa**. 6ª edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2006.

OSADA, Takashi; TAKAHASHI, Yoshikazu. **TPM / MPT – Manutenção Produtiva Total**. Editora IMAM 1993.



PARDINAS, F. **Metodología y Técnicas de Investigación en Ciencias Sociales.**

2ª edição. México: Siglo Veintiuno, 1977, p.159.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. N.; BARONI, T. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

RODRIGUES, Marcelo / MARÇAL, Rui F. – **PROJETO DE FÁBRICA E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL:** Centro Universitário Leonardo da Vinci: Indaial, Grupo UNIASSELVI, 2010.

ROTHER, Mike. **TOYOTA KATA.** Porto Alegre, Bookman 2010.

SELLTIZ, C. et alii. **Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais.** São Paulo:

Herder, 1965. Capítulos 1, 2 e 3, p.61-62.

SLACK, N. **Administração da Produção.** 2ª edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

VARGAS, Rodrigo. **GestaIndustrial.com.** [S.l.]. 2009-2012. Disponível em <[www.gestaointustrial.com/nomepagina.htm](http://www.gestaointustrial.com/nomepagina.htm)> Acesso em: 5/8/2012.

## **9 GLOSSÁRIO**

### **9.1 MTBF – MEAN TIME BETWEEN FAILURE**

Segundo Filho (2004, p. 95) MTBF “É o tempo médio entre as falhas sucessivas de um item reparável”.

### **9.2 MTTR – MEAN TIME TO REPAIR**

Conforme Filho (2004, p. 96) MTTR “É o tempo médio necessário para reparar um item, uma máquina, lote de máquinas ou instalação”.

### **9.3 PANE**

De acordo com Filho (2004, p. 103) pane “É a situação de um equipamento que não pode ser posto a trabalhar, pois trará problemas de produção ou má qualidade, risco de vida ou de danos ao patrimônio”.

### **9.4 FALHA**

Segundo Filho (2004, p. 54) falhas “É a perda de capacidade de um item para realizar sua função específica. Pode equivaler ao termo avaria. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquinas de desempenhar a sua função durante um período de tempo, onde o item deverá sofrer manutenção ou ser substituído”.

### **9.5 FALHA ALEATÓRIA**

Conforme Filho (2004, p. 54) falha aleatória “É a falha que ocorre em um equipamento ou peça e que não tem um padrão de comportamento previsível”.

### **9.6 RCM – RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE**

De acordo com Filho (2004, p. 114) RCM, ou em português Manutenção Centrada em Confiabilidade “É a manutenção que trata sobre novos modos de tratar manutenção de sistemas complexos, onde se torna possível reduzir os custos de manutenção, como melhoria em projetos, em técnicas de manutenção de rotina, possibilitando uma disponibilidade maior com maior confiabilidade e menor dispêndio de mão de obra”.

## **9.7 PERFORMANCE**

Segundo Filho (2004, p. 105) performance “É o mesmo que desempenho, rendimento”.

## **9.8 DESEMPENHO**

Conforme Filho (2004, p. 39) desempenho “É a informação de resultados numéricos obtidos dos processos e produtos que permite avaliar a comparação em relação a metas, padrões resultados do passado e com outros processos e produtos”.

## **9.9 O.E.E.**

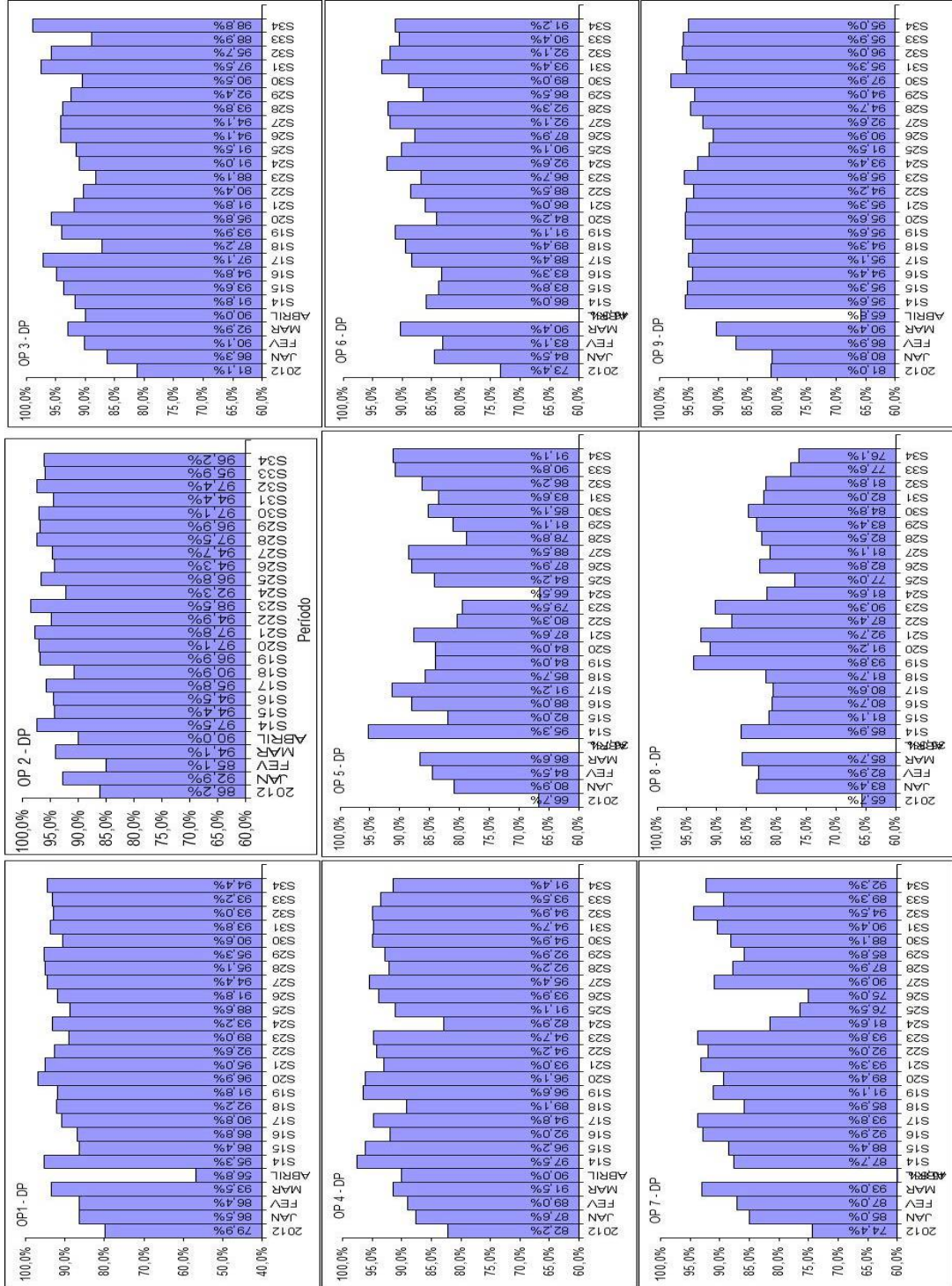
De acordo com Filho (2004, p. 100) O.E.E “é a eficiência global do equipamento, um indicador que visa quantificar a disponibilidade, a taxa de performance, a taxa de eficiência e a taxa de qualidade da produção de um equipamento, de um sistema ou de um ativo”.

## **9.10 DISPONIBILIDADE**

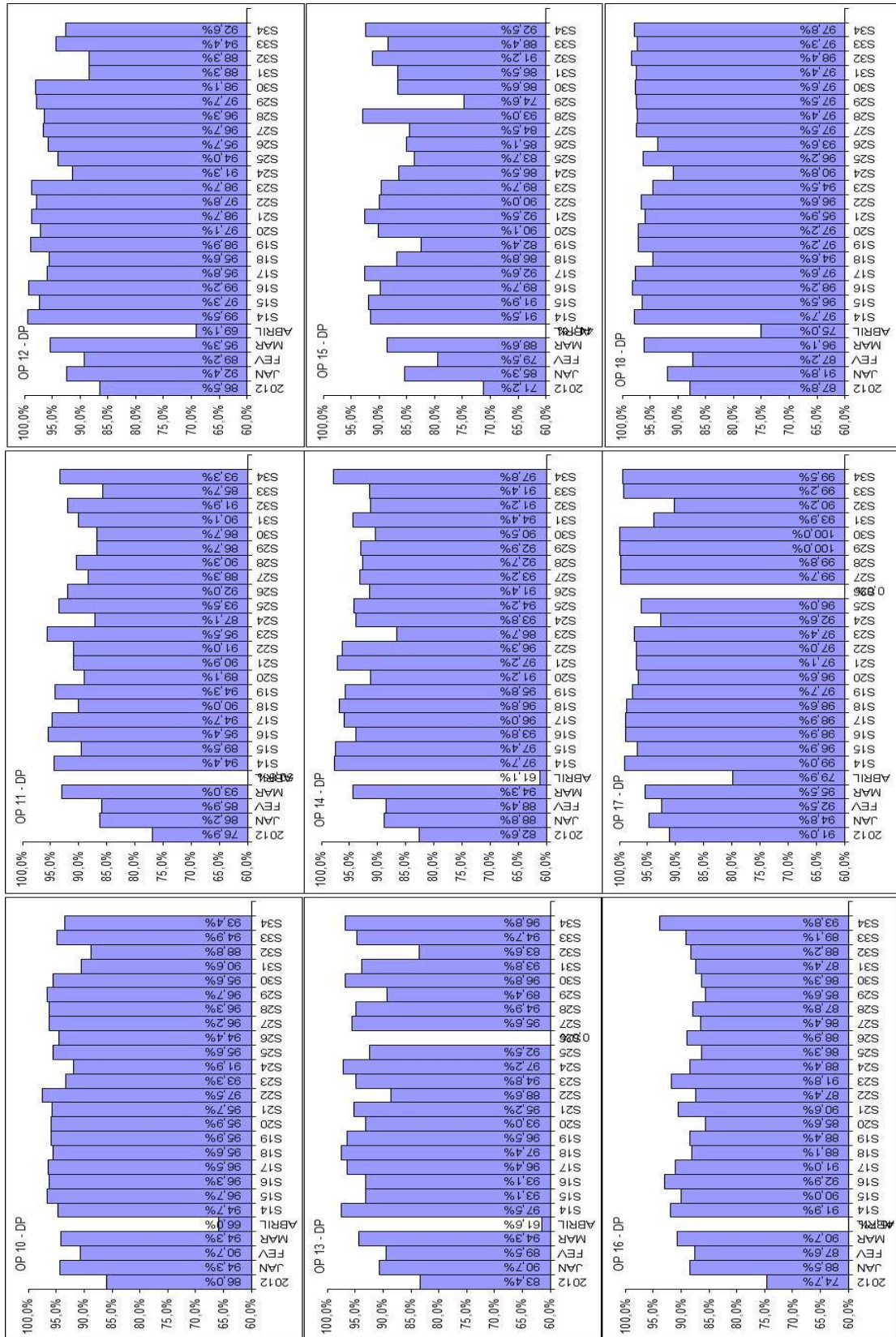
Segundo Filho (2004, p. 41) disponibilidade “É a probabilidade de que um item possa estar disponível para utilização em um determinado momento ou durante um determinado período de tempo”.

# 10 APÊNDICES:

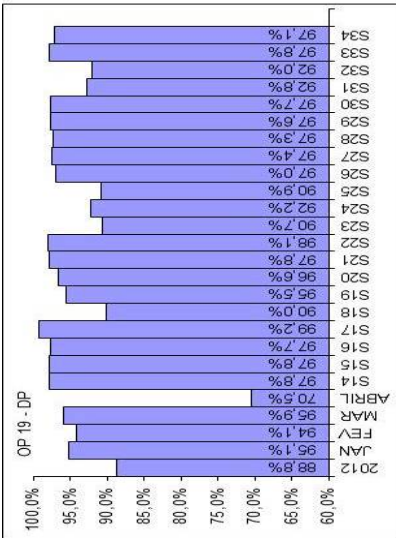
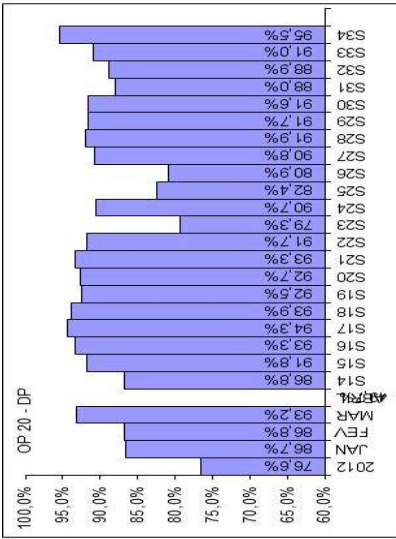
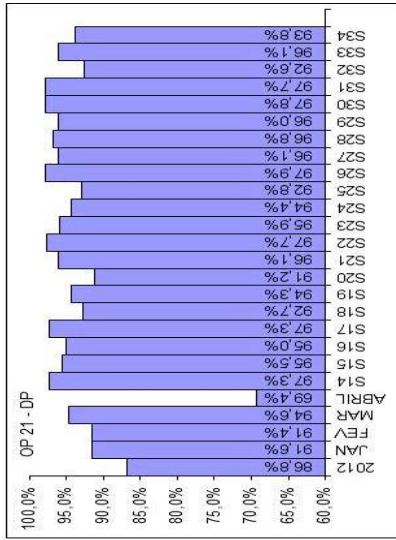
## APÊNDICE A - DISPONIBILIDADE DAS OP 1 À OP 9



APÊNDICE B – DISPONIBILIDADE DAS OP 10 À OP 18.

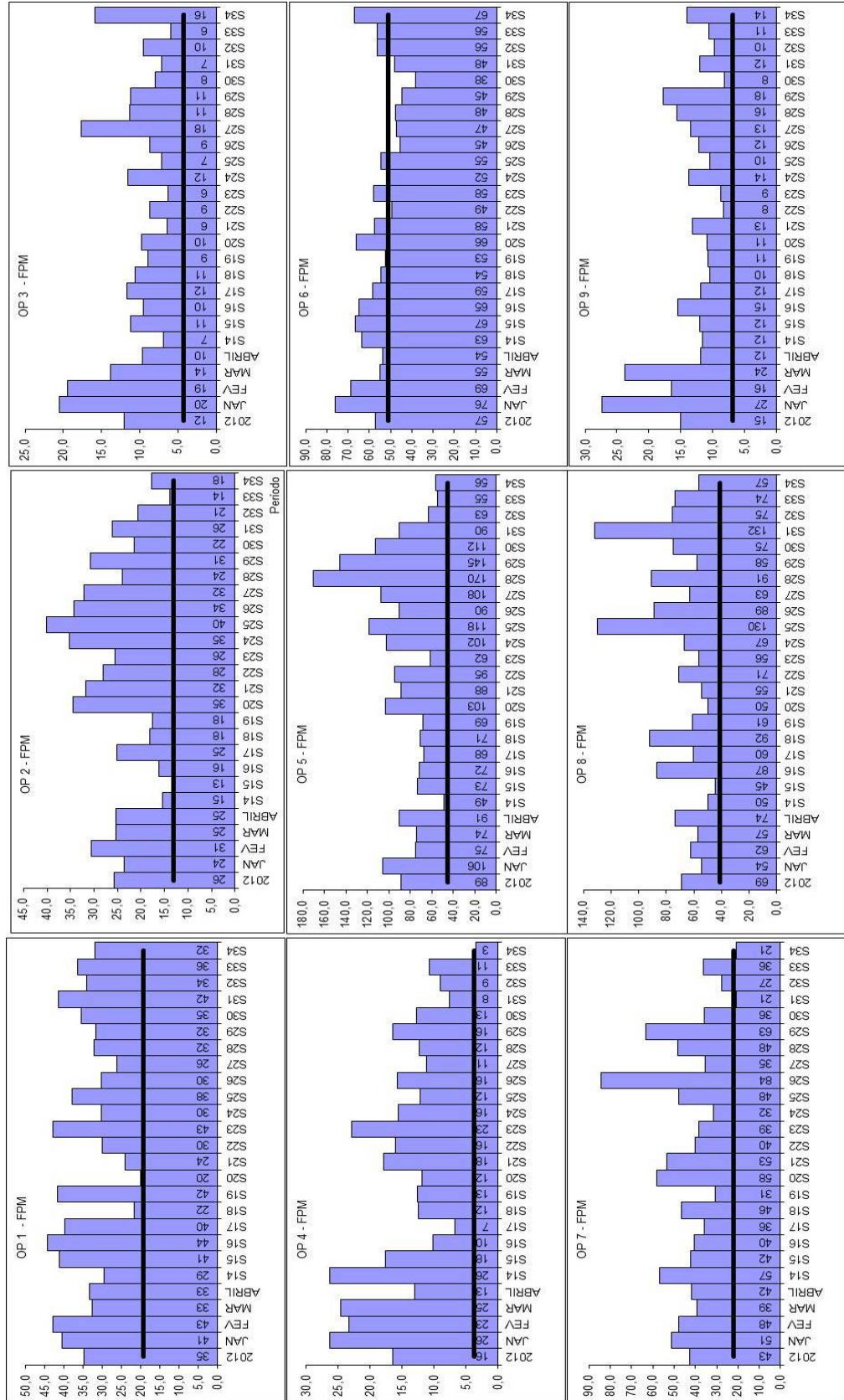


### APÊNDICE C – DISPONIBILIDADE DAS OP 19 À OP 21





APÊNDICE D – FREQUÊNCIA DE PARADA DAS OP 1 À OP 9







APÊNDICE F – FREQUÊNCIA DE PARADA DAS OP 19 À OP 21.

