

**JOSÉ LUIZ ALTELINO**

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUFATURA: A  
IMPLEMENTAÇÃO DO INDICADOR DE EFICIÊNCIA  
GLOBAL DO EQUIPAMENTO EM UMA EMPRESA  
AUTOMOBILÍSTICA**

**Taubaté – SP**

**2003**

Altelino, José Luiz

Análise de Indicadores de Manufatura: A Implementação do Indicador de Eficiência Global do Equipamento em uma Empresa Automobilística/ José Luiz Altelino.- Taubaté: UNITAU, 2003.  
123f. : il.

Orientador: Prof. Mestre Augustinho Ribeiro da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Antônio Paschoal Del'Arco Junior

Monografia (MBA) – Universidade de Taubaté, Departamento de Economia, Ciências Contábeis e Administração, 2002.

1. Administração da Produção 2. Indicadores de Manufatura 3. OEE 4. Manufatura Celular – Monografia. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Economia, Ciências Contábeis e Administração. II. Título.

**JOSÉ LUIZ ALTELINO**

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUFATURA: A  
IMPLEMENTAÇÃO DO INDICADOR DE EFICIÊNCIA  
GLOBAL DO EQUIPAMENTO EM UMA EMPRESA  
AUTOMOBILÍSTICA**

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização pelo Curso de Pós Graduação MBA em Gerência de Produção e Tecnologia Departamento de Economia, Ciências Contábeis, Administração e Secretariado da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Prof. Mestre Augustinho Ribeiro da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Pascoal Del' Arco Júnior

**Taubaté – SP**

**2003**

**JOSÉ LUIZ ALTELINO**

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUFATURA: A  
IMPLEMENTAÇÃO DO INDICADOR DE EFICIÊNCIA  
GLOBAL DO EQUIPAMENTO EM UMA EMPRESA  
AUTOMOBILÍSTICA**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

Data: 13 / 09 / 2003

Resultado: **Aprovado** \_\_\_\_\_

**COMISSÃO JULGADORA**

Prof. Mestre Augustinho Ribeiro da Silva \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Edson Aparecida de Araújo Querido de Oliveira \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Antonio Pascoal Del' Arco Junior \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho  
à minha esposa, Maria Clara, pelo apoio, incentivo, companheirismo e  
compreensão e em memória de meus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me permitir vivenciar momentos de engrandecimento pessoal.

Ao Prof. Paulo Remi Guimarães Santos, pela contribuição e incentivo na elaboração desta monografia.

Ao Prof. Mestre Augustinho Ribeiro da Silva, pela orientação, dedicação e incentivo no desenvolvimento desta monografia e à sua família pela compreensão e amizade.

Ao Prof. Dr. Antonio Pascoal Del' Arco Júnior, pela orientação e auxílio na realização desta monografia.

Ao Prof. Dr. Edson Aparecida Araújo Querido de Oliveira, pela orientação e auxílio na realização desta monografia.

Ao Sr. Antonio Luis Gomes de Sousa que orientou com suas observações e conselhos, mostrando-me qual seria o melhor caminho a tomar na realização desta monografia.

Ao Paulo César, amigo, que ajudou muitas vezes cedendo seu computador para digitação desta monografia.

Aos amigos Eder Cassettari e Luis Moraes que me ajudaram com suas orientações quanto à bibliografia a pesquisar.

À empresa, que permitiu o desenvolvimento do trabalho, e aos seus colaboradores.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta monografia.

## SUMÁRIO

Lista de figuras.....	7
Lista de siglas.....	8
Resumo.....	9
Abstract.....	10
1. Introdução.....	11
1.1 Justificativa do trabalho.....	11
1.2 Objetivo.....	12
1.3 Importância do trabalho.....	12
1.4 Delimitação do estudo.....	13
1.5 Tipo de pesquisa.....	13
1.6 Estrutura do trabalho.....	13
2. Revisão Bibliográfica.....	15
2.1 Administração da produtividade.....	18
2.2 Participação dos empregados nas tomadas de decisão.....	22
3. Sistema de Produção da Indústria Automobilística.....	27
3.1 Introdução.....	27
3.2 Evolução Histórica da Ford Motor Company.....	28
3.3 Evolução Histórica da Toyota Motor Company.....	32
3.4 Sistema de Produção Ford.....	35
3.4.1 As fases de implementação.....	41
3.4.2 As ferramentas de implementação.....	43
3.4.3 Os indicadores.....	46
3.4.4 O processo de avaliação.....	48
3.5 Sistema de Produção Toyota.....	48
3.5.1 As ferramentas e técnicas.....	50
3.5.2 Considerações do Sistema de Produção Toyota.....	54
4. Indicadores do Sistema de Produção Ford.....	56
4.1 FTTC – “ <i>First Time Through Capacity</i> ” (Capacidade de fazer certo da primeira vez).....	56

4.2 BTS - “ <i>Build to Schedule</i> ” (Atendimento do programa de produção).....	59
4.3 DTD - “ <i>Dock to Dock</i> ” (Tempo de doca a doca).....	61
4.4 OEE - “ <i>Overall Equipment Effectiveness</i> ” (Efetividade global do equipamento).....	63
5. Implementação e análise do indicador OEE.. “ <i>Overall Equipment Effectiveness</i> ”....	66
5.1 Implementação do indicador OEE - “ <i>Overall Equipment Effectiveness</i> ”.....	66
5.2 Análise da aplicação do indicador OEE - “ <i>Overall Equipment Effectiveness</i> ” .....	71
5.3 Considerações .....	74
6. Conclusão.....	75
6.1 Sugestões para trabalhos futuros.....	75
7. Referências bibliográficas.....	77



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferenças entre empresas industriais e de serviços.....	15
Figura 2 - Modelo de sistema de produção.....	16
Figura 3 - Representação clássica de um sistema de produção.....	17
Figura 4 - Modelo de reação em cadeia de Deming.....	19
Figura 5 - Importantes contribuições para abordagem científica.....	21
Figura 6 - Importantes contribuições para abordagem comportamental.....	22
Figura 7 - Resultados positivos e negativos de “stress”.....	24
Figura 8 - Três fatores determinantes da motivação.....	25
Figura 9 - A pirâmide de necessidades de Maslow e suas implicações.....	26
Figura 10 - Modelo do Sistema de Produção Ford.....	37
Figura 11 - Foco no consumidor.....	38
Figura 12 - A importância das pessoas no sistema.....	39
Figura 13 - A importância do sistema de manutenção.....	40
Figura 14 - O controle da produção.....	40
Figura 15 - Dados para cálculo do BTS - “Build to Schedule”.....	59
Figura 16 - Planilha gerada eletronicamente - BTS - “Build to Schedule”.....	66
Figura 17 - Relação das perdas com o tempo.....	67
Figura 18 - Exemplo do formulário diário de bordo do OEE.....	68
Figura 19 - Planilha para cálculo manual do OEE.....	69
Figura 20 - Planilha eletrônica do OEE - Histórico das perdas do OEE.....	70
Figura 21 - Planilha eletrônica do OEE - “Overall Equipment Effectiveness”.....	71
Figura 22 - Fatores que influenciam na análise do Indicador OEE “Overall Equipment Effectiveness”.....	73

## LISTA DE SIGLAS

BTS - "*Build To Schedule*" (Atendimento do programa de produção)

DTD - "*Dock To Dock*" (Tempo de doca a doca)

FPS - "*Ford Production System*" (Sistema de Produção Ford)

FTPM - "*Ford Total Productive Maintenance*" (Manutenção produtiva total da Ford)

FTTC - "*First Time Through Capacity*" (Capacidade de fazer certo da primeira vez)

ISPC - "*Inspection Station of Process Control*" (Controle de processo na estação de trabalho)

JIT - "*Just-In-Time*" (No tempo certo)

MTBF - "Mean Time Between Failure" (Tempo médio entre as falhas)

MTTR - "Mean Time To Repair" (Tempo médio para reparo)

OEE - "*Overall Equipment Effectiveness*" (Efetividade global do equipamento)

OTED - "*One Touch Exchange of Dies*" (Mudança de processo sem alterações de ferramental)

SHARP - "*Safety and Health Assessment Review Process*" (Processo de avaliação de saúde e segurança)

T I M - Time Integrado de Manufatura

TPM - "*Total Productive Maintenance*" (Manutenção produtiva total)

TPS - "*Toyota Production System*" (Sistema de Produção Toyota)

WERS - "*Worldwide Engineering Release System*" (Sistema mundial de liberação de engenharia)

**ALTELINO, José Luiz. Análise de Indicadores de Manufatura: A Implementação do Indicador de Eficiência Global do Equipamento em uma Empresa Automobilística.** Taubaté, 2003. p. 78 Monografia (Especialização pelo Curso de Pós Graduação MBA em Gerência de Produção e Tecnologia) – Departamento de Economia, Ciências Contábeis, Administração e Secretariado da Universidade de Taubaté.

## RESUMO

As condições de um mercado altamente competitivo e globalizado exigem das empresas uma grande flexibilidade, tanto nos seus processos produtivos, quanto nos seus processos administrativos. A procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de produção com o objetivo de se obter melhoria de produtividade com o menor custo, produtos com preço menor, agregado a uma melhor qualidade, faz com que um gerente de produção necessite de indicadores confiáveis para que suas ações possam atender os objetivos apresentados pela empresa. Sendo assim, esta monografia tem como objetivo analisar a implementação de um dos indicadores que suportam a tomada de decisão no Sistema de Produção Ford, o OEE - "*Overall Equipment Effectiveness*", ou seja, eficiência global do equipamento, descrevendo sua importância para os times integrados de manufatura e como se realiza a análise deste indicador dentro dos times integrados de manufatura. Além disso, será feita uma pequena abordagem de mais alguns indicadores tais como: FTTC - "*First Time Through Capacity*", DTD - "*Dock To Dock*" e BTS - "*Built To Schedule*" e que a combinação destes indicadores com o OEE - "*Overall Equipment Effectiveness*" favorece o gerenciamento e as tomadas de decisões no sistema produtivo. Desta maneira, este estudo mostra uma implementação do OEE para os processos produtivos e exemplifica que, após uma implantação, a disciplina na coleta dos dados e nas reuniões para análises das informações faz com que a equipe de trabalho promova seu crescimento buscando uma maior produtividade, uma redução dos custos operacionais, uma melhor qualidade para seus produtos, fortalecendo, desta maneira, um processo produtivo previsível e, conseqüentemente, projete uma melhor sustentabilidade para que a empresa suporte a competitividade do mercado interno e externo.

Palavras-chave: Administração da produção, Indicadores de manufatura, OEE, JIT, Manufatura celular.

**ALTELINO, José Luiz. Manufacturing Indicators Analysis: The Implementation Overall Equipment Effectiveness Indicator in an Automobile Company.** Taubaté, 2003. p. 78 Monograph (Specialization Course of Post Graduation MBA in Management of Production and Technology) - Department of Economy, Accounting and Business Management, University of Taubaté, Taubaté, São Paulo State, Brazil.

### **ABSTRAT**

The conditions for a highly competitive and global market demand great company flexibility, both in its productive, as in its administrative processes. The incessant search for better work methods and production processes with the objective of obtaining productivity improvement with the smallest cost, products with smallest price, aggregate to a better quality, it makes with that a production manager needs reliable indicators so that his actions can meet the objectives established by the company.

This way, this monograph have the objective analyzing the implementation one of the Indicators manufacturing that support the decisions into Ford Production System, the OEE - Overall Equipment Effectiveness, describing its importance to the integrated manufacturing teams and how the analyse of this indicator is done inside these integrated manufacturing teams.

Furthermore, a little boarding of more else manufacturing Indicators will be done: FTTC - First Time Through Capacity, DTD - Dock To Dock and BTS - Built To Schedule, and the combination these indicators with the OEE - Overall Equipment Effectiveness promotes the managing and supports the decision in the productive process.

Finally, this study to show an implementation of OEE - "Overall Equipment Effectiveness" for the processes and to give an example that, after an implantation, the discipline to collect the data and meetings for analyse, makes work team promotes its growth, looking for a larger productivity, a reduction of the operational costs, promotes a better quality for the products, strengthening a previsible productive process and consequently, projects a better sustainability for the company to support the competitiveness in the internal and external market.

Key Words: Administration of the production, manufacture Indicators, OEE, JIT, Manufactures cellular

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Justificativa do trabalho

Nos dias atuais torna-se necessário saber qual a tendência de uma linha de produção em relação a sua eficiência, seja ela produzindo somente um tipo de produto ou produzindo vários modelos de produto.

Para tanto devemos ter indicadores confiáveis que possam dar informações corretas e que estas, bem aplicadas por um gerente de produção, farão com que o processo tenha ganhos na qualidade, diminuição de custos e melhorias nas relações humanas das pessoas que colaboram neste processo produtivo. Somente com dados confiáveis poderão ser geradas ações que irão refletir na redução dos desperdícios do sistema produtivo.

Dentro deste sistema produtivo existem inúmeros fatores que influenciam no sucesso e no ganho de produtividade.

Neste trabalho será dada ênfase no que se pode realizar de diferente no processo produtivo, como redução dos custos através de melhorias dos equipamentos, melhorias de qualidade, melhor tempo de atendimento dos programas de produção e o tempo desta cadeia de valores. Sabe-se que o importante é ter indicadores previsíveis e robustos na tomada de decisão, para melhorar o desempenho ou para obter os resultados conforme planejado, atingindo assim os objetivos pré-estabelecidos.

Neste mundo globalizado, mudanças rápidas estão ocorrendo a cada instante em todas as áreas do conhecimento humano, principalmente nas econômica e social, fazendo com que seja necessário que as empresas repensem suas formas de administração.

O planejamento de orçamentos anuais em paralelo com um planejamento estratégico (de forma que se consiga prever as condições de mercado que irão enfrentar no futuro) é uma das condições básicas para se manter competitivo. Para tanto, faz-se necessário saber qual a tendência de uma linha de produção para que sejam tomadas ações corretas, as quais vão gerar aumento de produtividade, ganhos de qualidade, diminuição nos custos operacionais e melhorias nas relações humanas, (inclusive melhorias na capacitação da mão-de-obra).

## 1.2 Objetivo

Esta monografia tem como objetivo analisar a implementação de um dos indicadores que suportam a tomada de decisão no Sistema de Produção Ford, o OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*”, ou seja, eficiência global do equipamento, descrevendo sua importância para os times integrados de manufatura e como se realiza a análise deste indicador dentro dos times integrados de manufatura.

O OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*” é formado pelo índice de disponibilidade, índice de eficiência e índice de qualidade; a multiplicação destes índices resulta no indicador OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*”, ou seja, quanto mais próximo de 100%, melhor será a eficiência global deste equipamento que está sendo analisado. Visto que o índice de disponibilidade define o quanto seu maquinário é robusto e previsível, ele dará o comparativo da quantidade de peças que foi projetada e o quanto realmente este equipamento está produzindo, com a finalidade de fornecer informações para que se possam tomar ações de melhorias de aumento de capacidade, quando novos negócios necessitam de maior demanda ou quando, para o balanceamento do processo, necessita-se quebrar gargalos, nivelando assim a demanda.

Além disso, será feita uma pequena abordagem de mais alguns indicadores tais como: FTTC - “*First Time Through Capacity*” (Capacidade de produzir certo da primeira vez), DTD – “*Dock To Dock*” (Tempo de doca a doca, ou seja, tempo decorrido entre o recebimento da matéria-prima até a expedição dos produtos acabados) e BTS – “*Built To Schedule*” (Atendimento do programa de produção, ou seja, capacidade de produzir conforme programa de produção). A combinação destes indicadores com o OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*” (Eficiência global do equipamento) favorece as tomadas de decisões no sistema produtivo.

## 1.3 Importância do trabalho

As atividades de produção constituem a base do sistema econômico de uma nação, uma vez que ela é responsável direta pela transformação dos recursos humanos, de capital e de materiais em bens e serviços de maior valor.

A administração da produção é uma tarefa de extrema importância para o meio sócio-econômico, pois é através de seu sucesso que bens e serviços chegarão ao consumidor e que, em consequência, retornarão à empresa como capital.

A administração da produção é a atividade pela qual os recursos, fluindo dentro de um sistema definido, são reunidos e transformados de uma forma controlada, a fim de agregar valor de acordo com os objetivos empresariais. Para tanto, um gerente de produção é responsável pelo planejamento, organização e controle das atividades de transformação.

#### **1.4 Delimitação do estudo**

Devido às inúmeras variáveis que envolvem o indicador OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*”, a revisão bibliográfica realizou-se abordando a administração de produção e operações, visto que a produtividade está diretamente ligada ao índice de disponibilidade, o qual é um dos índices que compõem este indicador. Realizou-se a revisão sobre sua base histórica e a importância do indivíduo na administração da produtividade.

Este estudo também mostra a necessidade de se ter o controle da produção para assegurar o atendimento dos pedidos na data prevista e em menor custo.

#### **1.5 Tipo de pesquisa**

As atividades de transformação podem ser divididas em três partes para fins didáticos. A primeira engloba o projeto do produto e o planejamento do processo; a segunda apresenta o planejamento e o controle da produção; e a terceira, a manutenção. Esta pesquisa se propõe a estudar a que se refere a segunda parte das atividades de transformação, o planejamento e o controle da produção.

#### **1.6 Estrutura do trabalho**

Esta pesquisa será dividida em capítulos, sendo o segundo capítulo a apresentação da abordagem teórica e uma revisão bibliográfica da administração da produção e operações.

O terceiro capítulo apresenta a evolução histórica das montadoras Ford Motor Company e Toyota Motor Company.

O quarto capítulo apresenta os indicadores de manufatura FTTC, BTS e DTD e OEE delineando critérios para aplicação e exemplos de cálculo de sua aplicabilidade.

O quinto capítulo apresenta os elementos que compõem o indicador OEE - "*Overall Equipment Effectiveness*" com seus respectivos formulários usados no sistema produtivo de uma indústria automobilística e a metodologia de aplicação deste indicador no time integrado de manufatura.

O sexto capítulo apresenta as conclusões a que a pesquisa chegou e as sugestões para trabalhos futuros.

E, por fim, o sétimo capítulo traz as referências bibliográficas utilizadas no decorrer desta monografia.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A administração da produção\_ embora confundida com uma atividade fabril, isto é, um local de máquinas, onde produtos estão sendo manufaturados, pessoas se deslocando de um lugar para outro, de uma atividade para outra\_ compõe-se de atividades industriais e serviços, onde a atividade industrial gera um produto físico, tangível como, por exemplo, um veículo e seus componentes, um eletrodoméstico. Uma atividade de serviço gera uma ação como, por exemplo, suporte gerencial para solução de um problema de qualidade ou a assistência técnica para instalação de uma nova máquina.

Verifica-se que pode haver somente atividades de serviços, isto é, empresas de serviços, como exemplo uma empresa de consultoria. Por outro lado, para que produtos e serviços sejam oferecidos ao cliente, ao consumidor, as atividades correspondentes devem ser planejadas, organizadas e controladas, conforme Moreira (1998, pg. 3): “A administração de produção e operações é o campo de estudo dos conceitos e técnicas aplicáveis à tomada de decisões na função de produção (empresas industriais) ou operações (empresas de serviços)”. Isto justifica por que assuntos tão diferentes naquilo que colocam à disposição dos clientes possam ser estudados em conjunto.

Conforme Figura 1, são mostradas as diferenças entre empresas industriais e de serviços, visto que muitas empresas constituem suas atividades como industriais e de serviços.

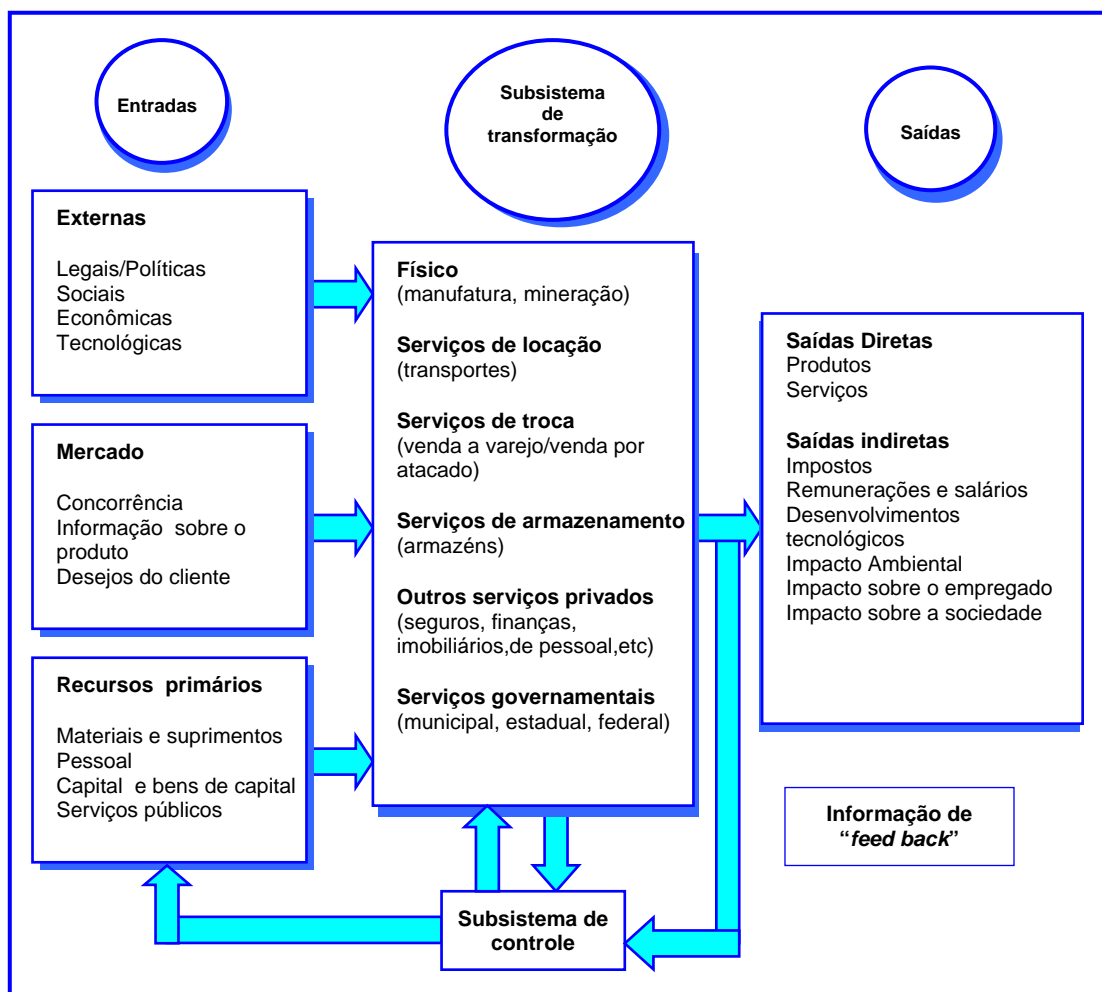
Características	Indústrias	Serviços
Produto	Físico	Intangível
Estoques	Comum	Impossível
Padronização dos insumos	Comum	Difícil
Influência da mão-de-obra	Média/Pequena	Grande
Padronização dos produtos	Comum	Difícil

**Figura 1 – Diferenças entre empresas industriais e de serviços**

**Fonte: Moreira (1998, p. 3)**

“A administração da produção e operações (APO) é a administração do sistema de produção de uma organização, que transforma os insumos nos produtos e serviços da organização”, (GAITHER e FRAZIER, 2001, p.5).

Segundo Gaither e Frazier (2001, p. 14-15), um sistema de produção é formado por insumos (materiais, pessoal, capital, serviços públicos e informação), por um sistema de transformação e por produtos. Este sistema recebe tais insumos, modificando-os num subsistema de transformação para produtos e serviços desejados, visto que parte da parcela do produto é monitorada por um subsistema de controle que visa fornecer informação de “*feed back*” aos gerentes. Quando este produto não atende aos termos de qualidade, custo e quantidade, não podem ser tomadas ações corretivas no sistema, como se pode observar na Figura 2 deste modelo de sistema de produção.



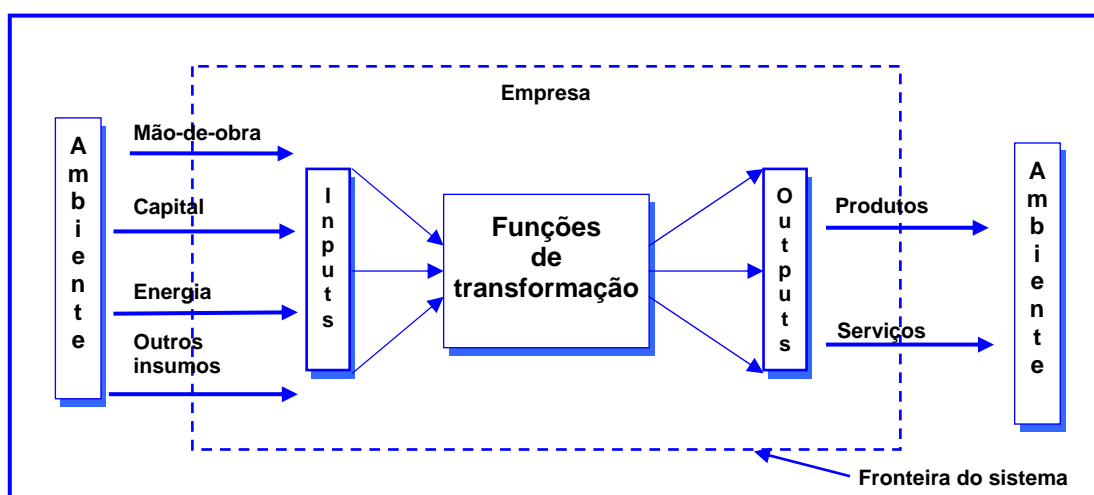
**Figura 2 – Modelo de sistema de produção**

**Fonte: Gaither e Frazier (2001, p. 15)**

Segundo Martins e Laugeni (1999, p.1), “a função produção, entendida como o conjunto de atividades que levam à transformação de um bem tangível em outro com maior utilidade, acompanha o homem desde sua origem. Quando polia a pedra a fim de transformá-la em utensílio mais eficaz, o homem pré-histórico estava executando uma atividade de produção. Nesse primeiro estágio, as ferramentas e os utensílios eram utilizados exclusivamente por quem os produzia, ou seja, inexistia o comércio, mesmo que de troca ou escambo”.

O sistema de produção é um ente abstrato, que indica o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas, necessárias à produção de bens ou serviços. No sistema de produção, distinguem-se os insumos (matérias-primas, pessoal, máquinas, capital, “know-how”, etc.), o sistema de conversão, as saídas (produtos e/ou serviços) e o subsistema de controle, cuja função é monitorar os outros elementos do sistema de produção, (MOREIRA, 1998, p. 20).

Conforme Martins e Laugeni (1999, p. 371), o conjunto de todos os recursos necessários, tais como instalações, capital, mão-de-obra, tecnologia, energia elétrica, informações e outros, são os “inputs” que serão transformados em “outputs”, ou seja, produtos manufaturados, serviços prestados e informações fornecidas pelas funções de transformação, como decisões, processos, regras heurísticas, algoritmos matemáticos, modelos de simulação, julgamento humano e outras, como se pode observar na Figura 3, uma representação clássica de um sistema de produção.



**Figura 3 - Representação clássica de um sistema de produção**

**Fonte: Martins e Laugeni (1999, p. 371)**

Portanto, quanto melhor a administração do sistema de produção de uma organização, tanto melhor será esta empresa frente ao mercado competitivo global.

## 2.1 Administração da Produtividade

A empresa deve evidenciar como estão sendo gerenciados seus recursos e, para tanto, sua produtividade pode ser expressa de várias maneiras, dependendo de quem a esteja definindo.

O termo produtividade foi utilizado pela primeira vez pelo economista francês Quesnay, em 1766, e, em 1883, o economista Littré, também francês, definiu o termo com o sentido de capacidade de produzir, (MARTINS e LAUGENI, 1999, p.373).

Entretanto é necessário que administradores e gerentes tenham noções e saibam definir a palavra produtividade, ou seja, a produtividade refere-se ao maior ou menor aproveitamento dos recursos nesse processo de produção onde insumos são combinados para fornecer uma saída, isto é, diz respeito ao quanto se pode produzir partindo de uma certa quantidade de recursos. Desta maneira, um crescimento da produtividade implica em um melhor aproveitamento dos empregados, das máquinas, da energia, dos combustíveis consumidos, da matéria-prima, entre outros.

Segundo Megginson, Mosley e Pietri Jr. (1998, p.534), “produtividade é a quantidade de bens ou serviços produzidos por um empregado em determinado período de tempo, levando-se em consideração a qualidade”.

Pode-se simplificar a produtividade como sendo um índice obtido pela relação entre o que foi produzido e o total dos recursos gastos nesta produção. Assim sendo, pode-se ter a seguinte relação:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Produzido}}{\text{Recursos}} \quad (1)$$

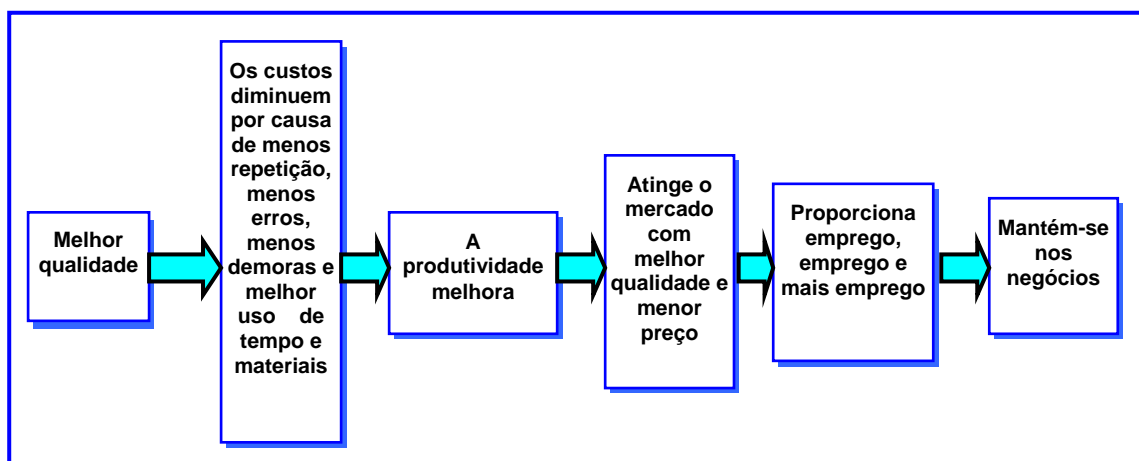
Analisando cada um dos elementos desta relação, verifica-se toda a eficácia do gerenciamento adotado na empresa. O numerador reflete as conseqüências de um planejamento, quantidades, qualidade do produto, da programação da produção, dos estoques, da relação com o mercado fornecedor, da manutenção dos equipamentos, etc. O denominador reflete os resultados da forma como todos os recursos foram consumidos, podendo-se incluir também neste denominador os valores correspondentes aos recursos humanos, percebendo-se assim a influência do desempenho dos recursos humanos sobre a produtividade.

Com o crescimento da produtividade, diminuem os custos de produção ou dos serviços prestados e, conseqüentemente, a empresa poderá oferecer ao mercado

produtos com preço menor, agregado a uma melhor qualidade, melhorando assim sua condição de competitividade, aumentando sua participação no mercado e seu lucro.

Sendo assim, gerentes e supervisores, em qualquer nível da organização, devem ter como prioridade o aumento da produtividade, disseminando tais conhecimentos por toda a fábrica, pois é através deste aumento que se obtêm condições para a redução dos preços, aumento dos lucros e segurança no trabalho. Para a obtenção de aumento da produtividade, requerem-se mudanças na tecnologia, na qualidade e na forma de organização de trabalho, ou em todas em conjunto.

Para tanto, conforme Megginson, Mosley e Pietri Jr. (1998, p.534), pode-se dizer que de nada valeria o aumento da produtividade se a melhoria da qualidade não acompanhasse tal resultado, pois, com certeza uma melhor qualidade refletirá num aumento de produtividade como se pode observar na Figura 4.



**Figura 4 – Modelo de reação em cadeia de Deming**

**Fonte: Megginson, Mosley e Pietri Jr. (1998, p. 534)**

Com o aumento do lucro, a empresa terá melhores condições de investir em seu crescimento, melhorar sua participação frente às necessidades da sociedade em que ela está integrada e, conseqüentemente, isto melhorará as condições de trabalho e os benefícios para seus empregados, (MOREIRA, 1998, p.599-605).

Com o surgimento dos trabalhos de Frederick W. Taylor, no fim do século XIX, nos Estados Unidos, iniciou-se a sistematização do conceito de produtividade, que, no tocante, foi uma abordagem sistemática para melhorar a eficiência do trabalhador, melhorando as condições de trabalho, aumentando a produção e, conseqüentemente, propiciando melhores salários.

A procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de produção tinha como objetivo obter melhoria da produtividade com o menor custo possível. Essa procura ainda hoje é o tema central em todas as empresas, mudando-se apenas as técnicas utilizadas. A análise da relação entre o “*output*”\_ ou, em outros termos, uma medida quantitativa do que foi produzido, como quantidade ou valor das receitas provenientes da venda dos produtos ou serviços finais\_ e o “*input*”\_ ou, em outros termos, uma medida quantitativa dos consumos, como quantidade ou valor das matérias-primas, mão-de-obra, energia elétrica, capital, instalações prediais, etc\_ nos permite quantificar a produtividade, que sempre foi o grande indicador do sucesso ou fracasso das empresas.

“À medida que crescem as vantagens competitivas de uma empresa, aumenta sua parcela do mercado. Assim, em uma situação normal de mercado oligopolista, uma empresa só sobrevive enquanto mantém alguma vantagem competitiva sobre seus concorrentes. Quanto mais vantagens dispõem, tanto melhor”, (MARTINS e LAUGENI, 1999, pág.9).

Conforme Gaither e Frazier (2001, p.11), “entre as duas grandes guerras, entretanto, começou a surgir nos Estados Unidos uma filosofia entre os gerentes segundo a qual os trabalhadores eram seres humanos e deviam ser tratados com dignidade no trabalho”. Esta filosofia mostrou pela primeira vez que os fatores humanos afetavam a produtividade.

No entanto, Megginson, Mosley e Pietri Jr. (1998, p.60) consideram que o empregado desta época havia de ter uma obediência incontestável, pois os administradores consideravam isto como um uso válido da autoridade.

Pode-se verificar que a filosofia da administração e a prática resultante dos conceitos estejam se desenvolvendo durante séculos, mas para tanto a principal responsabilidade do administrador é planejar, dirigir e controlar os atos dos subordinados, para obter deles mais eficiência.

Segundo Gaither e Frazier (2001, p.12), “depois da Segunda Grande Mundial os pesquisadores das operações militares e suas abordagens encontraram seu caminho de volta para as universidades, indústrias, agências governamentais e firmas de consultoria”.

Conforme Figura 5, são apresentados os principais personagens na abordagem da administração científica e suas contribuições para melhorar a administração de produção.

Personagem	Contribuição
Henri Fayol (1841 - 1925)	Desenvolveu as funções universais da administração. Desenvolveu os princípios universais da administração.
Frederick Winslow Taylor (1856 - 1915)	Princípios da administração científica. Princípio da exceção. Estudo de tempo e movimentos. Análise de métodos, padrões, planejamento e controle. Programa de incentivo ao trabalhador. Filosofia da participação nos lucros pelo aumento da produtividade.
Carl G. Barth (1860 - 1939)	Desenvolveu a régua de cálculo.
Henry L. Gantt (1861 - 1919)	Desenvolveu os métodos de programação da produção, usou métodos gráficos e criou o gráfico de Gantt. Sistemas de pagamento por incentivo. Abordagem humanística ao trabalhador e treinamento.
Henry Ford (1863 - 1947)	Expandiu a produção em massa e a linha de montagem.
Frank B. Gilbreth (1868 - 1924)	Expandiu os princípios do estudo de tempos e movimentos. Contratos de construção, consultoria e “ <i>therbligs</i> ”.
Morris L. Cooke (1872 - 1960)	Aplicação da administração científica à educação e ao governo
Lillian M. Gilbreth (1878 - 1972)	Pioneira da seleção, colocação e treinamento pessoal. Estudos da fadiga, ergonomia.
Harrington Emerson (1885 - 1931)	Princípios da eficiência, economia de milhões de dólares em ferrovias. Métodos de controle.

**Figura 5 - Importantes contribuições para abordagem científica**

**Fonte: Megginson, Mosley e Pietri Jr. (1998, p. 43-48), Gaither e Frazier (2001, p. 8-11), Chiavenato (2000, p. 49-53)**

## 2.2 Participação dos empregados nas tomadas de decisão

Visualizando que o comportamento humano influencia diretamente nos resultados da produtividade, faz-se necessário uma revisão sobre a abordagem comportamental, também denominada orgânica ou humanística, a qual tentou preencher as lacunas da abordagem científica, onde foram descobertos novos fatores que afetavam a produtividade e o moral dos empregados contribuindo para identificar, isolar e revelar a importância dos fatores humanos e sociais no relacionamento organizacional.

Conforme a Figura 6, são apresentados os principais personagens na abordagem da administração comportamental e suas contribuições para melhorar a administração de produção e operações.

Personagem	Contribuição
Robert Owen (1771 - 1858)	Responsabilidade social, eliminar as influências de um ambiente hostil. Pai da administração pessoal.
Hugo Munsterberg (1863 - 1916)	Ênfase à necessidade de se estudar o comportamento humano, além do estudo da administração científica.
Max Weber (1864 - 1920)	Teoria da burocracia na administração.
Mary Parker Folter (1868 - 1933)	Desenvolvimento da Lei da Situação (análise de como lidar com conflito). Conceito de integração na resolução de conflito.
Chester Barnard (1886 - 1961)	Ênfase na organização como sistema. Desenvolvimento da teoria da aceitação da autoridade.
George Elton Mayo (1880 - 1974)	Movimento das relações humanas. Ênfase na importância do elemento humano para aumentar a produtividade.
Oliver Sheldon (1894 - 1951)	Filosofia da responsabilidade social. Noção que uma empresa tem alma.

**Figura 6 – Importantes contribuições para abordagem comportamental**

**Fonte: Megginson, Mosley e Pietri Jr. (1998, p. 49-51), Gaither e Frazier (2001, p. 11), Chiavenato (2000, p. 49-53)**



Os sindicatos de trabalhadores e grupos de trabalho podem influenciar os empregados para que sejam produtivos ou improdutivos. Se os empregados acharem que seus grupos de trabalho os tratam como párias porque têm sido produtivos, eles podem não cooperar com a administração nesse ciclo de produtividade – recompensa - produtividade.

Os gerentes de produção devem reconhecer a influência que os grupos de trabalho têm sobre a produtividade da mão-de-obra e desenvolver grupos de trabalho cooperativos, selecionando empregados para esses grupos e influenciando normas grupais através da efetiva cooperação e comunicação.

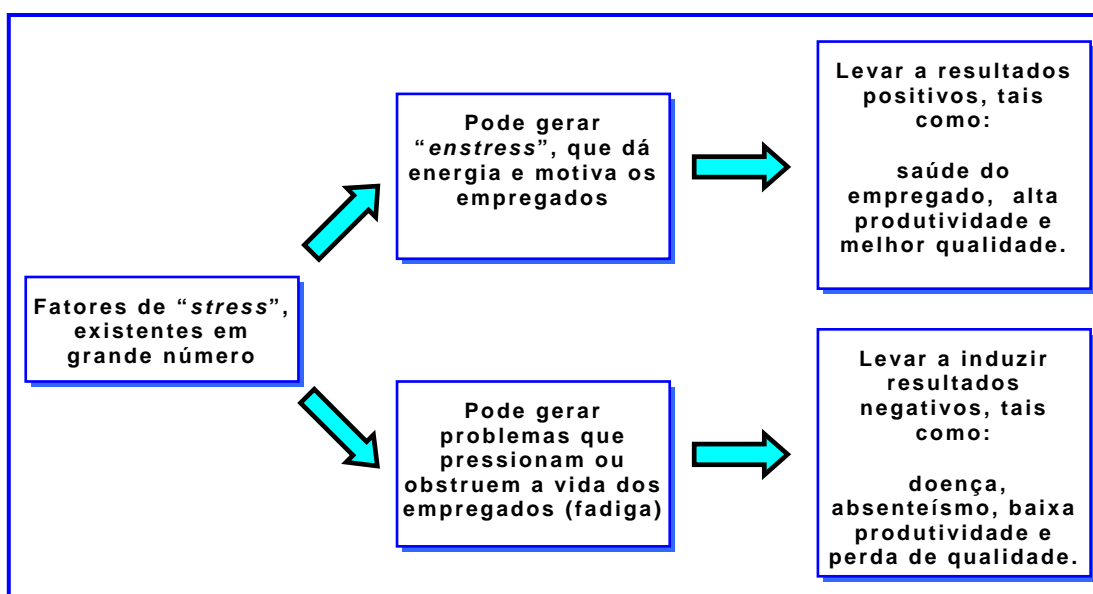
Os gerentes de produção devem se preocupar com a satisfação das necessidades dos empregados, pois, com certeza, a organização ganhará melhorias na produtividade e, por outro lado, empregados satisfeitos têm menos probabilidade de se ausentar do trabalho, menos probabilidade de sair de seus empregos para entrar em outros e mais probabilidade de produzir bens e serviços de alta qualidade.

Conforme Womack, Jones e Roos (1992, p.91), “chegam eles ao ponto de rotular o sistema de produção enxuta da NUMMI californiana de ‘gerência do stress’, porque os gerentes tentam o tempo todo identificar e remover folgas no sistema: tempo de trabalho não utilizado, excesso de trabalhadores, excesso de estoque”.

Contudo, deve-se aprender a administrar o “*stress*” nas organizações e nos indivíduos, pois uma pessoa com “*stress*” negativo pode trazer grandes perdas para a organização. Também não se pode classificar o “*stress*” como sendo negativo, pois em pequeno grau ele pode ter efeito positivo, isto é, aquele que estimula, dá energia e vigor, conforme Megginson, Mosley e Pietri Jr. (1998, p. 445-450).

Os gerentes de produção devem envolver os empregados para obter a melhor flexibilidade no processo produtivo, fazendo com que o grupo tenha maior autonomia quanto aos métodos de trabalho para realização da produção, manutenção, distribuição interna de atividades e relocação de recursos existentes, melhorando a comunicação, a qualidade dos produtos, aumentando a produtividade e a redução dos custos operacionais.

Portanto, o “*stress*” é conceituado como uma reação do organismo a estímulos físicos ou psicológicos, que afetam o bem-estar do indivíduo. O “*stress*” pode ser considerado positivo (“*enstress*”) ou negativo (fadiga). Na Figura 7, pode-se observar uma visão dos aspectos positivos e negativos do “*stress*”.



**Figura 7 - Resultados positivos e negativos de "stress"**

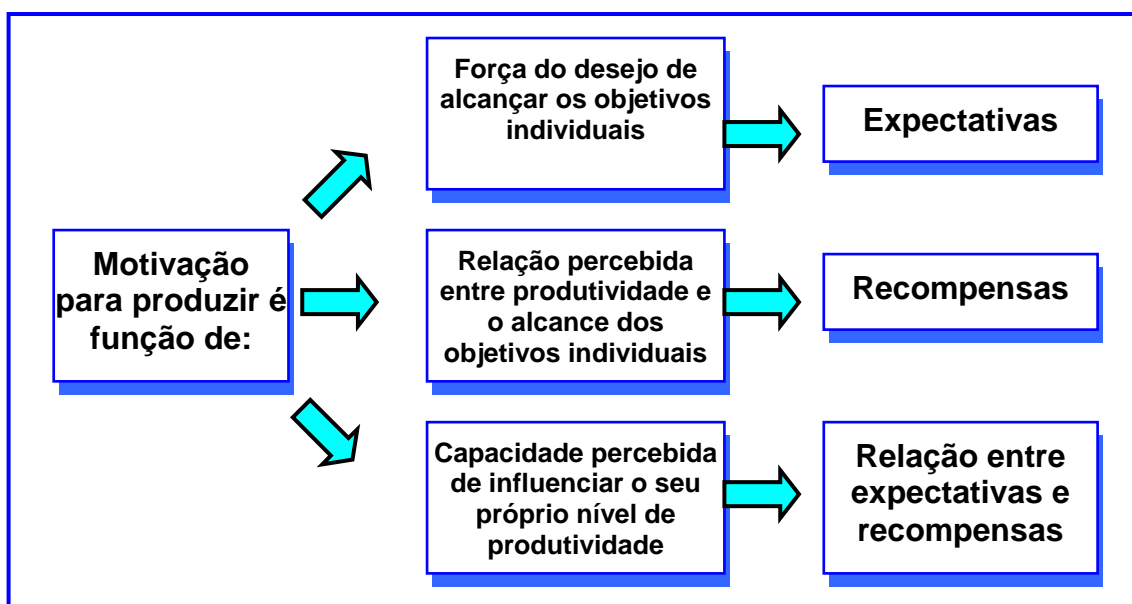
**Fonte: Megginson, Mosley e Pietri Jr. (1998, p. 447)**

Desta maneira, um gerente de produção deve utilizar-se de técnicas de "job rotation" (aumentar a versatilidade dos empregados entre as operações, serviços e até mesmo entre departamentos), autodesenvolvimento e reconhecimento do trabalho do empregado como uma ferramenta de motivação, ou seja, criar um ambiente de "enstress". O fato de integrantes do grupo, do time ou da equipe participarem da tomada das decisões ou decidirem pelo próprio grupo, mostra valorização do profissional e responsabilidade depositada no empregado pela empresa. Todavia os administradores devem gerenciar dentro de sistemas e subsistemas culturais e sociais em vez de administrar indivíduos isolados.

Uma boa avaliação de desempenho de um empregado o deixará motivado a se esforçar e isto, conseqüentemente, proporcionará recompensas da empresa, satisfazendo seus objetivos pessoais. Mais importante do que isto será o ganho que a empresa terá nos cumprimentos de seus objetivos em produtividade, qualidade e custos.

Sendo assim, um gerente deve se preocupar em gerar um ambiente de trabalho em que as contribuições possam tanto servir às necessidades da organização como também agregar recompensas ou retornos desejados pelo indivíduo, (CHIAVENATO, 2000, p. 610).

Conforme Figura 8, podem ser visualizados três fatores determinantes da motivação que implicam numa baixa produtividade.



**Figura 8 - Três fatores determinantes da motivação**

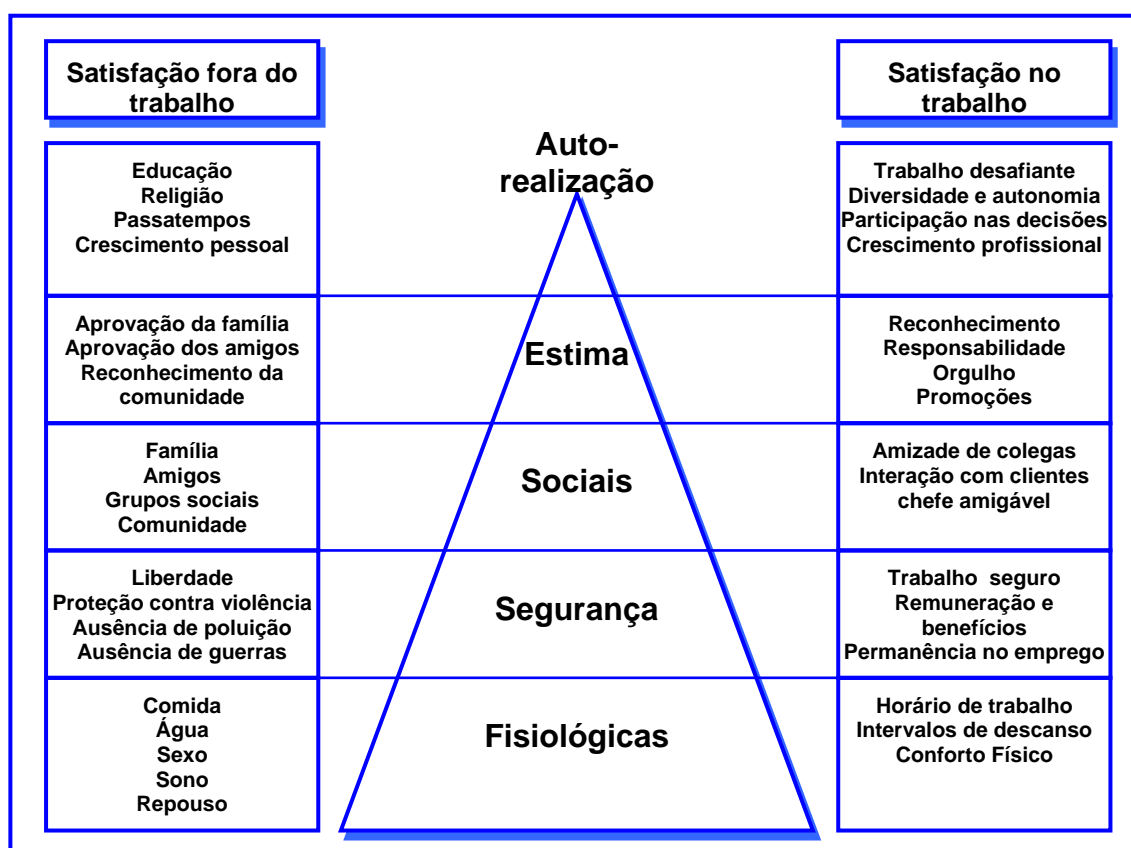
**Fonte: Chiavenato (2000, p. 607)**

Entre as várias teorias para motivação, podem ser citadas algumas, tais como: as teorias do conteúdo (como as do processo e da motivação), dos dois fatores (higiene e motivação), da ERC (existência, relacionamento e crescimento), das necessidades aprendidas (realização, poder e afiliação), do estabelecimento de objetivos (trabalhar em direção a algum objetivo constituindo uma grande fonte de motivação), do reforço (encorajar o comportamento desejável e desencorajar o comportamento indesejável no trabalho), da equidade (as pessoas contribuindo para a organização através de seu trabalho e o recebimento de recompensas da organização), da expectativa (força da expectativa de que a ação possa ser seguida por algum resultado e da atratividade desse resultado para o indivíduo), (CHIAVENATO, 2000, p. 600-608).

Pode-se destacar a teoria da hierarquia das necessidades, ou teoria de Maslow, onde as necessidades humanas estão dispostas em uma hierarquia e, quando uma necessidade é relativamente satisfeita, a próxima necessidade, mais elevada, torna-se dominante no comportamento da pessoa. Esta teoria é empírica e sem base científica relevante, mas teve ampla aceitação entre os administradores por ser fácil sua compreensão e ter uma lógica intuitiva.

Conforme Figura 9, pode-se visualizar as cinco necessidades humanas dispostas numa hierarquia da base ao topo da pirâmide, onde se têm as necessidades:

- Necessidades fisiológicas;
- Necessidades de segurança;
- Necessidades sociais;
- Necessidades de estima;
- Necessidades de auto-realização.



**Figura 9 - A pirâmide de necessidades de Maslow e suas implicações**

Fonte: Chiavenato (2000, p. 595)

### 3. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

#### 3.1 Introdução

Programar a produção quando os recursos não são limitados é uma tarefa razoavelmente fácil, porém, quando estes se encontram limitados, assegurar o atendimento dos pedidos na data prevista, com menor custo, melhor qualidade, torna-se uma tarefa árdua. Tarefa esta que necessita do comprometimento e envolvimento do grupo de trabalho para que os objetivos sejam alcançados, ultrapassados com soluções eficazes e de baixo custo.

Muitas vezes, estas tarefas exigem esforços e monitoramento de líderes que devem ser capazes de focar o resultado final sem afetar o comprometimento e a motivação dos membros do grupo de trabalho, buscando sempre o melhor que cada empregado possa oferecer em prol do resultado final, que é assegurar a satisfação do cliente, do consumidor.

Portanto, visando melhorar os seus resultados diante deste mundo globalizado, onde mudanças rápidas estão ocorrendo a cada instante em todas as áreas do conhecimento humano, principalmente na econômica e social, fazendo com que seja necessário que as empresas repensem em suas formas de administração, a Ford Motor Company reestruturou sua organização e, como em outras fábricas, continua implementando, na fábrica de Taubaté-SP-Brasil, um modelo organizacional fundamentado na tecnologia de grupos de trabalhos, que é conhecido como TIM, ou seja, Time Integrado de Manufatura.

Neste novo modelo foi necessário eliminar o sistema de manufatura chamado “*layout*” funcional e substituí-lo por um sistema de manufatura em células interligado por “*kanbans*”, reprojetoando seu processo produtivo para obter as características de um sistema de manufatura em célula, o qual realmente favorecesse a flexibilidade, ou seja, a capacidade de reagir rapidamente a mudanças na demanda ou no projeto.

Para obter este sucesso, utiliza-se hoje da filosofia de trabalho denominada “*Just in Time*” (JIT), de uma manufatura enxuta, voltada para a eliminação planejada de todos os desperdícios, focada nas melhorias contínuas de produtividade, custos e qualidade, e das ferramentas administrativas que suportam a “*Just in Time*”.

Desta maneira, o sucesso de sua caminhada baseia-se principalmente nas profundas mudanças de sua organização, na visão e estratégia de negócios da empresa e, principalmente, na implementação deste sistema conhecido como FPS - “*Ford Production System*” (Sistema de Produção Ford), sigla utilizada para descrever seu sistema mundial de produção.

Este novo sistema da Ford baseou-se nos fundamentos do TPS - “*Toyota Production System*” (Sistema de Produção Toyota), procurando aplicar todos os conceitos que integram este sistema. Para tanto, é necessário realizar uma abordagem entre os sistemas de produção da Ford Motor Company e da Toyota Motor Company, com a finalidade de aumentar o entendimento sobre o Sistema de Produção Ford e compreender as características básicas do Sistema de Produção Toyota que o coloca como o sistema de produção mais rentável, eficaz e estudado mundialmente por várias organizações e instituições de ensino atualmente.

Visto que os dois sistemas de produção têm na sua essência o conceito de manufatura enxuta, segue uma abordagem-evolução histórica das montadoras Ford Motor Company e Toyota Motor Company e as ferramentas administrativas dos dois sistemas que suportam o sucesso de ambos.

### **3.2 Evolução Histórica da Ford Motor Company**

#### **A) O início**

Em 16 de junho de 1906, com apenas US\$ 28,000 e associado a mais onze pioneiros da Indústria, Henry Ford fazia nascer o que mais tarde se tornaria uma das maiores e mais conhecidas corporações mundiais. A ferramenta para tal façanha era o sistema de produção em massa, que vinha definitivamente revolucionar a produção artesanal de automóveis da época.

Inicialmente, operando em uma antiga fábrica de vagões em Detroit, a Ford, nos quinze primeiros meses de vida, atingiu uma produção de 1700 modelos do tipo A. Após ter percorrido as 19 primeiras letras do alfabeto com fracassadas tentativas de novos modelos e muito aprendizado no desenvolvimento desses projetos, em 1908 é lançado o modelo T, sucesso imediato que atingiu, em 1927, a fantástica marca de 15 milhões de carros vendidos.

A Ford tornava-se então um gigante industrial. Seus veículos, sua linha de montagem e seu sistema de produção em massa iniciam, nesse período, a revolução urbana e a revolução da indústria automobilística.

#### B) O sistema de produção em massa

É o trabalho indo em direção ao homem e não o homem em direção ao trabalho. Esse foi o conceito básico utilizado por Henry Ford para criar a linha de montagem de veículos, onde trabalhadores em postos fixos efetuavam tarefas simples e seqüenciadas de montagem, requerendo treinamento e tempo mínimos para executá-las.

Outro conceito muito importante que alavancou a produção em massa e, conseqüentemente, o crescimento mundial da Ford foi a intercambiabilidade de componentes, que eliminava os ajustes durante a montagem e facilitava as manutenções dos veículos após a venda, tornando-os assim produtos de série e não mais produtos artesanais e personalizados.

#### C) A expansão nos Estados Unidos da América - EUA

Durante os anos que precederam a Segunda Guerra Mundial, os seguintes fatos marcaram a expansão da Ford Motor Company nos EUA:

- Início da produção de caminhões e tratores em 1917;
- Após um conflito com os acionistas pelos milhões a serem gastos na construção do gigantesco complexo de manufatura de Rouge em Dearborn, Michigan, Henry Ford, com a compra de todas as ações, torna-se único dono da empresa e, posteriormente, em 1919, é sucedido na presidência por seu filho Edsel;
- Compra da Lincoln Motor Company em 1922;
- Construção do primeiro dos 196 tri-motores Ford usados pelas primeiras empresas aéreas americanas em 1925;
- Em 31 de Maio de 1927 fecham-se todas as plantas nos EUA durante seis meses para reprojeto do Modelo A e reconstrução dos ferramentais. Retomada

a produção, mais 4 milhões e 500 mil modelos A de vários estilos passam a rodar nas estradas dos EUA;

- Buscando atender consumidores que ansiavam por modelos mais potentes e luxuosos, é lançado o modelo Ford V-8 com o primeiro bloco de motor em V fundido em uma única peça. Estava-se em 1º de Abril de 1932, muitos anos antes dos competidores também aprenderem a produzir em massa um motor V-8 confiável;
- Em 1938, com a produção do Mercury, a Ford entra no crescente mercado de carros de preço médio;
- Em 1942, a produção de carros civis é interrompida e todos os recursos da empresa são voltados para atender a programação inicial de 8.600 bombardeiros Liberator B24 de 4 motores, 57.000 motores de aeronaves, mais de 250.000 “jeeps”, tanques “destroyers” e outras peças para o maquinário de guerra americano durante os próximos três anos de guerra.

#### D) A reorganização no período Pós-guerra

Em 1943, quando sua estratégia de produção atingia máxima eficiência, morre Edsel Ford. Foi então substituído novamente por seu pai e, posteriormente, em 1945, por Henry Ford II, neto mais velho da família, que até então não previa que a empresa fosse passar nesse período por momentos extremamente difíceis, perdendo milhões de dólares ao mês.

Com a estratégia de suprimir as perdas e tornar a empresa, até então familiar, em uma moderna corporação de capital aberto, Henry Ford II recrutou os maiores talentos nas universidades e na Inteligência da Força Aérea Americana, passando a empregar técnicas e disciplinas financeiras como a análise quantitativa de valores. Iniciava-se então a era da moderna ciência de gerenciamento na Ford Motor Company.

Entre 1954 e 1959, com lançamentos como o conversível Thunderbird, de grande aceitação no mercado, e o ingresso no mercado de caminhões pesados e extrapesados, a Ford atinge a marca de 50 milhões de veículos vendidos.



Em 17 de Abril de 1964, um mito da Ford é lançado: Ford Mustang, com atributos de carro esportivo, mas propiciando simplicidade e elevado valor agregado. 22.000 Ford Mustang são vendidos no primeiro dia do seu lançamento.

#### E) A expansão global

Paralelamente ao seu desenvolvimento nos Estados Unidos, a Ford buscava atravessar as fronteiras do país de origem e em 17 de Agosto de 1904 inaugura uma modesta planta na pequena cidade de Walkerville, Ontário, com o imponente nome de Ford Motor Company do Canadá.

Nos três primeiros anos de sua fundação, a Ford já exportava carros para a Europa.

Em 10 anos, já contava com plantas na Europa, Austrália, América do Sul e Japão. Todo esse desenvolvimento é atribuído à agressiva estratégia de Henry Ford II e ao seu slogan: “Construa carros onde eles podem ser vendidos”.

Em 1973, Ásia e Espanha também passam a sediar plantas da Ford.

Em 1979, 25 % das ações da Mazda passam a ser de propriedade Ford e, em 1986, o mesmo acontece com 10% das ações da Kia Motor.

Em 1990, a Jaguar; em 1994, a Aston Martin Lagonda; em 1999, a Volvo Automóveis; e, em 2000, a Land Rover passam a pertencer à Ford Motor Company.

No ano de 1987, “*joint ventures*” com a Volkswagen na Europa e América do Sul foram estabelecidas, criando na América do Sul a Autolatina e, em Portugal, a Auto Europa. No final de 1994, ocorre na América do Sul a separação da Ford e Volkswagen, quando então cada uma das montadoras volta a suas origens.

Toda essa estratégia de expansão mantém a Ford, desde 1950, como a segunda entre as dez maiores montadoras de automóvel do mundo (tendo sempre a sua frente a General Motors).

#### G) Na era moderna e globalizada

Com responsabilidade social pelas minorias, foco na diversidade da mão-de-obra, com a qualidade como principal prioridade e a orientação para trabalhos

participativos e grupos multifuncionais, a Ford Motor Company lança, em 1981, o Escort, seu primeiro carro mundial.

Em 1987 a Ford lança o WERS - "*Worldwide Engineering Release System*", sistema computadorizado capaz de conectar grupos de Manufatura e Engenharia em qualquer uma de suas plantas ao redor do mundo. Esse sistema marca o esforço da Ford em reconhecer que a "era da computação" não era apenas um meio de substituir pessoas por inteligências artificiais, mas sim uma nova tecnologia que poderia expandir o poder de decisão de cada indivíduo dentro da Companhia.

#### H) O presente

Eliminando duplicidades de materiais e de produtos, tornando comuns componentes e "*designs*" para se beneficiar da economia de escala, disseminando as melhores práticas de manufatura enxuta em seus processos mundiais, alocando recursos onde melhor servissem à necessidade do mercado, a estratégia Ford 2000, iniciada em 1994 e liderada inicialmente pelo CEO Alex Trotman, busca dotar mundialmente a Companhia de uma agilidade normalmente encontrada somente nas pequenas corporações.

Hoje, liderada pelo CEO Bill Ford, dirigida pela inspiração de um time global e focada na máxima satisfação e lealdade a seus clientes e acionistas, a Ford Motor Company abre o terceiro milênio como uma Companhia visionária e apta a desenhar seu próprio futuro.

### **3.3 Evolução Histórica da Toyota Motor Company**

#### A) O início

Depois da II Guerra Mundial, a Toyota recebeu uma autorização do Exército Americano para fabricar caminhões no Japão. O propósito era dar à empresa uma oportunidade de reconstrução e recuperação dos danos causados pela guerra.

Naquela época, a Toyota dispunha apenas de máquinas e instalações para uso em tempo de guerra, com uma produtividade extremamente baixa (segundo o

Exército Americano, em torno de um oitavo da produtividade americana). O mundo industrial japonês estava inteiramente exausto e as condições econômicas estavam profundamente afetadas pela depressão.

Embora iniciasse a produção visando fabricar 800 caminhões por mês, a Toyota não atingiu o objetivo, devido às péssimas condições da época.

Quando finalmente conseguiu produzir 800 a 1000 caminhões por mês, as condições econômicas no Japão impossibilitavam a venda do volume produzido. Como resultado, mergulhou em uma profunda crise administrativa, sem, no entanto, desistir da ambição de vencer na indústria automobilística.

A estratégia para atingir esse objetivo era então buscar um aumento de produtividade de oito vezes, pois seu poder de negociação seria limitado se continuasse a produzir mensalmente 1.000 caminhões de 4 toneladas.

Mesmo já tendo sido desenvolvido por Henry Ford nos EUA, o sistema de produção em massa de um único modelo a um baixo custo não poderia ser adotado pela Toyota, que necessitava diversificar a produção, fabricando vários tipos de veículos (caminhões, carros pequenos, furgões de passageiro e carga) em pequenas quantidades.

Para isso era necessário implementar um sistema para produzir veículos a um custo realmente baixo, com mesma qualidade dos veículos europeus e americanos e que tivesse uma produtividade conforme mencionado acima, oito vezes maior que a produtividade conseguida até aquele momento. Essa era a única chance de sobrevivência da Toyota no mercado automobilístico.

## B) Produção diversificada em pequenas quantidades

De 1945 a 1950, a produção diversificada em pequenas quantidades foi o maior problema e, portanto, o alvo de todos os esforços da Toyota. Utilizando os empregados e instalações então existentes, ela testou diferentes métodos na busca da eficiência, tendo, porém, encontrado muita resistência por parte de seus empregados e representações trabalhistas.

Não havendo exemplos de um sistema eficiente a ser seguido dentro ou fora do Japão, a única saída encontrada foi realmente buscar o envolvimento de seus funcionários, mostrando-lhes a importância do trabalho de cada um e motivando-os a

criarem um padrão de conduta dentro de cada centro de produção. Com o aumento gradual da colaboração e da compreensão da nova forma de trabalho, os esforços começaram a dar frutos e bons resultados começaram a surgir.

Em 1951 já se tentava produzir 5000 veículos por mês com 5000 funcionários (1 veículo / mês / funcionário). A produtividade ainda não estava em questão. Nessa época o primeiro carro genuinamente de passeio, o Toyota Crown, foi lançado, já como resultado de uma linha seqüenciada de diferentes versões para o mesmo produto.

### C) Automação

Na Europa e EUA, estavam sendo desenvolvidas máquinas automáticas de transferência, os chamados sistemas automatizados. A Toyota também os introduziu e tentou modernizá-los em 1955. A automação, entretanto, não era uma atividade nova nas suas instalações, pois essa estratégia já vinha sendo adotada desde 1945 nas velhas instalações do período da Guerra.

As freqüentes mudanças de “*layout*” e tentativas de automação, onde o objetivo era fazer com que o veículo chegasse ao fim da linha sem ser conduzido pelos montadores, contribuíram muito para a melhoria de produtividade da Toyota.

### D) Autonomiação (“*Jidoka*”)

Embora com um bom nível de automação, a produção do empregado e a produção da máquina tinham que ser rigorosamente separadas. O conceito que nascia era de que, enquanto as máquinas trabalhavam, as pessoas deviam fazer tarefas designadas realmente para pessoas. Até então, enquanto as máquinas estavam trabalhando, os operadores apenas as observavam, ou melhor, apenas as vigiavam.

### E) Controle de Produção e Estoque

Os processos de produção na Toyota melhoravam continuamente nos aspectos quantidade e qualidade. Ao mesmo tempo, aumentava-se a variedade de modelos para atender às flutuações das vendas que forçavam constantes mudanças no programa previamente planejado.

Essas alterações na programação, aliadas ao método de controle de produção então em uso, acarretavam um aumento contínuo dos estoques e, com isso, começavam a comprometer as melhorias de produtividade já alcançadas.

Aumentos de estoque que, por si só, já eram onerosos, também demandavam mais armazéns e mais recursos administrativos. Foram esses os fatores que levaram a Toyota a reestudar suas formas de controle de produção e estoque, e a desenvolver uma filosofia hoje conhecida mundialmente por “*Just In Time*”.

## F) O Presente

Seguindo fielmente desde 1930, os conceitos de manufatura enxuta desenvolvidos e implementados por Kiichiro Toyoda, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, a Toyota, tanto no Japão como em qualquer outro país onde esteja instalada, apresenta sempre os melhores indicadores de produtividade, área ocupada, tempo de projeto, qualidade, custos, etc, mostrando que a disciplina, o desenvolvimento de grupos autônomos de trabalho e a constante busca da eliminação do desperdício são as chaves para o sucesso mundial desfrutado por ela atualmente

### **3.4 Sistema de Produção Ford**

Os objetivos alcançados com a aplicação do Sistema de Produção Ford decorrem muito mais da sinergia entre as diversas ferramentas administrativas da implementação do sistema do que do somatório das contribuições isoladas de cada uma.

Pode-se então afirmar que a grande maioria dos estudos a respeito do Sistema de Produção Toyota tem auxiliado na formação e na mudança cultural do Sistema de Produção Ford, contribuindo e suportando a implementação destas ferramentas administrativas para o funcionamento do sistema, visando a completa eliminação dos defeitos através da identificação, detecção e ação imediata sobre os erros cometidos.

A partir de uma abordagem sistêmica, fortemente vinculada ao princípio de redução de custos pela eliminação de perdas, a Ford está sendo capaz de

operacionalizar os melhores indicadores de produtividade, área ocupada, tempo de projeto, qualidade, custos, mostrando que a disciplina, o desenvolvimento de grupos autônomos de trabalho e a constante busca da eliminação do desperdício são as chaves para o sucesso mundial.

Por conseguinte, a Ford baseou-se nos fundamentos do TPS - "*Toyota Production System*" (Sistema de Produção Toyota), procurando aplicar todos os conceitos que integram este sistema. Para tanto, é necessário realizar uma abordagem entre os sistemas de produção da Ford Motor Company e da Toyota Motor Company, com a finalidade de aumentar o entendimento sobre o Sistema de Produção Ford e compreender as características básicas do Sistema de Produção Toyota que o coloca como o sistema de produção mais rentável, eficaz e estudado mundialmente por várias organizações e instituições de ensino atualmente.

#### A) A visão

O Sistema de Produção Ford é um sistema de produção sem desperdícios, flexível e disciplinado, definido por um conjunto de princípios e processos que empregam grupos de pessoas capazes e com poder de decisão, aprendendo e trabalhando juntos, com segurança, na produção e entrega de produtos que continuamente atendam e excedam as expectativas do cliente em qualidade, custo e tempo.

#### B) Os princípios

O Sistema de Produção Ford tem seus princípios representados por um conjunto de engrenagens conforme mostrado na Figura 10 (o descritivo nas engrenagens foi traduzido para aplicação da metodologia no Brasil), onde estas engrenagens estão interligadas e visam transmitir a idéia de que cada engrenagem necessita funcionar adequadamente para que todo o sistema também funcione, focando desta maneira o objetivo de entregar valor para os seus clientes, superando suas expectativas em melhor qualidade, custo total mais baixo, menor tempo de entrega do mercado e maior satisfação do cliente.

Nesta figura 10, aparecem escritas, em seu contorno, as seguintes frases:

- Produtos e processos robustos (projeto e desenvolvimento do veículo menor que 24 meses);
- Relação de parceiros com os fornecedores;
- Capacidade de planejamento;
- Serviços após venda;
- Entrega do veículo menor que 15 dias.

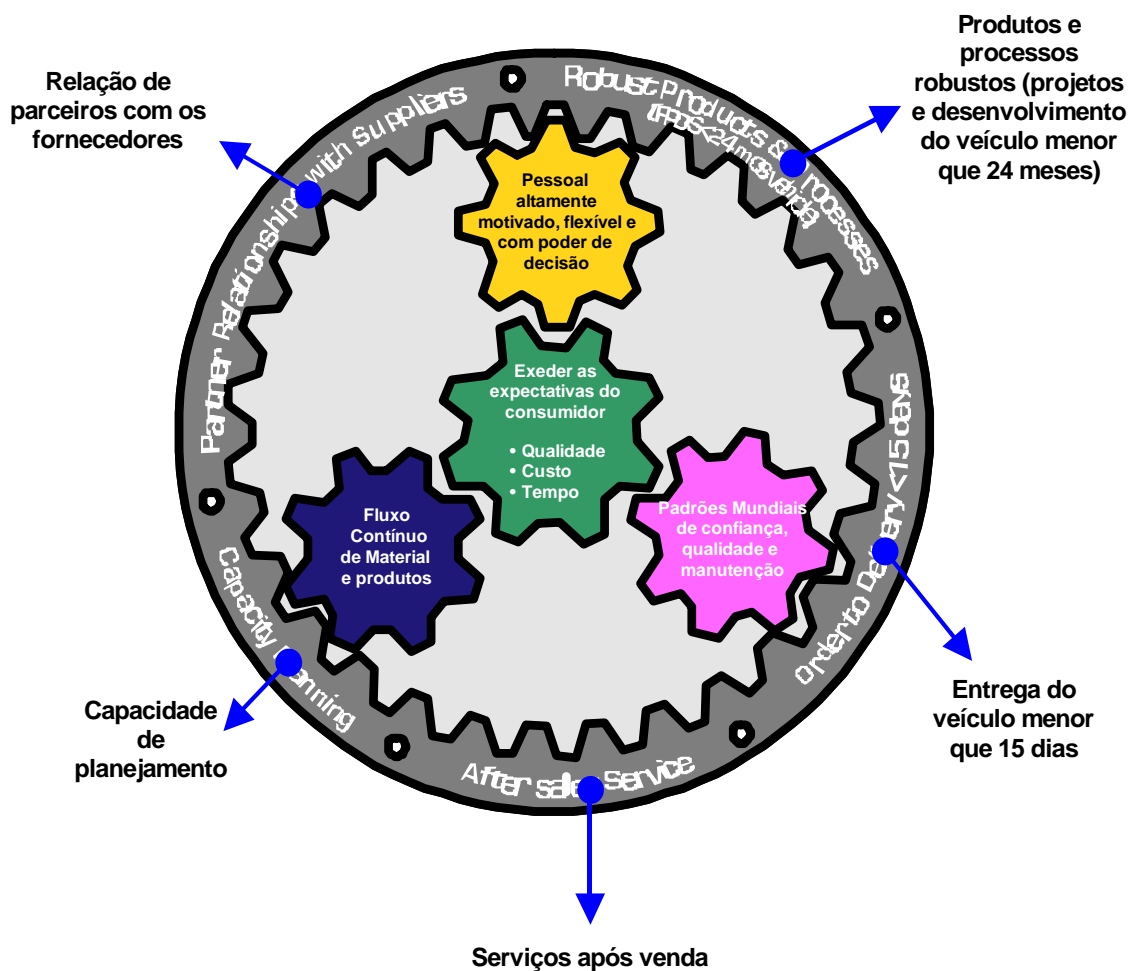


Figura 10 - Modelo do Sistema de Produção da Ford

Fonte: FPS Boot Camp – Manual do participante

A composição da Figura 10 se dá da seguinte forma:

- A Figura 11 representa o foco do FPS, representado pela engrenagem central, o consumidor, cuja expectativa deve ser superada em termos de custo, qualidade e tempo.



**Figura 11 - Foco no consumidor**

**Fonte: FPS Boot Camp – Manual do participante**

- A Figura 12 representa uma organização baseada em grupos de trabalho, dirigida para melhorias contínuas nos resultados dos negócios através de:
  - Eliminação de desperdício;
  - Grupos de trabalho no chão de fábrica;
  - Estrutura de suporte identificada (líderes, supervisores, etc);
  - Operador-ambiente centralizado;
  - Líderes com poder de decisão em todos os níveis;
  - Direcional de melhoria contínua;
  - Zero acidente em mente;
  - Cultura de aversão a desperdícios;
  - Foco nas melhorias dos indicadores do FPS;



- ❑ Sistema de gerenciamento ambiental;
- ❑ Organização alinhada;
- ❑ Sistema de suporte de Recursos Humanos.



**Figura 12 - A importância das pessoas no sistema**

**Fonte: FPS Boot Camp – Manual do participante**

- A Figura 13 representa os processos e equipamentos projetados e mantidos em nível mundial para garantir:
  - ❑ Os padrões mundiais;
  - ❑ Certificados em segurança;
  - ❑ Estabilidade;
  - ❑ Flexibilidade;
  - ❑ Qualidade.

Isto para que de uma maneira consistente atenda ou exceda às exigências dos clientes internos e externos.



**Figura 13 - A importância do sistema de manutenção**

**Fonte: FPS Boot Camp – Manual do participante**

- A Figura 14 representa a aplicação dos princípios de fabricação uma manufatura enxuta (*lean manufacturing*) e dos princípios do *Just in Time* para promover os fluxos contínuos de materiais e produtos, seguindo sempre:
  - A demanda do mercado;
  - Redução no tamanho dos lotes através do Sistema de puxar (*Pull system*);
  - Nivelamento de produção;
  - Flexibilidade no volume e diversificação (*mix*) de produtos.



**Figura 14 - O controle da produção**

**Fonte: FPS Boot Camp – Manual do participante**

### 3.4.1 As fases de implementação

A implementação do FPS ocorre conforme as 5 fases distintas:

#### A) Estabilidade

A fase da estabilidade é onde se busca:

- Processo sob controle com produção previsível;
- Aplicação básica de organização na área de trabalho;
- Início da utilização das ferramentas do FPS para eliminação das seguintes grandes perdas:
  - Movimentação desnecessária (trabalho não balanceado, “*layout*” inadequado, falta de indicadores visuais e falta de padronização);
  - Transporte (“*layout*” inadequado e falta de planejamento nas rotas);
  - Correção (incompatibilidade entre produto e processo, complexidade, falta de padronização, falta de dispositivo à prova de erro, falta de indicadores para retro-alimentação);
  - Inventário (produção desnecessária, falta de disciplina na programação da produção e produção em lotes);
  - Espera (quebra de equipamento, trabalho não balanceado e falta de disciplina na programação da produção);
  - Produção em excesso (capacidade não ajustada à demanda);
  - Processamento em demasia (falta de padronização, produção em lotes e objetivos não alinhados);
  - Outros (não utilização da capacidade das pessoas, não utilização da tecnologia disponível e falta de comunicação).

## B) Fluxo contínuo

Nesta fase é aplicado aos times integrados de manufaturas conceito de gerenciamento visual da cadeia de valores, buscando o fluxo ideal do lote de uma peça, visando nesta fase os seguintes tópicos:

- Fluxo do processo melhorado;
- Fluxo entre operações que realmente agreguem valor;
- Redução do tamanho do lote e inventário onde o fluxo contínuo não for possível.

## C) Produção sincronizada

A fase da produção sincronizada busca a obtenção do balanceamento e nivelamento dos processos produtivos visando os seguintes fatores:

- Sincronismo das operações com a demanda do cliente (“*Target time*”);
- Balanceamento e padronização dos postos de trabalho.

## D) Sistema de puxar

Nesta fase os times integrados de manufatura buscam a melhoria contínua para os seguintes fatores:

- Estabelecimento de áreas de mercado;
- Reabastecimento conforme retirada do cliente;
- Gerenciamento do inventário;
- “*Just in Time*”.

## E) Produção nivelada

Alcançada esta fase, os times integrados de manufatura terão no seu processo produtivo as seguintes melhorias:

- Programa de produção uniforme e estabilizado;
- Distribuição uniforme da carga de trabalho entre as operações.

### 3.4.2 As ferramentas de implementação

A implementação do FPS se baseia na aplicação de dez ferramentas:

#### A) FTPM - “Ford *Total Productive Maintenance*”

Sigla em inglês para o termo manutenção produtiva total da Ford e que se resume na utilização de grupos de trabalho para o gerenciamento da eficiência e confiabilidade dos equipamentos.

#### B) Treinamento

Sistema para levantamento das necessidades de treinamento e monitoramento dos resultados da aplicação dos mesmos em todos os níveis da organização.

#### C) ISPC - “*Inspection Station of Process Control*”

Sigla em inglês para o termo controle de processo na estação de trabalho e que abrange os seguintes sub-elementos:

- Dispositivos para evitar erros nos equipamentos, no processo e no produto;
- Controles e auxílios visuais;
- Troca rápida de processo e manutenção;
- Folhas de instrução para realização de tarefas;
- Sistema da qualidade com análise de problemas e do grau de satisfação dos clientes internos e externos.

#### D) Engenharia de manufatura

Esta ferramenta do FPS visa buscar os seguintes tópicos:

- Conceitos de manufatura enxuta desde a fase de desenvolvimento dos produtos e processos;
- Processos robustos de revisão e aprovação de projetos e seleção de fornecedores;
- Melhoria contínua na confiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos;
- Gerenciamento do ciclo de vida dos equipamentos;
- Gerenciamento da eficiência no uso das fontes de energia.

#### E) Meio ambiente

Esta ferramenta tem como objetivo a proteção do meio ambiental visando:

- Atendimento à legislação ambiental;
- Gerenciamento de materiais perigosos;
- Treinamento em aspectos ambientais;
- Procedimentos de resposta em emergência para riscos ambientais.

#### F) Material industrial

A aplicação desta ferramenta nos times integrados de manufaturas fornece conceitos que ajudarão a obtenção das seguintes melhorias:

- Agilidade na requisição e obtenção de materiais;
- Redução de inventário não produtivo;
- Estratégias de suprimento (ex: “*commodities*”);
- Sistema de garantia de materiais e serviços;
- Gerenciamento de materiais perecíveis.

### G) SHARP - “*Safety and Health Assessment Review Process*”

Esta ferramenta visa à implantação do processo de avaliação de saúde e segurança nos times integrados de manufaturas e na organização objetivando a aplicabilidade dos seguintes elementos:

- Análise de risco de acidentes e condições ergonômicas das tarefas;
- Investigação de acidentes e incidentes;
- Controle de higiene industrial e médica;
- Regras e permissões de trabalho;
- Resposta às emergências de segurança;
- Segurança de contratados;
- Equipamentos de segurança e proteção individual.

### H) Trabalho em equipe

Trabalho em equipe é considerado o elemento chave do Sistema de Produção Ford no desenvolvimento de um alto grau de capacidade, motivação, flexibilidade, envolvimento e comprometimento dos grupos de trabalho com as metas e objetivos comuns da empresa.

### I) Gerenciamento do processo

Esta ferramenta no Sistema de Produção Ford abrange toda sistemática do gerenciamento do processo, visando a obtenção dos seguintes elementos:

- Planejamento estratégico;
- Comunicação interna e externa;
- Envolvimento e comprometimento gerencial;
- Indicadores;
- Gerenciamento de mudanças de processos e produtos;

- Métodos de solução de problemas e melhoria contínua;
- Divulgação e aplicação de lições aprendidas e melhores práticas;
- Tecnologia de informação.

#### J) Fluxo sincronizado de materiais

O fluxo sincronizado de materiais visa à aplicação do conceito de um fluxo contínuo de produção, dirigido por uma programação fixa, seqüenciada e nivelada, através de :

- Planejamento e gerenciamento da logística interna e externa;
- Programação sincronizada de todos os elementos de produção;
- Lotes preferencialmente de uma peça e sistema de puxar.

### 3.4.3 Os indicadores

O Sistema de Produção Ford é gerenciado por vários indicadores, buscando interligar as características do sistema de produção e servindo como direcional nas tomadas de decisão, nas melhorias contínuas, suportando melhor sua implementação.

#### A) FTTC - "*First Time Through Capacity*" (Capacidade de fazer certo da primeira vez)

É um indicador de qualidade que indica a percentagem de peças que completaram o processo enquadrando se nos níveis de qualidade especificados.

#### B) BTS - "*Build To Schedule*" (Atendimento do programa de produção).

Este indicador tem por finalidade avaliar a capacidade de produzir conforme programado, respeitando-se o volume, a seqüência e o "*mix*" de produtos.



C) DTD - “*Dock To Dock*” (Tempo de doca a doca)

Este indicador representa a velocidade do processo, determinando o tempo total percorrido entre o recebimento da matéria-prima e a expedição do produto acabado. Monitora o nível de inventário da fábrica.

D) OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*” (Efetividade global do equipamento)

O indicador OEE determina o índice de eficiência global do equipamento, composto pelo produto de três índices: disponibilidade, performance e qualidade.

E) SHARP - “*Safety and Health Assessment Review Process*” (Processo de avaliação de saúde e segurança)

É o processo de avaliação envolvendo a questão de saúde e segurança, determinando um índice quantitativo e qualitativo das melhorias e ações proativas referentes à saúde e à segurança.

F) Pesquisa de atitude

Esta pesquisa tem por finalidade determinar o índice quantitativo da satisfação dos trabalhadores com relação a: função, ambiente de trabalho, qualidade, suporte, comunicação, segurança, produtividade e reconhecimento.

G) Custo total

Este indicador determina o índice do custo total do produto incluindo mão-de-obra, material e outras despesas em geral, porém estratificado de uma forma que se possa apresentá-lo como ferramenta de melhoria para os times de trabalho. Esse indicador se encontra ainda em desenvolvimento pelo escritório central do FPS em Dearborne, EUA, e em teste em apenas algumas plantas da Ford nos EUA e Europa.

### 3.4.4 O processo de avaliação

Mundialmente, o processo de implementação do Sistema de Produção Ford é monitorado através de avaliações conduzidas por times dedicados de avaliadores internos (funcionários Ford), especialistas em cada um dos elementos do sistema.

O processo de avaliação, de frequência anual, baseia-se em um manual específico para cada um dos dez elementos do sistema, onde perguntas são pontuadas, atribuindo-se à fábrica, ao final do processo de avaliação, um nível entre 0 e 10. Com base nos resultados obtidos no processo de avaliação são tomadas ações corretivas, preventivas e proativas para obter robustez e melhoria no processo.

### 3.5 Sistema de Produção Toyota

O Sistema de Produção Toyota está estruturado sobre a base da completa eliminação das perdas, tendo o “*Just in Time*” (JIT) e a autonomia como seus dois pilares de sustentação. O “*Pokayoke*” aparece, também, como elemento essencial para a operacionalização da autonomia e funcionalidade de todo o sistema. O “*Just in Time*” e o “*Kanban*” foram imediatamente identificados como os elementos-chave da eficácia e do sucesso do Sistema de Produção Toyota. No entanto, começou-se a perceber que os resultados alcançados pela Toyota não podiam ser atribuídos à aplicação de um punhado de métodos ou a alguma tecnologia.

Para tanto, é fundamental que se entenda que o “*Just in Time*” é somente um “meio” de alcançar o verdadeiro objetivo do Sistema de Produção Toyota, que é o de aumentar os lucros através da completa eliminação de perdas. A importância de conceitos, tais como, “*Just In Time*”, “*Kanban*”, Projeto de processos (Operação em multiprocesso), Padronização dos trabalhos, Ritmo padrão de produção (Tempo de ciclo), “*Jidoka*” - Autonomia, “*Pokayoke*”, Círculos de Controle de Qualidade, “*Andon Board*” - Quadro para gerenciamento, As sete ferramentas estatísticas, Cinco Porquês, 5 S, “*Heijunka*”, TPM - “*Total Productive Maintenance*” (Manutenção Produtiva Total), OTED - “*One Touch Exchange of Dies*” (Mudança de processo sem alterações de ferramental) e Sistema de sugestões identifica a necessidade de correlação para a garantia do sistema e ressalta a importância destes conceitos dentro do Sistema de Produção Toyota.

Pode-se concluir que o Sistema de Produção Toyota tem sido unanimemente apontado como o mais eficaz modelo de gerenciamento industrial e tem se mostrado flexível quanto às transferências para outros ambientes.

#### A) A visão

O Sistema de Produção Toyota visa um processo de manufatura enxuta e flexível onde o arranjo dos equipamentos e tarefas esteja sempre baseado em agregar valor ao produto, possibilitando melhorias contínuas de qualidade e produtividade e produzindo sempre na quantidade e tempo demandados pelo mercado.

#### B) Os princípios

O Sistema de Produção Toyota tem como princípios os seguintes tópicos:

- As pessoas representam o maior valor dentro da Companhia e sua criatividade e lealdade são os fatores-chave para a competitividade. Pensamento criativo e idéias inventivas (“*Soikufu*”).
- A constante mentalidade de times de trabalho propicia o ambiente necessário ao aperfeiçoamento contínuo, segurança, qualidade e quantidade, necessariamente nessa ordem.
- A constante análise de valor agregado é a base para a eliminação dos desperdícios.
- Flexibilidade total da mão-de-obra face à variação da demanda (“*Shejinka*”).
- Preço de venda determinado pelo mercado, sendo o lucro uma consequência da relação entre esse preço e os custos totais de produção. É a alavanca para a contínua redução de custos em todas as áreas.
- Especificação e padronização de toda e qualquer tarefa, focando conteúdo, seqüência, tempo e resultado esperado.
- Liderar é ensinar até que o aprendiz encontre o caminho. Liderar é dar exemplo.

### 3.5.1 As ferramentas e técnicas

A palavra “*Kaizen*” significa um processo de melhoria contínua e, para tanto, a Toyota desenvolveu várias ferramentas que suportaram implementação de seu sistema de produção. Serão apresentadas, resumidamente, algumas destas ferramentas administrativas que fazem o Sistema de Produção Toyota ser tão analisado e estudado mundialmente.

#### A) “*Just In Time*”

A atividade logística tem uma abordagem disciplinada para melhorar a produtividade e qualidade total. A fabricação e a montagem de produtos proporcionam uma produção com custo reduzido, minimizando a necessidade de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. Resume-se na idéia de produzir somente as unidades necessárias, na quantidade necessária e no tempo necessário.

#### B) “*Kanban*”

Sistema de informação para administrar harmoniosamente as quantidades de produção em todo o processo. Normalmente é um cartão retangular colocado em um envelope de vinil e classificado em dois tipos principais:

- “*Kanban*” de Requisição que especifica o tipo e a quantidade do produto, que o processo subsequente deverá retirar do processo precedente;
- “*Kanban*” de Ordem de Produção que especifica o tipo e a quantidade do produto que o processo precedente terá que produzir.

#### C) Projeto de processos (Operação em multiprocesso)

Disposição de máquinas e equipamentos, normalmente em forma de “U,” possibilitando a um único operador trabalhar seqüencialmente em cada uma das máquinas.

Esse tipo de configuração possibilita aos operadores se tornarem multifuncionais e flexíveis nas variações de demanda.

#### D) Padronização dos trabalhos

Através das folhas de operação padronizadas, definem-se ao operador o tempo de ciclo da máquina, as rotinas de operação e as quantidades de material necessárias ao processo.

#### E) Ritmo padrão de produção (Tempo de ciclo)

Valor padrão que especifica em minutos e segundos a velocidade com que cada linha deve produzir um produto ou afins. É expresso por:

$$\begin{array}{l} \text{Produção necessária} \\ \text{por dia} \end{array} = \frac{\text{Produção necessária} \quad (2)}{\text{Dias de operação do} \\ \text{mês}} \quad \text{Tempo de} \quad \frac{\text{Horas de operação} \quad (3)}{\text{por dia}} \\ \text{ciclo} = \frac{\text{Produção necessária}}{\text{por dia}}$$

#### F) “Jidoka” - Automação

Conforme o “Just in Time”, o “Jidoka” é também considerado um dos pilares do Sistema de Produção Toyota. Resume-se em dotar as máquinas de inteligência humana e, com isso, propiciar a verificação automática de irregularidades, interrompendo o processo quando necessário, evitando assim que partes defeituosas sigam adiante.

#### G) “Pokayoke”

“Pokayoke” são dispositivos para prevenir ou detectar falhas nas máquinas, no produto ou em qualquer outra parte do processo.

#### H) Círculos de Controle de Qualidade

Os círculos de qualidade são sistemas para coleta de sugestões dos operadores para melhorias de segurança, qualidade, produtividade e custo.

#### I) “Andon Board” - Quadro para gerenciamento

O “Andon Board” é conhecido como quadro para gerenciamento visual e identificação automática das condições das máquinas, servindo também para alertar os supervisores e especialistas de suporte sobre problemas como qualidade do produto, abastecimento de material, etc.

#### J) As sete ferramentas estatísticas

Nos processos para solução de problemas e monitoramento dos processos são utilizadas as seguintes ferramentas de qualidade:

- Diagrama de Pareto;
- Diagrama de causa e efeito;
- Histogramas;
- Cartas de controle;
- Diagramas de dispersão;
- Gráficos e Folhas de verificação.

#### K) Cinco Porquês

Metodologia de perguntas e respostas utilizada para verificar se causa do problema é uma causa desconhecida ou não e quando não é possível responder o próximo porquê, inicia-se um processo de análise para se chegar à causa raiz do problema estudado.

#### L) 5 S

Este processo visa iniciar a mudança da cultura organizacional, oferecendo aos funcionários uma metodologia para avaliação e realização de autocríticas na melhor maneira de deixar seu local de trabalho limpo, organizado, buscando continuamente a eliminação dos desperdícios e tudo isto com disciplina e mudança de hábito. Desta maneira, pode-se definir os 5S como início na busca da obtenção de

maior produtividade, melhor qualidade e na redução dos custos operacionais. São definidos como:

- “*Seiri*” - Eliminar o desnecessário;
- “*Seiton*” – Organizar;
- “*Seiso*” - Limpar;
- “*Seiketsu*” - Tornar a limpeza um hábito;
- “*Shitsuke*” – Disciplina.

#### M) “*Heijunka*”

Esta ferramenta administrativa é a prática de distribuição homogênea do “*mix*” de produção durante o mês, de forma a se buscar sempre um lote mínimo de um determinado modelo, sendo necessário, portanto, dotar o processo com a máxima flexibilidade.

#### N) TPM – “*Total Productive Maintenance*” (Manutenção Produtiva Total)

Este processo visa à maximização da eficiência do equipamento durante a sua vida útil, envolvendo e incentivando os times de trabalho a se tornarem donos de seus equipamentos e a se aperfeiçoarem nas técnicas de manutenção.

#### O) OTED – “*One Touch Exchange of Dies*” (Mudança de processo sem alterações de ferramental)

“*One Touch Exchange of Dies*” é o conceito de mudança de processo sem alterações de ferramental, sempre visando flexibilidade da linha em função dos requisitos do mercado. Esse conceito é um aprimoramento do conceito SMED - “*Single Minute Exchange of Die*”, também aplicado pela Toyota e que se propõe a mudar qualquer processo para troca de modelos a serem produzidos em menos de 10 minutos.

#### P) Sistema de sugestões

O sistema de sugestões é um dos pilares do “*Kaizen*” e é cuidadosamente gerenciado pela Toyota. Nele enfatizam-se os benefícios de elevação moral e participação positiva dos empregados em relação aos incentivos financeiros valorizados nos sistemas de recompensa ocidentais.

### 3.5.2 Considerações do Sistema de Produção Toyota

A estratégia de parceria efetiva da Toyota com seus fornecedores, desde a concepção do produto até sua produção, com compromissos longos e duradouros de lealdade e cooperação, acaba resultando em estabilidade no fornecimento e constantes ganhos para ambas as partes.

Dentro ainda desse enfoque de parceria, a Toyota gerencia um programa muito bem estruturado de treinamento e implementação de seu sistema de produção nos principais fornecedores, através do intercâmbio dos gerentes e principais líderes das duas partes, por períodos de seis meses a um ano.

Treinamento prático para todos os níveis de liderança da organização, sempre acompanhado por um mentor (mestre no sistema), assegurando que os conceitos básicos do sistema sejam realmente absorvidos pelos treinandos antes que se tornem totalmente responsáveis por suas funções.

Em toda implementação do TPS fora do Japão, mestres do sistema vindos do Japão acompanham e orientam os novos líderes por períodos em geral não inferiores a seis meses.

Todo e qualquer cargo de liderança na Toyota é resultado de um efetivo plano de carreira e obriga gerentes e demais líderes a conhecerem profundamente todo o processo e as tarefas de sua planta.

A aplicação do “*Andon Board*” no TPS se dá desde o início da implementação, buscando criar um senso de propriedade e prioridade nos times de trabalho.



No TPS não se observam descrições formais de função, pois se considera que elas tendem a reduzir a autonomia, flexibilidade e criatividade dos integrantes dos times de trabalho.

Forte compromisso da Toyota é não demitir os empregados durante quedas da demanda, aproveitando-os para a realização de “*kaizens*”, treinamentos, etc.

Alia-se a esse compromisso a possibilidade de remunerações variáveis para ajudar a absorver o impacto dos custos causados pelas variações da demanda.

A autonomia, as facilidades, o incentivo e a conscientização dos funcionários Toyota levam-nos a interromperem o processo quando da detecção de uma anomalia, garantindo não se passar à frente defeitos que possam afetar a lealdade dos consumidores.

Há a padronização das tarefas através da cultura de aplicação de um conjunto de perguntas básicas antes e durante a realização de qualquer tarefa em qualquer nível da organização Toyota:

- Como fazer o trabalho?
- Como saber se o resultado do trabalho está correto?
- O que fazer se o resultado não estiver satisfatório?

Velocidade de produção na Toyota é realmente regida pela demanda do mercado.

O Sistema de Produção Toyota mostra que esse conceito deve ser aplicado logo no início da implementação do sistema, pois demanda grande mudança cultural e serve também como fator disciplinador do sistema.

No Sistema de Produção Toyota, as pessoas envolvidas com o programa de desenvolvimento de um novo produto têm fortes vínculos com sua área de origem e dedicam-se integralmente ao novo projeto diminuindo assim o tempo de desenvolvimento.

#### 4. INDICADORES DO SISTEMA DE PRODUÇÃO FORD

Nas tomadas de decisões, um gerente de produção necessita de indicadores confiáveis para que suas ações possam atender aos objetivos apresentados pela empresa. Desta maneira a tendência dos indicadores OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*” (Efetividade global do Equipamento), FTTC - “*First Time Through Capacity*” (Capacidade de Fazer Certo da Primeira Vez), DTD - “*Dock to Dock*” (Tempo de doca a doca) e BTS - “*Build to Schedule*” (Atendimento do programa de produção) dão um direcional no gerenciamento do processo produtivo e nas tomadas de decisão.

##### 4.1 FTTC - “*First Time Through Capacity*” (Capacidade de fazer certo da primeira vez)

A linha de produção ou processo produtivo precisa saber controlar e medir a sua qualidade. Para tanto, um indicador forte é a capacidade de produzir certo da primeira vez e, como exemplo, podem ser citadas duas situações:

- No processo, considerando uma máquina, entraram 10 peças. Na operação, rejeitaram 2 peças, portanto a capacidade de produzir certo da 1ª vez foi de 80%.
- No processo da máquina A, considerando várias máquinas, a capacidade de produzir certo da 1ª vez foi de 80%; a máquina B, de 70%; e a máquina C, de 90%; portanto temos este processo com a capacidade de produzir certo da 1ª vez de 50.4%.

Caso a peça rejeitada seja retrabalhada e não atenda às especificações, este demérito é considerado novamente, portanto uma peça rejeitada duas vezes é contada duas vezes.

É, portanto, capacidade de produzir certo da primeira vez a porcentagem de unidades que completaram o processo e encontraram os padrões de qualidade especificados na primeira vez, ou seja:

(4)

$$\frac{(\text{Total produzido} - \text{Total de deméritos}) \times 100}{\text{Total produzido}} = \text{Capacidade de produzir certo da primeira vez}$$

Pode-se observar no exemplo a seguir que, quanto maior for a capacidade de produzir certo da primeira vez das máquinas, melhor será a previsibilidade do fornecedor em atender o programa de produção do cliente, seja ele um cliente interno, isto é, aquela próxima operação que continuará agregando valores àquela peça ou àquele produto, ou outra linha de produção que receberá este produto para posterior manufatura ; ou cliente externo que é aquele que espera ser atendido dentro do prazo, preço, qualidade e inovações que são fatores essenciais para manter os futuros negócios de uma organização.

Exemplo de cálculo da capacidade de produzir certo da primeira vez:

- (A) - Unidades produzidas = 800
- (B) - Unidades “*scrap*” fornecedor = 0
- (C) - Unidades reparo / retrabalho fornecedor = 5
- (D) - Unidades “*scrap*” time = 3
- (E) - Unidades reparo / retrabalho time = 2
- (F) - Unidades “*scrap*” cliente interno = 1
- (G) - Unidades reparo / retrabalho cliente interno = 0

**Capacidade de produzir certo da primeira vez =**

$$\{[A - (B + C + D + E + F + G)] \times 100 / A\} = \{ [800 - (0 + 5 + 3 + 2 + 1 + 0)] \times 100 / 800\} = 98.6\%$$

Portanto a **Capacidade de produzir certo da primeira vez é igual a 98,60%.**

Para aplicação do FTTC - “*First Time Through Capacity*” (Capacidade de fazer certo da primeira vez) devem ser seguidos alguns critérios:

- Devem ser representados os fatores da qualidade do fornecedor, grupo de trabalho e cliente interno para cada tipo de peça da seguinte forma:
  - **Fornecedor** - Deméritos de responsabilidade do fornecedor (interno e externo) que são detectados dentro do grupo de trabalho.

- **Time** - Deméritos gerados pelo próprio grupo de trabalho que são detectados dentro do grupo de trabalho.
- **Cliente Interno** - Deméritos gerados pelo próprio grupo de trabalho que são detectados nos grupos de trabalho.
- Os deméritos do fornecedor identificados antes do início do processo no grupo de trabalho não devem ser considerados no cálculo deste indicador. Estes deméritos devem ser reportados pelos grupos de trabalho fornecedores ou, quando fornecedor externo, nos relatórios da qualidade assegurada.
- Os deméritos gerados pelos grupos de trabalho e identificados no cliente externo não devem ser considerados neste indicador. Estes deméritos são reportados nos relatórios da qualidade assegurada.
- O valor das unidades produzidas, necessário para o cálculo, deve ser tomado na última operação do processo da peça dentro do grupo de trabalho.
- Mesmo que a produção de um determinado dia seja baixa, o indicador deve ser calculado com o apontamento de todos os deméritos correspondentes do dia.
- Caso não ocorra produção em dia de programação normal, os grupos de trabalho devem apontar NT (Não Trabalhado) na coluna referente do gráfico.
- O cálculo para fechamento mensal do indicador deve ser feito sobre a somatória dos valores de cada tipo de demérito, aplicando-se a mesma fórmula representada no exemplo de cálculo.
- O cálculo representativo do FTTC deve ser realizado através do produto dos valores da capacidade de produzir certo da primeira vez de cada grupo de trabalho que a processa.
- O cálculo representativo do FTTC entre peças diferentes deve ser feito através da média aritmética dos valores de FTTC.
- A aplicação do Gráfico para cálculo diário e apontamento mensal gerencial deve ser aplicado para as principais linhas de produção onde se faz necessária uma melhor estratificação de perdas e acompanhamento gerencial da atual condição do processo.

#### 4.2 BTS - “*Build to Schedule*” (Atendimento do programa de produção)

Foi visto que o indicador que monitora a eficácia da qualidade e o tempo decorrido entre o recebimento da matéria-prima e o embarque para o cliente garante a previsibilidade da qualidade e a hora certa, mas deve-se ter também o monitoramento do programa solicitado pelo cliente. Deve-se ter a prioridade de atender o pedido do cliente em um valor igual a 100%, pois desta maneira será mostrado o quanto o processo é robusto.

Desta maneira, pode-se monitorar a capacidade do processo para atendimento do programa de produção, e este indicador pode ajudar a medir a habilidade da equipe de trabalho de produzir o que o cliente quer, quando ele quer e na ordem em que o cliente quer.

O BTS é a multiplicação dos seguintes fatores: volume solicitado X os tipos de modelos (“*mix*”) e a ordem de seu pedido (seqüência).

Conforme figura 15, pode-se mostrar o exemplo de cálculo do atendimento do programa de produção:

PROGRAMA DE PRODUÇÃO			PRODUÇÃO REAL		
Seqüência	Modelo	Qte.	Seqüência	Modelo	Qte.
1	Carro A	600	1	Carro A	600
2	Carro B	400	2	Carro C	400
3	Carro C	200	3	Carro B	250
	Total	1200		Total	1250

**Figura 15 – Dados para cálculo do BTS – “*Build to Schedule*”, (Adaptada pelo autor)**

(A)- Unidades programadas = 1200

(B)- Unidades produzidas = 1250

(C)- Unidades produzidas do “*mix*” = 600 (Carro A) + 250 (Carro B)+ 200 (Carro C)= 1050

(D)- Unidades produzidas na seqüência = 600(Carro A) + 0 (Carro B)+  
250 (Carro C) = 850

Volume =  $(B / A) \times 100 = (1250 / 1200) \times 100 = 104\% = 100\%$  (Valor Máximo)

“Mix” =  $[C / (\text{Menor valor entre A e B})] \times 100 = (1050 / 1200) \times 100 = 87.5 \%$

Seqüência =  $(D / C) \times 100 = (850 / 1050) \times 100 = 80.9\%$

#### **Atendimento do programa de produção =**

$(\text{Volume} \times \text{“Mix”} \times \text{Seqüência}) / 10000 = (100 \times 87.5 \times 80.9) / 10000 = 70.79 \%$

Portanto o **Atendimento do programa de produção é igual a 70.79 %.**

Para aplicação BTS - “*Build To Schedule*” (Atendimento do programa de produção) devem ser seguidos alguns critérios:

- Devem ser utilizados os fatores de volume, “mix” e seqüência para todos os tipos de peças que possuem mais de um modelo. Para tipos de peças com um único modelo somente o fator volume é aplicável.
- O cálculo do fator volume deve ser realizado considerando-se o total de peças produzidas (qualquer modelo) dividido pelo total programado. O valor calculado deve ser representado como no máximo sendo 100%.
- O cálculo do valor “mix” deve ser realizado considerando-se a soma total produzida dentro de cada modelo programado, não excedendo o valor do programa. Este valor deve ser dividido pelo menor fator entre o que foi programado e produzido no total.
- O cálculo do fator seqüência deve ser realizado considerando-se a soma dos lotes dos modelos que foram produzidos na seqüência correta ou antecipada quando comparada com o programa. O valor a ser considerado para soma dentro de cada lote não pode exceder o programado. Este valor deve ser dividido pelo total de peças produzidas dentro do “mix” correto.
- O objetivo deste Indicador é de 100% para qualquer tipo de aplicação.

O cálculo para fechamento mensal do BTS deve ser feito através da média aritmética dos valores individuais.

#### 4.3 DTD - “*Dock to Dock*” (Tempo de doca a doca)

Sabendo-se qual a capacidade de produzir certo da primeira vez, deve-se também entender qual o tempo decorrido entre o recebimento da matéria-prima e o embarque da peça ou produto acabado.

Em um processo de inúmeros produtos, deve-se realizar o cálculo para cada tipo de produto. Para tanto, conforme complexidade de controle do inventário, deve-se garantir que o produto que passa por toda a cadeia produtiva seja o mais complexo e o mais caro.

Desta maneira podemos monitorar qual será o tempo decorrido entre o recebimento da matéria-prima até a expedição dos produtos acabados. Podemos citar este tempo como sendo o tempo de doca a doca, ou seja:

$$\frac{\text{Total de produtos controlados}}{\text{Velocidade de produção}} = \text{Tempo de doca a doca} \quad (5)$$

Exemplo de cálculo do tempo de doca a doca:

(A) - Unidades produzidas = 800

(B) - Horas de produção = 18

(C) - Unidades produzidas por hora =  $(A / B) = 800 / 18 = 42.10$  pçs./hora

(D) - Fase inventário de peças vindas do fornecedor = 400

(E) - Fase inventário de peças em processo = 300

(F) - Fase inventário de peças OK para linha de montagem = 700

(G) - Inventário total de peças =  $(D + E + F) = 1400$  peças

**Tempo de doca a doca =**

$$(G / C) = 1400 / 42.10 = 33.25 \text{ horas}$$

Portanto o **Tempo de doca a doca é igual a 33.25 horas.**

Para aplicação DTD – “*Dock to Dock*” (Tempo de doca a doca) devem ser seguidos alguns critérios:

- O cálculo representativo de um determinado dia de trabalho deve ser feito no final da produção do último turno programado, ou no dia posterior não ultrapassando 30 minutos após o início do turno daquela manhã.
- O número de horas do tempo de doca a doca de uma determinada peça deve ser tomado com base no inventário total de uma peça, de responsabilidade do grupo de trabalho, e dividido pela velocidade horária de peça ocorrida em questão.
- A velocidade de peças deve ser calculada tomando-se o total produzido e aprovado na última operação da peça no grupo de trabalho e dividido pelo número de horas que foi efetivamente trabalhado naquele dia.
- O número de horas trabalhadas deve considerar o total programado para os turnos cheios e horas excedentes em turnos que trabalham em período extra dentro de alguma operação do grupo de trabalho.
- No período extra, o tempo deve ser considerado mesmo que não ocorra produção na última operação ou não se aprovelem peças.
- Cada grupo de trabalho deve definir para cada tipo de peça as fases de inventário apropriadas. Caso não ocorra produção em dia de programação normal, os grupos de trabalho devem apontar NT (Não Trabalhado) na coluna correspondente do gráfico.
- O cálculo para fechamento mensal do indicador deve ser feito sobre a somatória dos valores de cada tipo de demérito aplicando-se a mesma fórmula representada no exemplo de cálculo.
- Para as linhas de montagem, o cálculo do tempo de doca a doca deve ser feito sobre a peça mais significativa em custo e que passe por todas as etapas de produção.



- Caso algum grupo de trabalho não trabalhe em dias considerados normais de produção, o cálculo do indicador deve ser realizado adotando-se a velocidade de produção do dia anterior. Na linha de unidades produzidas pode-se anotar NT ou 0 (zero).
- O objetivo para este Indicador deve ser estabelecido por cada grupo de trabalho analisando cada processo, de tal forma que estejam alinhados com os objetivos da fábrica.
- O cálculo para fechamento mensal do DTD deve ser feito da seguinte forma:
  - (A) - Somatória das unidades produzidas no mês;
  - (B) - Somatória das horas de produção consumidas no mês;
  - (C) - Cálculo da velocidade horária média mensal, onde  $C = A / B$ ;
  - (D) - Somatória da média aritmética de cada fase do inventário.

Desta maneira temos o cálculo do tempo de doca a doca, onde  $C / D$  é o tempo de doca a doca mensal.

#### **4.4 OEE - “Overall Equipment Effectiveness” (Efetividade global do equipamento)**

O Sistema de Produção Ford utiliza-se de vários indicadores buscando interligar todas as características do sistema de produção e servindo como direcional nas tomadas de decisão para melhorar sua implementação. Sendo assim, o indicador OEE - “Overall Equipment Effectiveness” vem contribuir imensamente para o melhoramento de seu parque industrial.

Este indicador deve primeiramente ser aplicado na máquina que tem o menor ciclo de fabricação do processo a ser monitorado ou da fábrica. Conseqüentemente, com os ganhos de produtividade advindos das melhorias implementadas através do monitoramento, ele é expandido para todas as máquinas do sistema, visando balancear e nivelar a produção.

Pode-se dizer que o OEE monitora a eficácia da máquina, medindo a capacidade da mesma em produzir constantemente peças que atendam aos padrões

de qualidade dentro do ciclo previsto e sem interrupção. Para tanto, ele é composto por três índices: a disponibilidade, a performance e a qualidade.

O produto destes três índices gera este indicador que ajuda a equipe de trabalho a monitorar sua produtividade, melhorando o desempenho da produção, para os quais existem alguns critérios para sua aplicabilidade:

- O OEE deve ser aplicado para todas as máquinas das operações-gargalo de cada tipo de peça produzida na fábrica. Para as equipe de trabalho que não possuem operação-gargalo de engenharia em seus processos, o OEE também deve ser aplicado na operação mais crítica.
- O valor do tempo operacional programado a ser adotado para o dia de trabalho deve considerar o total de horas dos turnos que trabalham cheios mais a quantidade de horas trabalhadas em períodos extras na máquina gargalo.
- Mesmo que a produção de um determinado dia seja baixa ou não ocorra produção em dia de programação normal, o OEE deve ser calculado com o apontamento da perda correspondente. Desta maneira é possível mostrar a causa real e oportunidade de maior utilização do gargalo para novos negócios.
- O cálculo dos fatores MTBF - “Mean Time Between Failure” (Tempo médio entre as falhas) e MTTR - “Mean Time To Repair” (Tempo médio para reparo) devem ser realizados somente no fechamento do mês.
- Deve ser preparada a planilha de estratificação das perdas para cada máquina com o objetivo de identificar as oportunidades de melhoria e tomada de ações.
- O ciclo da máquina a ser adotado no cálculo da performance deve ser o de engenharia de manufatura. Apenas quando o ciclo real da máquina for menor que o de engenharia, este outro deverá ser adotado.
- Se o número de falhas no período mensal for zero, considerar 1 para cálculo de tempo médio entre as falhas (MTBF).
- Para representar o OEE de uma determinada linha de produtos ou da fábrica, deve se adotar o menor valor entre as operações em que é aplicado o cálculo.
- O objetivo do valor do OEE deve ser de 85% para qualquer tipo de aplicação. O objetivo do OEE interno (disponibilidade x qualidade) deve ser determinado pela equipe de trabalho.

- o O cálculo para fechamento mensal do OEE deve ser feito sobre a somatória dos valores de cada fator, aplicando-se a mesma fórmula representada no exemplo de cálculo.

Exemplo de cálculo do OEE:

(A) - Tempo operacional programado = 500

(B) - Tempo operacional disponível = 400

(C) - Total de peças produzidas = 320

(D) - Total de peças "scrap" / retrabalhadas = 3

(E) - Número de ocorrências de quebra / falha = 2 por hora

(F) - Tempo de quebra / falha = 30 minutos

(G) - Ciclo máquina = 1.10 minutos/ peça

Disponibilidade =  $(B / A) \times 100 = (400 / 500) \times 100 = 80,0 \%$

Performance =  $[(G \times C) / B] \times 100 = [(1,10 \times 320) / 400] \times 100 = 88,0 \%$

Qualidade =  $[(C - D) \times 100 / C] = [(320 - 3) \times 100 / 320] = 99,1 \%$

OEE interno (%) =  $(\text{disponibilidade} \times \text{qualidade}) / 100 = (88,0 \times 99,1) / 100 = 87,2\%$

OEE (%) =  $(\text{OEE Interno} \times \text{Performance}) / 100 = (87,2 \times 88,0) / 100 = 76.7 \%$

Portanto **o OEE - Eficiência global do equipamento = 76.7%.**

Conforme dados do exemplo pode-se calcular o MTBF (tempo médio entre as falhas) e o MTTR (tempo médio para reparo).

MTBF =  $[(A - F) / (E \times 60)] = (500 - 30) / (2 \times 60) = 3,9 \text{ horas}$

Portanto, **o tempo médio entre as falhas = 3,9 horas.**

MTTR =  $F / E = 30 / 2 = 15 \text{ minutos}$

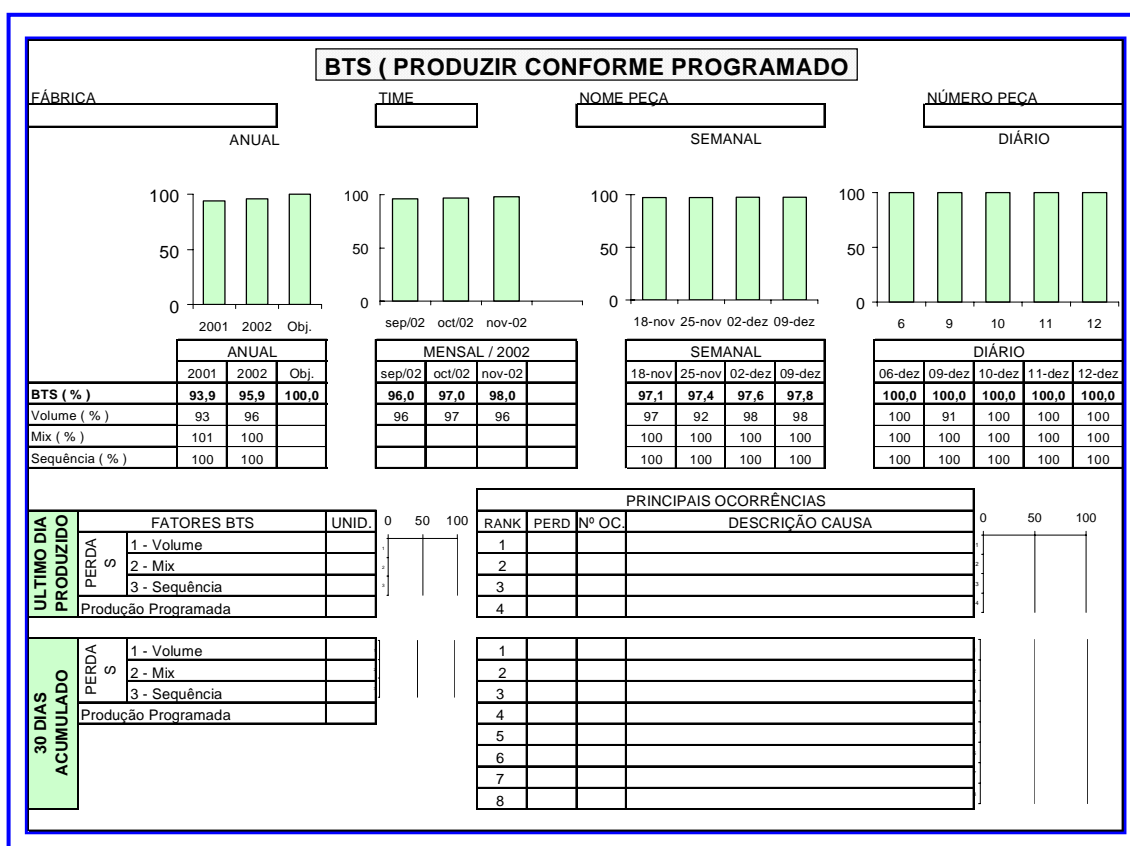
Portanto, **o tempo médio para reparo = 15 minutos.**

## 5. IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO INDICADOR OEE

### 5.1 Implementação do indicador OEE - “Overall Equipment Effectiveness”

O indicador OEE - “Overall Equipment Effectiveness” envolve questões de disponibilidade, qualidade e eficiência no sistema produtivo, onde o time integrado de manufatura busca informações para compreender as falhas que ocorreram em seu processo produtivo e estabelecendo sistemas preventivos que possam assegurar a eficácia das ações corretivas.

No Sistema de Produção Ford, todas as planilhas de indicadores são geradas eletronicamente e podem ser consultadas em qualquer computador distribuído ao longo dos processos produtivos ou nos computadores locados nos escritórios, devido ao fato de estas estarem em rede. Na Figura 16, pode-se visualizar uma determinada planilha gerada eletronicamente.

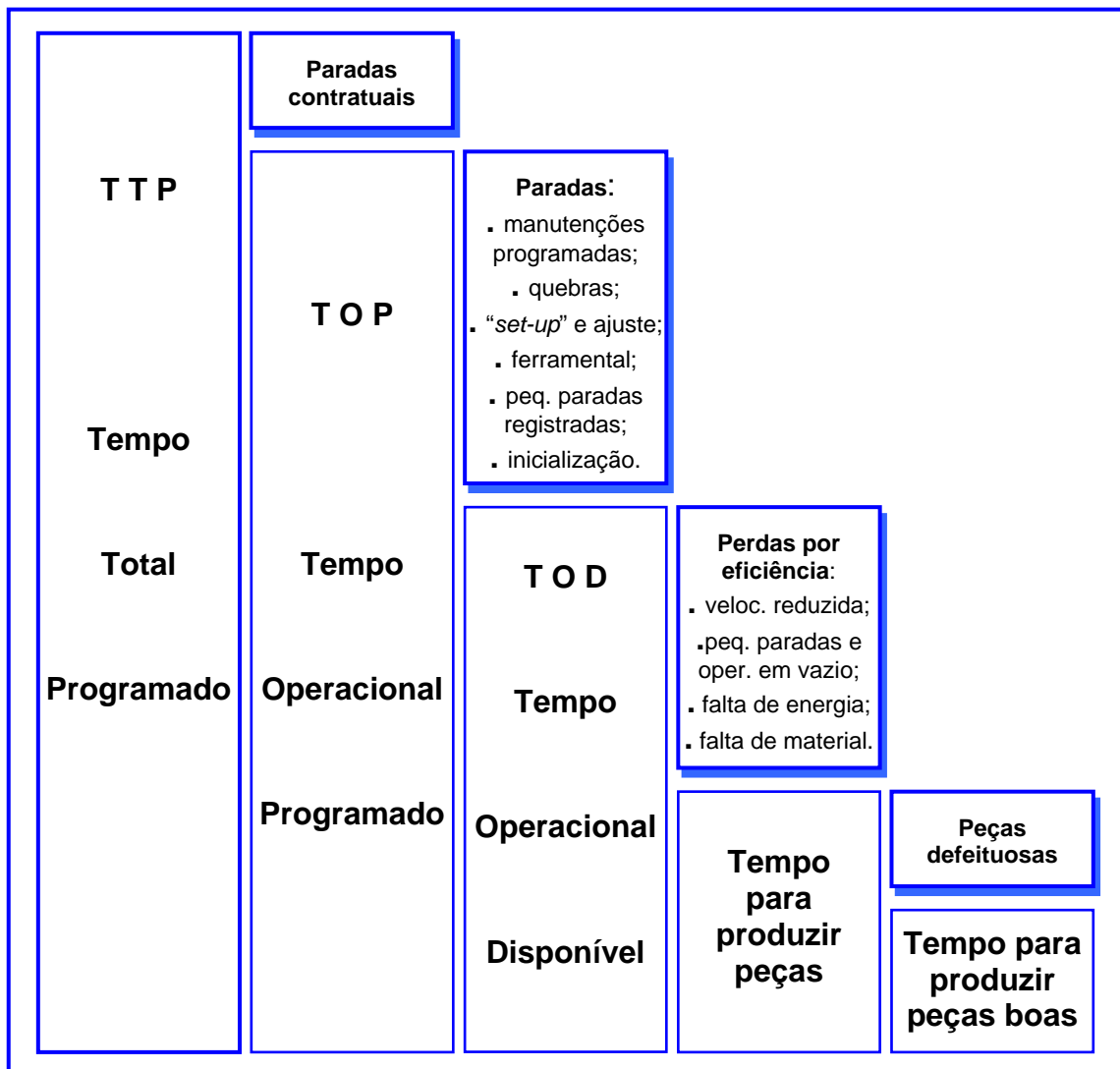


Fonte: Manual de indicadores – TIM – Ford Brasil – Taubaté

Figura 16 – Planilha gerada eletronicamente - BTS - "Build to Schedule", (Adaptada pelo autor)

O cálculo do OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*” para o sistema produtivo em análise às vezes se torna trabalhoso de ser realizado manualmente, mas para tanto, o Sistema de Produção Ford acredita que o cálculo manual deve ser empregado primeiramente entre os membros dos times integrados de manufatura com o objetivo de fornecer conhecimentos básicos para a interpretação das planilhas de OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*” geradas eletronicamente.

Sendo assim, os membros dos times integrados de manufatura participam do treinamento para cálculo do OEE onde se aprende a conhecer a relação das perdas que o afetam em relação ao tempo operacional, isto é, as perdas que ocorrem ao longo do tempo total programado da máquina, conforme se pode visualizar na Figura 17.



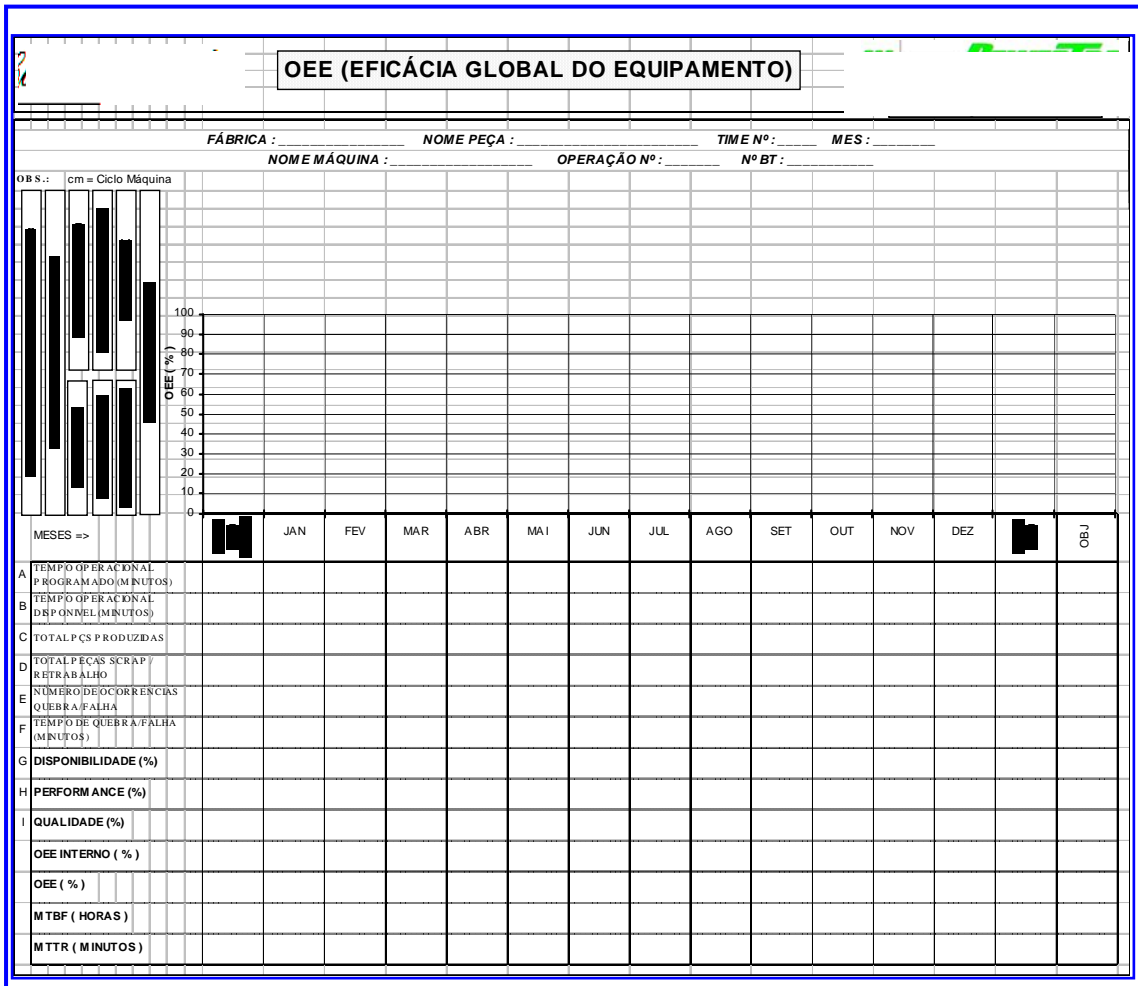
Fonte: Manual de indicadores – TIM – Ford Brasil – Taubaté

Figura 17 – Relação das perdas com o tempo, (Adaptada pelo autor)

Neste treinamento, os membros dos times integrados de manufatura aprendem a preencher o formulário conhecido com diário de bordo do OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*”, base para toda coleta de dados que serão utilizados na elaboração das planilhas eletrônicas, como se pode visualizar no exemplo deste formulário da Figura 18.

DIÁRIO DE BORDO - OEE																											
Nº DO TIME	MAQUINA	BT/MF	Nº OPERAÇÃO	TURNO			OPERADOR	HORARIO	ENTRADA/SAIDA	PARADA PARA ALMOÇO/JANTAR	1		2		3		/ / 02 DATA										
				1	2	3					4	5	6	7	8	9		10									
NOME PEÇA		CICLO PADRAO		Nº OPERAÇÃO		HORARIO		ENTRADA/SAIDA		PARADA PARA ALMOÇO/JANTAR		1		2		3		/ / FOLHA									
HORA INICIO OCORRENCIA		NOME PEÇA		CICLO PADRAO		Nº OPERAÇÃO		HORARIO		ENTRADA/SAIDA		PARADA PARA ALMOÇO/JANTAR		1		2		3		TOTAIS							
HORAS DE TRABALHO		02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20	20/21	21/22	22/23	23/24	00/01	01/02	TOTAIS	
1.0																											
1.6																											
RETRABALHO																											
REJEITOS (SCRAP)																											
OCORRENCIAS/INCIDENTES		1ª		2ª		3ª		4ª		5ª		6ª		7ª		8ª		9ª		10ª		11ª		12ª		TOTAIS	
HORA INICIO OCORRENCIA																										MINUTOS NUM. OCOR.	
INICIO DE PRODUÇÃO																											
QUEBRA																											
TROCA DE MODELO SET-UP																											
TROCA/DESGASTE DE FERRAMENTA																											
MANUTENÇÃO PROGRAMADA																											
ESPERA E BROQUEIO																											
REUNIOES																											
FALTA MATERIA-PRIMA																											
				</																							

conhecimentos básicos suficientes para os membros dos times integrados de manufatura, que utilizarão tais conhecimentos na reunião da equipe de trabalho que ocorre nos times integrados de manufatura.



Fonte: Manual de indicadores – TIM – Ford Brasil – Taubaté

Figura 19 – Planilha para cálculo manual do OEE, (Adaptada pelo autor)

Por conseguinte, nos times integrados de manufatura, para que o indicador OEE tenha êxito nas análises de tomada de decisão, tanto na equipe de trabalho como na gerência, o operador deve disciplinadamente, todo dia, preencher nas planilhas do diário de bordo do OEE, todas as ocorrências que acontecem em seu turno de trabalho, com suas respectivas perdas, preenchimento este que deve ser correto para que os dados coletados sejam confiáveis.

Em posse desta planilha, o coordenador deste time integrado de manufatura ou um outro membro da equipe devidamente treinado será responsável por digitar nos programas específicos para cálculo do OEE nos computadores distribuídos ao longo

dos processos as perdas que ocorreram naquele turno de trabalho, conforme classificação das perdas da planilha do diário de bordo do OEE.

Também os membros do time integrado de manufatura utilizam técnicas de redução de “set-up”, conforme metodologia do FPS, aplicando os conceitos da ferramenta de troca rápida e procurando também a aplicabilidade dos conceitos da ferramenta administrativa do FPS conhecido como zero defeito. Procuram ainda otimizar os elementos descritos nos procedimentos operacionais a melhor maneira de realizar o processo operacional.

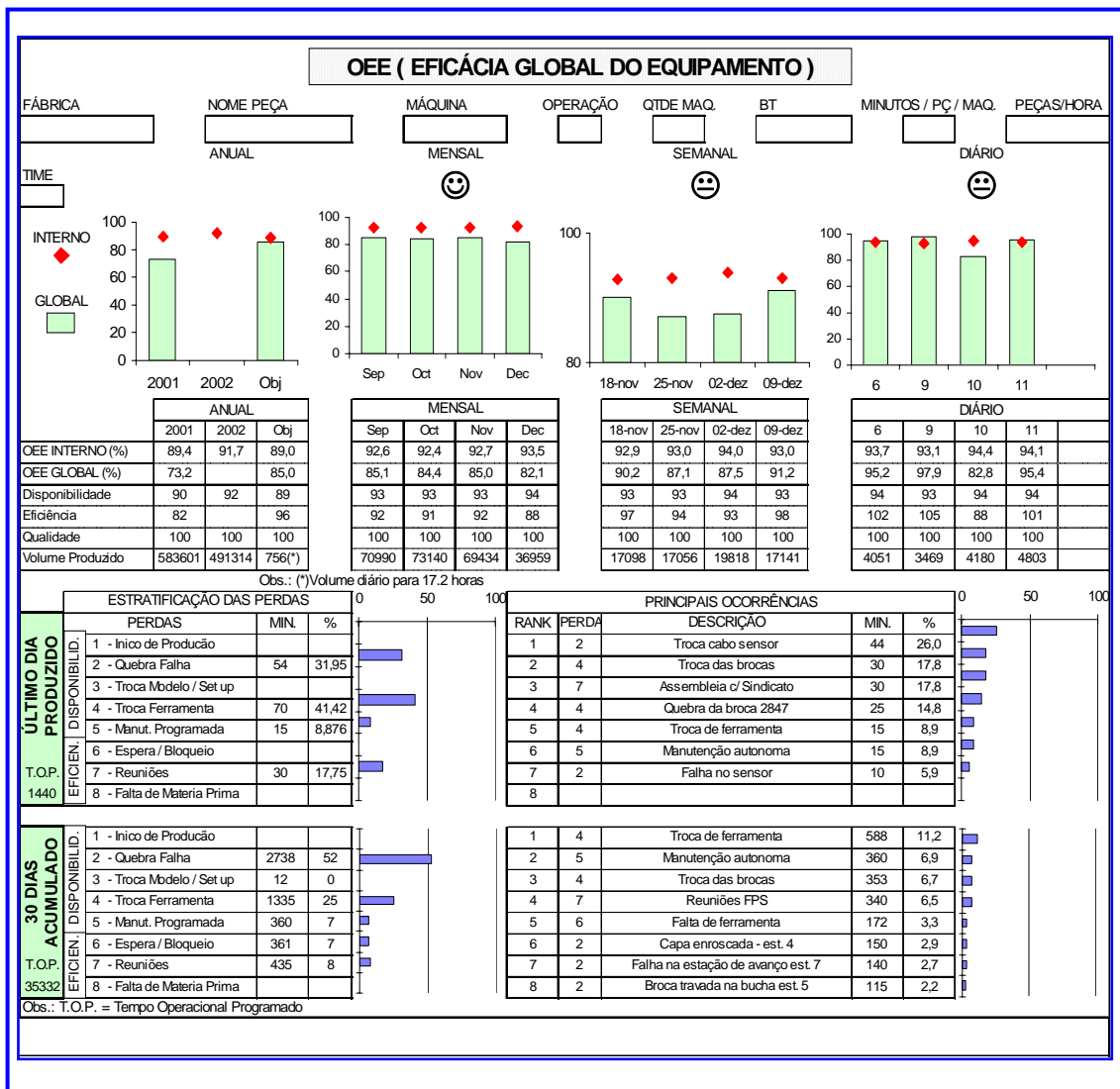
Participam diariamente das reuniões da equipe de trabalho, reuniões estas chamadas de reuniões de pé de máquina, onde participam os especialistas da equipe de trabalho, o coordenador, mecânicos, eletrônicos, operadores, fornecedores de ferramentas e materiais de usinagem, o engenheiro de manufatura, o engenheiro de processo, o engenheiro de manutenção, o engenheiro de qualidade e o gerente de produção. São discutidas e analisadas as falhas que ocorreram no dia anterior, tendo como material para análise as planilhas de OEE geradas eletronicamente conforme se pode visualizar na Figura 20 e na Figura 21.

OEE - HISTÓRICO DE PERDAS																			
FÁBRICA		TME	NOME PEÇA	MÁQUINA	OPERAÇÃO	QTDE MAQ.					BT								
Rank	Tipo	Descrição Causa	Acum. 30 Dias	jun-03	jul-03	ago-03	set-03	out-03	nov-03	dez-03	Acum. 12 Meses	Perdas Semanal (minutos)				Perdas Diário (minutos)			
OEE - INTERNO %			74,1	90,7	88,2	83,8	82,9	82,0	87,1	88,3	85,5	83,8	79,2	82,8	85,1	74,2	81,7		
OEE - GLOBAL %			74,1	78,6	81,0	76,0	76,4	76,8	77,1	82,5	81,2	74,7	80,6	74,8	62,7	76,5	82,5		
1	2	Usando capas devido a falta na op 50	60								60								
2	4	Quebra da broca	174	10	99	5	175	121	53		463		64	53		10			
3	4	Troca das brocas	128	142	63	85	10	58	70		428		10	10	60		24	10	
4	2	Check Ferr. Est. 5	20								20								
5	2	Falha na fixação est. 2	1022			18	20				90						35		
6	4	Troca de ferramenta	#REF!	572	510	360	555	655	242		2894	90	220	180	62	35	36	10	
7	5	Manutenção autonoma	481	80	165	269	327	315	136		1292	80	80	80	56	10	10	20	20
8	5	Limpeza	92	33	105	46	85	57	35		361	5	12	25	10				
9	4	Troca de macho	75	100	75	47	30	65	10		327		10	10					
10	4	Quebra da broca 2847	30					10	20		30		10	20					
1	4	Troca de ferramenta	1022	572	510	360	555	655	226		2878	90	220	180	62	35	36	10	
2	5	Manutenção autonoma	481	80	165	269	327	315	120		1276	80	80	80	56	10	10	20	20
3	2	Quebra da garra da gremalha est. 8	280								280								
4	2	Estação 1 não carrega	245			30					275								
5	6	Falha de peças	205	115	120		420	160	45		860	160		45					
6	7	Reuniões FPS	198	60	215	145	110	75	93		698	10		40	53	10	18	35	
7	4	Quebra da broca	174	10	99	5	175	121	53		420		64	53		10			
8	4	Quebra de ferramenta	164				35	35	109		179		30	45	64		45	64	
9	2	Falha na est. 8	150				30	150			180								
10	2	Motor da est. 7E	135					135			135	135							
11	2	Falha na est. 2	133		10	60	90	40	93		293	5		10	83	10	28	55	
12	4	Troca das brocas	128	142	63	85	10	58	44		402		10	10	60		24	10	
13	2	Est. 8E rosca padrão saiu fora do coplador	120								120								
14	2	Quebra da fresa disp. 4	113					113			113		113						
15	2	Falha na est. 5	112					55	57		112	15		57		32			
16	4	Quebra da broca 2851	100	20	10	20	53	45	55		203		25	45	10	10	35	10	
17	4	Troca das fresas	100								100								
18	5	Limpeza	92	33	105	46	85	57	25		351	5	12	25	10				
19	2	Est. 1 não carrega	85					75	10		85		15	10					
20	2	Falha elétrica na carga da biela est. 1	80					80			80								
21	4	Troca do alargador	80		20		10	60	20		110		40	20		5	15		

Fonte: Manual de indicadores – TIM – Ford Brasil – Taubaté

Figura 20 – Planilha eletrônica do OEE – Histórico das perdas do OEE, (Adaptada pelo autor)





Fonte: Manual de indicadores – TIM – Ford Brasil – Taubaté

Figura 21 - Planilha eletrônica do - OEE - “Overall Equipment Effectiveness”, (Adaptada pelo autor)

## 5.2 Análise da aplicação do indicador OEE - “Overall Equipment Effectiveness”

Esta equipe de trabalho multifuncional verifica se as falhas são causas especiais, aquelas que aparecem e desaparecem com ações corretivas e preventivas implementadas ou causas comuns, aquelas que, embora já tenham sido tomadas as ações corretivas e preventivas, voltam a ocorrer, ocasionando perdas. Sendo assim, são utilizadas as ferramentas de qualidade, metodologia Seis Sigmas (metodologia que utiliza ferramentas e métodos estatísticos para definir os problemas e situações a

melhorar, medir para obter a informação e os dados, analisar a informação coletada, incorporar e empreender melhorias nos processos).

Finalmente pode controlar os processos ou produtos existentes, com a finalidade de alcançar etapas ótimas, (o que por sua vez gerará um ciclo de melhoria contínua) para monitorar e resolver definitivamente esta causa comum.

Quando o problema é de difícil solução, a gerência designa um “*Black Belt*” ou “*Green Belt*”, especialista da metodologia Seis Sigmas, que suportará esta equipe de trabalho multifuncional na solução mais eficaz deste problema. A partir daí, são abertos projetos de Seis Sigmas que são monitorados por toda a gerência da planta e todas as fábricas da Ford têm acesso para verificar se esta solução pode ser aplicada também em seu processo, melhorando cada vez mais sua competitividade no mercado global.

A equipe de trabalho utiliza-se de minuta de reunião com datas previstas para solução do problema e as respectivas responsabilidades para as ações levantadas, levando todos a se comprometerem em fornecer resultados satisfatórios para a solução das falhas.

Em posse desta minuta de reunião o coordenador digita tais ações nos computadores ao longo dos processos produtivos em programas específicos, gerando eletronicamente planos de ação com uma seqüência numérica e separada sistematicamente por times integrados de manufaturas. Essas ações serão monitoradas pela gerência, visando suportar os times integrados de manufatura na obtenção dos melhores recursos e condições mais eficazes para realização das ações levantadas.

Desta maneira a gerência acredita que o time integrado de manufatura pode, disciplinada e sistematicamente, promover seu crescimento buscando uma maior produtividade, uma redução dos custos operacionais, a promoção de uma melhor qualidade para seus produtos, fortalecendo um processo produtivo previsível e, conseqüentemente, projetando uma melhor sustentabilidade para suportar a competitividade do mercado interno e externo.

Sendo assim, pode-se visualizar na Figura 22 os fatores que influenciam na implementação do OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*”, que é um dos pontos fortes da empresa, mantendo sempre contínua a busca por melhorias, assegurando o atendimento dos pedidos na data prevista, com menor custo, melhor qualidade.

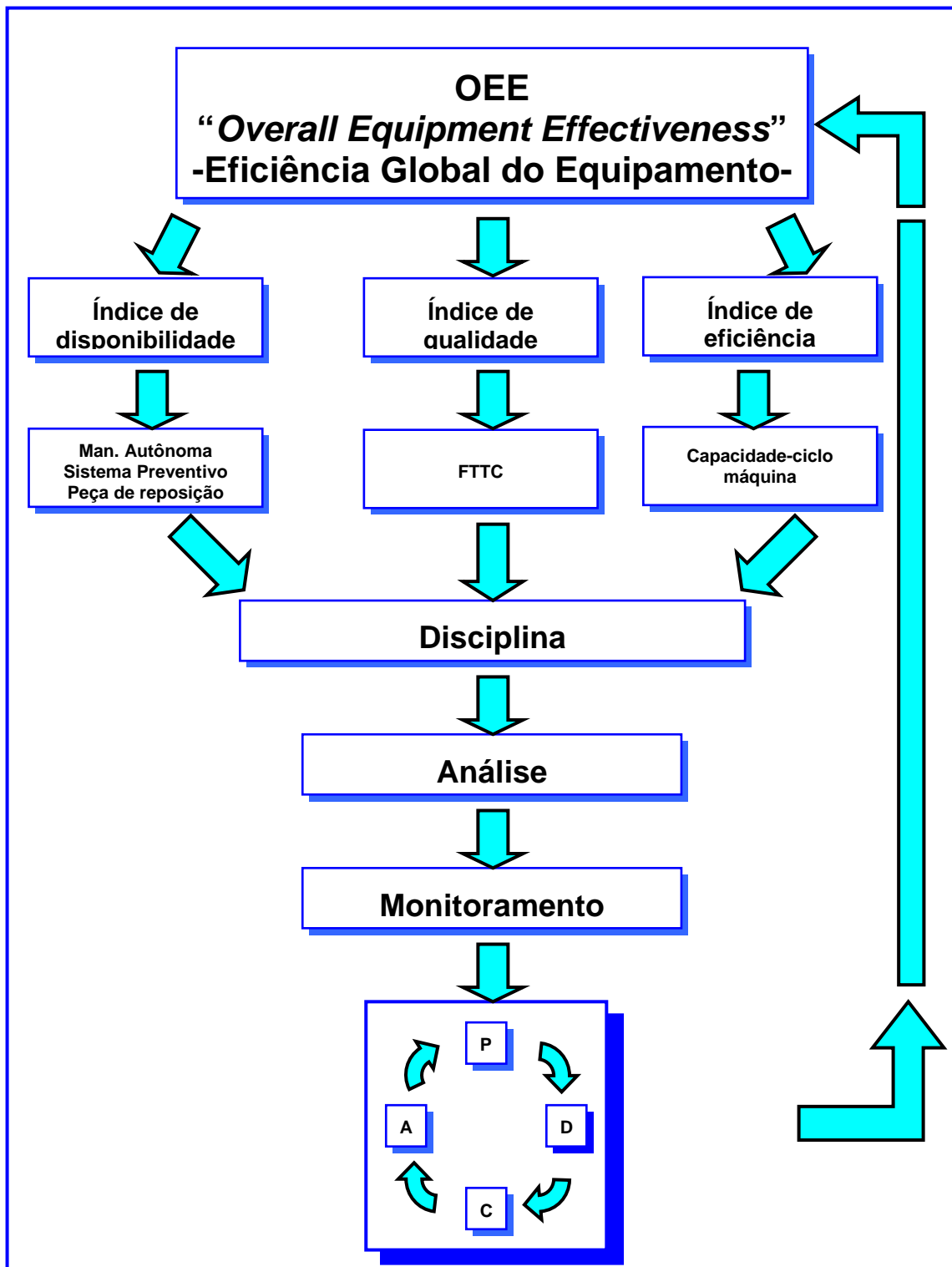


Figura 22 – Fatores que influenciam na análise do Indicador OEE “Overall Equipment Effectiveness”, (Elaborada pelo autor)

### 5.3 Considerações

No Sistema de Produção Ford a utilização do indicador OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*” demonstra ser uma forte ferramenta administrativa, suportando as tomadas de decisões que envolvem o gerenciamento do processo produtivo, em função dos dados resultantes desse indicador, que envolvem as questões de disponibilidade, qualidade e performance. As análises dessas questões possibilitam observar que ocorre uma busca constante de melhoria contínua no sistema.

Observa-se que as organizações estão redesenhando os seus processos de produção, na busca de melhoria na flexibilidade e agilidade no fluxo do produto, redução de estoques e custos de produção, bem como na adoção do conceito de produção enxuta, envolvendo empregados polivalentes, com treinamento e conhecimento de todas as etapas do processo e com capacidade de autogerenciar as atividades inerentes à célula de manufatura.

O uso de indicadores de indicadores de manufatura, é uma tendência no gerenciamento do sistema de produção, onde se pode observar no desenvolvimento do trabalho uma forte correlação do OEE “*Overall Equipment Effectiveness*” com os demais indicadores como: FTTC - “*First Time Through Capacity*” (Capacidade de produzir certo da primeira vez), DTD - “*Dock To Dock*” (Tempo de doca a doca, ou seja, tempo decorrido entre o recebimento da matéria-prima até a expedição dos produtos acabados) e BTS - “*Built To Schedule*” (Atendimento do programa de produção, ou seja, capacidade de produzir conforme programa de produção) e que a combinação destes indicadores com o OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*” (Eficiência global do equipamento) favorece o gerenciamento do sistema de produção.

O envolvimento dos empregados na utilização dos indicadores de manufatura, leva a necessidade de capacitação e conseqüentemente a um crescimento da equipe de trabalho, além da responsabilidade com os resultados em função da integridade dos dados.

## 6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o Sistema de Produção Ford tem a mesma essência do sistema de Produção Toyota e que, no primeiro, podem-se observar mais facilmente os indicadores, buscando interligar todas as características do sistema e servindo como direcional para sua implementação.

A implementação de indicadores de manufaturas tais como: FTTC - "*First Time Through Capacity*" (Capacidade de produzir certo da primeira vez), DTD - "*Dock To Dock*" (Tempo de doca a doca, ou seja, tempo decorrido entre o recebimento da matéria-prima até a expedição dos produtos acabados), BTS - "*Built To Schedule*" (Atendimento do programa de produção, ou seja, capacidade de produzir conforme programa de produção) e o OEE - "*Overall Equipment Effectiveness*" (Eficiência global do equipamento) contribuem para o controle e gerenciamento do processo produtivo, tornando a gestão da produção um processo de envolvimento e comprometimento da equipe de trabalho, na qual a tendência dos resultados está diretamente ligada à integridade dos dados indicadores.

Os resultados positivos alcançados através do efetivo comprometimento de cada membro do time integrado de manufatura, bem como de cada empregado da Ford, fazem com que haja uma maior integração, troca de conhecimentos, experiências e habilidades. Desta maneira, os times integrados de manufatura promovem seu crescimento em função do sentimento de valorização e autonomia, buscando sempre ter responsabilidade e autoridade para alcançar os resultados positivos e a melhor maneira de realizar o gerenciamento do processo.

Para isso, o Sistema de Produção Ford conta com empregados capacitados e motivados, que assumem riscos sem comprometer a qualidade e segurança no trabalho, pois mantêm um ambiente de respeito, dignidade e bom senso e estão sempre visando à melhoria do processo produtivo e à conseqüente superação da expectativa dos seus consumidores.

### 6.1 Sugestões para trabalhos futuros

Partindo da necessidade de uma atitude de melhoria contínua, seria oportuno salientar que há uma série de outros fatores relacionados ao tema deste trabalho, os quais necessitam de um melhor aprofundamento científico.

Como sugestão, recomendam-se os seguintes tópicos para futuras pesquisas:

- Elaborar pesquisas que desenvolvam ou adaptem o modelo proposto neste trabalho para utilização em processos produtivos, com padronização mínima, ou em processos contínuos em empresa de pequeno porte;
- Aplicar o modelo proposto em outros segmentos industriais que se caracterizem por ter um sistema repetitivo em lotes, generalizar as conclusões e desvinculá-las do tipo de produto ou do ramo industrial apresentado neste trabalho;
- Desenvolver pesquisa para avaliar outros indicadores de gerenciamento das células de manufatura, implementados durante o desenvolvimento do trabalho, como: DTD, que tem por finalidade o gerenciamento do fluxo das peças no processo; e o BTS, que é utilizado no gerenciamento da programação do produto.
- Desenvolver pesquisa para avaliar os resultados dos indicadores de manufatura nas demais fábricas da Ford, onde o sistema foi implantado.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artigo da General Motors sobre a NUMMI – New United Motor Manufacturing, Inc. 1993.

BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**, Porto Alegre: Editora Bookman, 1999.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração nos Novos Tempos**, 6. ed. Editora Campus, 2000.

FORD MOTOR COMPANY. **FPS Boot Camp, Manual do Participante**, Ford Taubaté, São Paulo, 2002.

FORD MOTOR COMPANY. **Manual de indicadores** – TIM, Ford Taubaté, São Paulo, 2002.

FORD MOTOR COMPANY, **Manual de Gerenciamento de Times Integrados de Manufatura**, Ford Taubaté, São Paulo, 2001.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**, 8. ed. São Paulo: Editora Thomson Pioneira, 2001.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**, 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI Fernando P. **Administração da Produção**, São Paulo: Editora Saraiva, 1999.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**, 3. ed. São Paulo: Editora Pioneira, 1998.

OHNO, Taiichi - **O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala** Tradução por Cristina Schumacher, São Paulo: Editora Bookman, 2000.

ROBBINS, S. P. **Administração Mudanças e Perspectivas**, São Paulo: Editora Saraiva, 2001.

Silva, Augustinho R. **Análise da Implantação do Sistema de Times Integrados de Manufatura em uma Indústria Automobilística** – Dissertação de mestrado apresentada à Universidade de Taubaté, São Paulo, 2003.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**, Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma Revolução nos Sistemas Produtivos**, Porto Alegre: Editora Bookman, 2000.

SLACK, Nigel; CHAMBERS Stuart; HARLAND Cristine; HARRISON, Alan; JOHNSTON Robert. **Administração de Produção**, 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1997.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistema de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica**, Porto Alegre: Editora Bookman, 1999.

WOMARCK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**, 15. ed. Rio Janeiro: Editora Campus, 1992.