

MARCELO PINTO LIMA

OS INDICADORES DE DESEMPENHO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

**Trabalho de Conclusão de Curso de
Pós Graduação em Administração
Industrial – Universidade Federal do
Paraná**

Orientador: Prof. Dr. Acyr Seleme

CURITIBA

2005

SUMÁRIO

SUMÁRIO	ii
LISTA DE SIGLAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE GRÁFICOS.....	x
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA	2
1.2 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA.....	2
1.3 OBJETIVO.....	3
1.3.1 Geral	3
1.3.2 Específicos.....	3
2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: A PRODUÇÃO ENXUTA.....	4
2.1 AS ORIGENS DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	5
2.1.1 Foco no Processo.....	8
2.1.2 A Teoria das Restrições	11
2.1.3 Produção Enxuta: Comportamento Produtivo Voltado para a Competitividade ..	12
2.2 OS PILARES DE SUSTENTAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: <i>JUST-IN-TIME E JIDOKA</i>	14
2.2.1 <i>Just-In-Time</i>	15
2.2.2 <i>Jidoka</i>	17
2.2.3 Padronização e <i>Kaizen</i>	19
2.3 OUTROS CONCEITOS E FERRAMENTAS UTILIZADOS NA TOYOTA.....	20
2.3.1 As Sete Perdas no Processo Produtivo	20
2.3.1.1 Perda por superprodução (quantidade e antecipada)	21
2.3.1.2 Perda por espera.....	22
2.3.1.3 Perda por transporte ou movimentação.....	22
2.3.1.4 Perda por processos que não agregam valor	22
2.3.1.5 Perda por estoque	22
2.3.1.6 Perda por ineficiência	22
2.3.1.7 Perda por defeitos	23
2.3.2 <i>Kanban</i>	23
2.3.3 <i>Poka-Yoke</i>	26
2.3.4 Organização do Local de Trabalho – 5S.....	29
2.3.5 Sinalização: <i>Andon Board</i>	31
2.3.6 Troca Rápida de Ferramenta.....	32
2.3.7 Relação Cliente-Fornecedor.....	34

2.3.8 As Quatro Regras do TPS.....	35
3 METODOLOGIA.....	37
3.1 COLETA DE DADOS.....	38
3.2 TRATAMENTO DOS DADOS.....	38
4 ESTUDO DE CASO: TRITEC <i>MOTORS</i>	40
4.1 A EMPRESA	40
4.1.1 Os Produtos	41
4.1.2 As Instalações.....	42
4.1.3 Lay-Out da Planta	43
4.1.4 Manufatura.....	44
4.1.5 Capacidade anual	45
4.1.6 Força de Trabalho.....	45
4.1.7 Qualidade e Melhoria Contínua.....	45
4.1.8 O Sistema de Produção Tritec - TBS.....	47
4.2 USO DAS FERRAMENTAS TBS NA TRITEC	48
4.2.1 O Sistema <i>Kanban</i> na Empresa	48
4.2.2 Dispositivos à Prova de Erros: <i>Poka-Yokes</i>	52
4.2.3 A Organização do Trabalho na Empresa: 5S, Comunicação Visual.....	56
4.2.4 <i>Andon Board</i>	61
4.2.5 As Quatro Regras do TBS	64
4.2.6 Padronização	65
4.2.7 Cultura de Solução de Problemas	66
4.2.8 Estoques de Segurança	67
4.3 OS INDICADORES DE MANUFATURA ENXUTA UTILIZADOS PELA TRITEC ...	69
4.3.1 Índice OSHA de Acidentes de Trabalho com e sem Afastamento.....	71
4.3.2 Kilowatt Hora Motor.....	72
4.3.3 Resíduo Orgânico Gerado pela Planta	73
4.3.4 Índice de PPM.....	74
4.3.5 Auditoria Básica	76
4.3.6 Auditoria Funcional.....	77
4.3.7 Auditoria QZ.....	79
4.3.8 FTC da Montagem	80
4.3.9 Grau de Utilização de Mão-de-Obra.....	82
4.3.10 Eficiência da Linha de Montagem.....	84
4.3.11 Atendimento ao Plano de Produção	86
4.3.12 Giro de Estoque.....	86
4.3.13 Custo Operacional por Unidade.....	88
4.3.14 Homem Hora Motor	89

4.3.15 Refugo.....	89
4.3.16 Absenteísmo.....	91
4.3.17 Hora Extra.....	93
5 CONCLUSÕES.....	94
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
7 APÊNDICES.....	100
APÊNDICE A - ENTREVISTA COM O DEPARTAMENTO DE TBS DA TRITEC.....	100
8 ANEXOS.....	107
ANEXO A – A INTELIGÊNCIA DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	107
ANEXO B – DECODIFICANDO O DNA DA TOYOTA.....	116

LISTA DE SIGLAS

<i>Lead time</i>	-	Tempo de passagem ou atravessamento.
<i>Heijunka</i>	-	Produção nivelada.
<i>Benchmarking</i>	-	Pesquisa em comparação as melhores empresas do setor em análise.
<i>Kaizen</i>	-	Melhoramento contínuo.
<i>Joint Venture</i>	-	União de duas empresas com participação acionária de 50% cada uma.
<i>Andon</i>	-	Dispositivo sinalizador.
<i>Follow Up</i>	-	Acompanhamento das atividades.
<i>Poka-Yoke</i>	-	Dispositivos à prova de falhas.
<i>Setup</i>	-	Troca de ferramentas ou preparação.
<i>Software</i>	-	Programa computacional.
<i>Takt time</i>	-	Tempo uniforme de produção em toda a linha.
<i>Workshops</i>	-	Treinamentos.
<i>Kanban</i>	-	Sistema puxado de programação e acompanhamento da produção.
<i>Layout</i>	-	Instalações industriais.
<i>Transfer</i>	-	Linha de Usinagem de peças.
<i>Gargalos</i>	-	Limitações do sistema produtivo.
<i>Supermercado</i>	-	Estoques gerenciado no conceito <i>Kanban</i> .
<i>Autonomação</i>	-	Controle autônomo de defeitos.
FTC	-	<i>First Time Through Capability</i> .
ISO	-	<i>International Standardization Organization</i> .
JIT	-	<i>Just-in-Time</i> .
Mix	-	Variedades de produtos.
MTBF	-	<i>Mean Time Between Failures</i> .
MTRR	-	<i>Mean Time to Repair</i> .

OK	- Certo, aceito.
NOK	- Incorreto, não aceito.
PCP	- Planejamento e Controle da Produção.
PDCA	- Planejar, Fazer, Controlar e Agir (etapas da ferramenta gerencial do TQC).
5S	- Programa para melhorar a organização nas empresas.
PPM	- Partes por Milhão.
TOC	- Teoria das Restrições.
TPM	- Manutenção produtiva total.
TPS	- <i>Toyota Production System</i> (Sistema Toyota de Produção).
TRF	- Troca Rápida de Ferramentas.
TQC	- <i>Total Quality Control</i> (Controle da Qualidade Total).
CNC	- Controle por Comando Numérico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção – “Casa da Toyota”	14
Figura 02 – Padronização favorece a melhoria contínua.....	20
Figura 03 – As sete perdas no processo produtivo.....	21
Figura 04 - Dinâmica dos princípios de empurrar e puxar a produção	24
Figura 05 – Os níveis de aplicação de <i>Poka-yoke</i>	27
Figura 06 – Dispositivo que pára os defeitos (<i>Poka-Yoke</i>)	28
Figura 07 - Painei <i>Andon</i>	32
Figura 08 - Cadeia de relação cliente-fornecedor	35
Figura 09 – As quatro regras do sistema TPS	36
Figura 10 – Motores produzidos pela <i>Tritec Motors</i>	42
Figura 11 - Vista aérea da planta da <i>Tritec</i>	43
Figura 12 – Disposição das linhas de produção na empresa	44
Figura 13 – Sistema de <i>Kanban</i> - Interno	49
Figura 14 – Pedestal do cartão <i>Kanban</i> para o rebocador	50
Figura 15 – Carrinho tipo “locomotiva” conduzida pelo rebocador.....	50
Figura 16 – Material em estoque, tipo “supermercado”	50
Figura 17 – Material para a linha de montagem em Sistema de <i>Kanban</i>	51
Figura 18 – Utilização de <i>Kanban</i> no escritório.....	51
Figura 19 – <i>Poka-Yoke</i> entre bloco e cabeçote	52
Figura 20 – <i>Poka-Yoke</i> na linha de montagem	53
Figura 21 – Chamada de <i>Andon</i>	53
Figura 22 – Chamada de <i>Andon</i>	54
Figura 23 – Paletes de motor retirados para retrabalho no <i>kick-out</i> da estação de teste	55
Figura 24 – <i>Poka-Yoke</i> na linha de usinagem.....	55
Figura 25 – <i>Poke-Yoke</i> interno de controle dos furos do virabrequim	56
Figura 26 – Padronização com código de cores nas lixeiras	57
Figura 27 – Quadro de substituição de dispositivo	58

Figura 28 – Quadro de substituição de parafusadeiras	59
Figura 29 – Quadro de manutenção – 5S	60
Figura 30 - Operação por área central (<i>Andon</i>)	61
Figura 31 – Operador sinalizando problema na linha de produção	62
Figura 32 – Sistema de <i>Andon</i> da linha de montagem	63
Figura 33 – Indicações especiais do <i>Andon</i> da linha de montagem	63
Figura 34 – Instruções Padronizadas de Trabalho.....	66
Figura 35 – Quadro de reunião para início e final do turno de produção.....	67
Figura 36 – Controle de estoque de segurança no final da linha de produção.....	68
Figura 37 – Fórmula para cálculo do Índice OSHA.....	71
Figura 38 – Fórmula para cálculo do kWh / Motor	73
Figura 39 – Fórmula para cálculo do Resíduo Orgânico.....	73
Figura 40 – Fórmula para cálculo do PPM	75
Figura 41 – Fórmula para cálculo do Índice de Auditoria Básica	76
Figura 42 – Fórmula para cálculo do FTC Montagem.....	81
Figura 43 – Fórmula para cálculo do <i>Takt time</i>	83
Figura 44 – Fórmula para cálculo da Taxa de Utilização	83
Figura 45 – Fórmula para cálculo da Eficiência	85
Figura 46 – Fórmula para cálculo do Giro de Estoque.....	87
Figura 47 – Fórmula para cálculo do Índice de Refugo	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diferenças entre as Características do Taylorismo e a da 3° Revolução Industrial.....	11
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Índice OSHA com e sem afastamento – Tritec - 2001 a 2004	72
Gráfico 02 – Resíduo orgânico – Tritec - 2001 a 2004.....	74
Gráfico 03 – PPM dos motores BMW Base / HPD – Tritec - 2001 a 2004	75
Gráfico 04 – Auditoria básica / meta – Tritec - 2001 a 2004	77
Gráfico 05 - Auditoria funcional / meta – Tritec - 2001 a 2004.....	78
Gráfico 06 – Auditorias QZ Base / HPD / Base+HPD – Tritec - 2001 a 2004.....	80
Gráfico 07 – FTC montagem / meta – Tritec - 2001 a 2004.....	81
Gráfico 08 – Eficiência da linha de montagem / meta – Tritec - 2001 a 2004	85
Gráfico 09 – Giro de estoque / meta - Tritec - 2001 a 2004.....	87
Gráfico 10 – Custo operacional por unidade / meta - Tritec - 2001 a 2004	88
Gráfico 11 – Homem hora motor - Tritec - 2001 a 2004	89
Gráfico 12 – Refugo / Meta – Tritec - 2001 a 2004	90
Gráfico 13 – Absenteísmo por motivos - % Absenteísmo área x Total fábrica - Tritec - 2001 a 2004 .	92
Gráfico 14 – Absenteísmo / meta - Tritec - 2001 a 2004	92
Gráfico 15 – Hora extra / meta – Tritec - 2001 a 2004.....	93

1 INTRODUÇÃO

Muito se tem falado a respeito do sucesso das empresas japonesas na guerra da indústria automobilística, mas poucos detêm o conhecimento genuíno que está por trás deste sucesso.

É a manufatura enxuta que vem destruindo a supremacia de diversas montadoras européias e norte-americanas, e que muitas empresas no ocidente estão começando a adotar. Ela vai além de meros conceitos e ferramentas, e passa por uma reestruturação geral da forma como se produz, se vive, se trabalha e se pensa dentro de uma organização.

Muitas empresas ao redor do mundo têm tentado copiar o sistema de produção enxuta sem conhecê-lo na essência. Fazem isso através da utilização de diversas ferramentas isoladas e fora de contexto, sem se preocupar com a construção do “pensamento enxuto” em todos os níveis da organização e sem medir a eficácia da implementação do sistema. Isto tem resultado no fracasso de muitas delas.

Num ambiente global de negócios cada vez mais competitivo, onde o mercado é quem dita o preço dos produtos, a empresa que conseguir reduzir ao máximo os custos operacionais, trabalhando de maneira enxuta, terá maior possibilidade de se manter no mercado. Para isso serão necessárias não somente ferramentas, mas indicadores de sucesso que permitam uma avaliação precisa dos resultados alcançados pela sua utilização. Além disso, é preciso romper o paradigma de que a manufatura enxuta é aplicável apenas às atividades produtivas da empresa e levar o pensamento enxuto a todos os níveis da organização.

Este trabalho tem por objetivo descrever as características principais do Sistema Toyota de Produção, a sua aplicação na Tritec Motors e a maneira pela qual a empresa vem estabelecendo indicadores para avaliar o desempenho obtido na aplicação desses conceitos.

1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

Muitas empresas fracassam na implementação do Sistema Toyota de Produção por aplicarem ferramentas isoladas ou fora de contexto. Isto causa a falsa impressão de trabalharem de forma enxuta, trazendo pouco ou nenhum resultado efetivo de ganho e aumento de lucratividade. Na verdade, tais empresas são incapazes de enxergar onde estão os focos reais de desperdício em seus processos.

Enquanto isso a *Tritec Motors*, em apenas cinco anos de atividade, tornou-se referência de qualidade e produtividade para várias outras empresas do ramo. Ela não apenas utiliza corretamente as ferramentas do Sistema Toyota, mas estabelece indicadores que refletem a efetividade do uso dessas ferramentas e utiliza estas informações para impulsionar a melhoria contínua dos seus processos.

Esta pesquisa busca, além de ilustrar a aplicação prática das ferramentas do Sistema Toyota de Produção, responder à seguinte questão:

Como a Tritec Motors mede o sucesso da aplicação do Sistema Toyota de Produção por meio de indicadores?

1.2 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA

Os conceitos do Sistema Toyota de Produção têm sido exaustivamente citados no meio acadêmico, porém, a indústria, na aplicação de suas ferramentas, não vem obtendo resultados satisfatórios em termos de ganhos reais para a empresa. Isso se deve ao fato de que a literatura, na maioria das vezes, apenas repete as mesmas definições, mas não mostra maneiras efetivas de se avaliar e retro-alimentar o sistema, visando à melhoria contínua e redução dos desperdícios.

Tais empresas aplicam os conceitos de maneira isolada, olhando processos específicos e não se preocupando com o “todo”, continuando, assim, a valorizar as suas práticas rotineiras, tendo a falsa impressão de estar trabalhando de maneira enxuta.

Uma empresa que, além de aplicar corretamente as ferramentas clássicas do

Sistema Toyota de Produção, preocupa-se com sua utilização em todos os níveis da organização e ainda define indicadores que lhe permitem monitorar e agir pró-ativamente nos processos e valores, estará impulsionando a melhoria contínua de seus resultados. Ela terá, sem dúvida, uma vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes.

A escolha da Tritec Motors como empresa a ser estudada neste trabalho, se deve ao fato dela ser, com apenas cinco anos de operação, referência na aplicação do Sistema Toyota de Produção entre todas as plantas de motores da BMW e Daimlerchrysler.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Geral

Descrever quais são os indicadores de desempenho e sucesso na utilização das ferramentas do Sistema Toyota de Produção na Tritec *Motors*.

1.3.2 Específicos

- a) Descrever a origem, os “pilares de sustentação”, os conceitos e as ferramentas do Sistema Toyota de Produção;
- b) Descrever a metodologia de pesquisa a ser utilizada;
- c) Elaborar um Estudo de Caso na empresa Tritec Motors. Isto compreende:
 - Descrever a empresa;
 - Demonstrar a utilização das ferramentas do Sistema Toyota de Produção na Tritec Motors;
 - Realizar entrevista com o departamento de TBS da empresa;
 - Descrever os indicadores de manufatura enxuta utilizados na Tritec.

2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: A PRODUÇÃO ENXUTA

A melhor maneira de descrever a produção enxuta é contrastá-la com seus predecessores: produção artesanal e produção em massa. Produção artesanal usa trabalhadores altamente qualificados e simples, porém ferramentas flexíveis para fazer exatamente o que o consumidor deseja, um item de cada vez. O resultado é que o consumidor tem exatamente o que ele quer, mas com um custo provavelmente alto.

A produção em massa usa vários profissionais de habilidades bastante específicas para desenhar produtos que são construídos por profissionais pouco ou não qualificados operando máquinas caras e capazes de realizar um só tipo de tarefa. As máquinas produzem produtos padronizados em um volume muito alto. Devido ao alto custo que uma parada do processo pode causar, o produtor em massa usa muitas reservas - fornecedores, trabalhadores e espaço extras - para assegurar produção contínua, o que gera perda. Além disso, devido ao alto custo para se mudar para um novo produto, o produtor em massa continua com um design padrão em produção pelo maior tempo que for possível. O resultado é que o consumidor tem menores custos, mas com uma menor variedade, e os trabalhadores tendem a achar sua parte do trabalho repetitiva e "chata".

A produção enxuta, ao contrário, usa times de trabalhadores com várias habilidades em todos os níveis da organização, e usa máquinas altamente flexíveis e cada vez mais automatizadas para produzir largos volumes de produtos em enorme variedade. Com uma diferença, a automatização das máquinas não é "cega", ou seja, aquela em que o operador necessita ficar sentado em frente à máquina esperando a hora de ela parar ou falhar para então interromper o processo. Pelo contrário, a Toyota definiu o termo *Jidoka* ou *autonomação*, que é a capacidade que a máquina tem de detectar o fim do processo, ou uma eventual falha, parar automaticamente e emitir um sinal de alerta. Desta forma um operador pode cuidar de diversas máquinas ao mesmo tempo.

O termo "enxuto" significa usar metade do esforço humano em uma fábrica,

metade do espaço de produção, metade do investimento em ferramentas e metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto com a metade do tempo.

A diferença mais notável, contudo, entre a produção em massa e a enxuta é que os produtores em massa têm um objetivo a ser alcançado - "bom o suficiente". Fazer melhor custaria muito ou excederia as capacidades inerentes ao ser humano. O produtor enxuto, por outro lado, define seus objetivos na perfeição, produzindo sempre maiores benefícios.

Na produção enxuta, cada indivíduo aprende um vasto número de habilidades profissionais e aplica sua criatividade no time. Isso contrasta com as tradicionais idéias de seguir uma carreira, onde um indivíduo desenvolve maiores níveis de conhecimento técnico e proficiência em uma área cada vez mais especializada.

2.1 AS ORIGENS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Henry Ford criou o Modelo T em 1908 - seu vigésimo design em um período de cinco anos. Ele tinha, no modelo T, finalmente encontrado dois objetivos: um carro que era desenhado para produção em escala industrial e que era *user-friendly* (literalmente "amigo do usuário" – praticamente qualquer pessoa poderia dirigir e consertar o carro sem um *chauffeur* ou mecânico).

A chave para a produção em massa não era a linha de montagem em movimento constante, como a maioria das pessoas acredita, mas sim a completa e consistente intercambiabilidade entre as peças e a simplicidade de encaixá-las, através da padronização de medidas.

Para alcançar a intercambiabilidade, Ford insistiu que o mesmo sistema de medidas fosse usado para cada peça por todo o processo. Ford também se beneficiou do recente desenvolvimento dos metais pré-endurecidos. Colocados juntos intercambiabilidade, simplicidade, e facilidade de colocar as peças juntas, Ford estava pronto para eliminar os ajustadores habilidosos, típicos da produção artesanal, que

sempre formaram a maior parte da força de trabalho das montadoras.

Em 1913, Ford introduziu a primeira linha de montagem móvel (rolante) na fábrica *Highland Park*, em Detroit. Em vez de usar trabalhadores individuais que criavam um automóvel completo antes de começarem outro, ele concebeu o trabalhador permanecendo em um ponto, e o produto, componentes e ferramentas viriam ao encontro do trabalhador. Isso criou o conceito do uso do trabalhador sem habilidade, que não mais precisava entender o processo produtivo completo, mas apenas precisava ser capaz de apertar duas porcas em dois parafusos, ou colocar uma roda em cada carro, repetindo a tarefa durante todo o dia. Ele havia não apenas criado as peças intercambiáveis, mas também os trabalhadores intercambiáveis.

Por volta de 1915, Ford finalmente integrou o processo para incluir a verticalização de fornecedores. Ao invés de comprar seus chassis e motores dos irmãos *Dodge* como ele fazia, e uma gama de outros produtos de outras firmas, ele trouxe todas essas funções para dentro da fábrica. A decisão foi feita porque Ford havia aperfeiçoado o sistema de produção em massa antes de seus fornecedores e pôde atingir substanciais reduções de preços fazendo tudo sozinho. Além disso, precisava de peças com tolerâncias próximas e escalas de entrega que ninguém poderia imaginar antes.

No começo dos anos 20, a *General Motors* (GM) também produzia automóveis através da produção em massa. Infelizmente, seu fundador, William Durant, era um clássico construtor de impérios, mas não tinha a menor idéia de como administrar algo depois que comprava. Ele foi retirado do comando em 1920 e substituído por Alfred Sloan. Para administrar as 5 maiores companhias da GM, Sloan desenvolveu o princípio de administrar baseado em resultados.

Sloan usou as mesmas teorias de gerenciamento descentralizadas por toda a companhia, interna e internacionalmente. Ele essencialmente desenvolveu a última parte da divisão de trabalho que Ford começou. Ford desenvolveu o especialista em retrabalho e o inspetor geral da linha de montagem, para administrar os erros dos trabalhadores, e os engenheiros para desenvolver os produtos e processos. Sloan adicionou o gerente

financeiro e especialista em *marketing* para controlar o restante da estrutura da empresa. Esse era o complemento de todo o sistema de produção em massa.

Enquanto o sistema em massa era aperfeiçoado nos EUA, também começava a florescer na Europa Ocidental. No fim dos anos 50, VolksWagen (alemã, VW), Renault (francesa) e Fiat (italiana) estavam produzindo em escala comparável a Detroit. Um grande número de produtores artesanais na Europa também havia feito a transição para a produção em massa. Infelizmente, seu sistema de produção não era nada mais que cópia do sistema de Detroit, porém com menos eficiência.

Em 1950, o engenheiro japonês Eiji Toyoda, visitou durante 3 meses a maior e mais complexa fábrica da Ford. Retornando ao Japão, com o auxílio de Taiichi Ohno, concluiu que o sistema de produção em massa nunca funcionaria no Japão. Dessa forma estava nascendo o que a Toyota veio a chamar de *Toyota Production System* (Sistema de Produção Toyota), e finalmente "produção enxuta".

A Toyota encontrou muitos problemas no Japão. Seu mercado interno era pequeno e demandava uma grande variedade de veículos: carros de luxo para autoridades, carros pequenos para as cidades lotadas, altos custos da energia, pequenos e grandes caminhões para agricultores e para a indústria. A força de trabalho interna japonesa não desejava ser tratada como um custo variável ou como peças intercambiáveis. O Japão também não tinha a vantagem de trabalhadores "hóspedes" (imigrantes temporários que aceitavam condições de trabalho péssimas em troca de um salário razoável, como acontecia no ocidente).

Nessa época, a produção da Toyota era de poucos milhares de carros por ano e, devido à crise do pós-guerra, não tinha capital para financiar a compra de dezenas de máquinas, que eram necessárias no sistema em massa. Ohno concluiu que em vez de dedicar toda uma série de máquinas para uma parte específica da produção sem mudar as ferramentas, ele desenvolveria técnicas simples de mudança rápida de ferramentas, e faria essas mudanças freqüentemente (a cada duas ou três horas, versus dois ou três meses na produção em massa). Dessa maneira, ele precisaria apenas de umas poucas

máquinas. Incrivelmente, ele descobriu que o preço de produção de um número menor de peças era menor, pois não havia gastos com estoque.

Ele não apenas economizava o preço do custo do estoque, como também fazia com que os erros fossem mais facilmente descobertos. Também teve a idéia de usar os trabalhadores da linha para realizar a substituição das ferramentas, ao invés dos especialistas que faziam essa tarefa no ocidente, enquanto os trabalhadores ficavam ociosos.

2.1.1 Foco no Processo

Segundo Shingo (1996), o mecanismo da produção deve ser definido como sendo uma intersecção de dois eixos de análise. Os processos no eixo Y, representando o fluxo de matérias-primas até o produto acabado e as operações no eixo X, representando o fluxo dos trabalhadores nas tarefas executadas. Este conceito muda o paradigma taylorista de que o processo é um somatório de operações e que ambos estão sob o mesmo eixo de análise. Assim, a melhoria do processo não passa pela melhoria das operações como preconizava Taylor, dividindo cada processo em pequenas operações. A melhoria passa principalmente pela melhoria dos processos, ou seja, do fluxo das matérias-primas e serviços associados. Isto muda o foco das organizações. Ao invés do foco no trabalhador e como melhor controlá-lo, passa-se a concentrar os esforços no processo.

Em conjunto com este conceito de Shingo (1996), Ohno (1997) desenvolveu dentro da *Toyota Motor Company* uma nova filosofia de produção, a qual foi batizada de Sistema Toyota de Produção. Este sistema se baseia em dois pilares básicos: o *Just-in-time* e a *autonomação (Jidoka)*. O *Just-in-time* é a busca de atendimento das necessidades dos clientes na quantidade, qualidade e no prazo com o mínimo possível de estoque de produto acabado e em processo. Já a *autonomação* é a automação dentro dos limites da inteligência e toque humano. Com o Sistema Toyota de Produção, há uma

mudança da unidade de produção. No paradigma taylorista, a unidade era um homem e uma máquina, inclusive os seus princípios eram implementados de forma individual. Enquanto no modelo japonês, a unidade de produção passa a ser um conjunto de operadores para um conjunto de máquinas e com a possibilidade de participação maior do trabalhador nas melhorias do processo. Em ambos os modelos, o reconhecimento do conhecimento tácito dos trabalhadores é um fator destacado. No entanto, com Taylor, o objetivo era da captura deste conhecimento do trabalhador e transferência do mesmo para a direção da empresa. Por outro lado, no Sistema Toyota de Produção, o conhecimento do trabalhador é capturado, mas o objetivo é do compartilhamento entre as células de trabalho. A palavra-chave é a melhoria contínua através do compartilhamento do conhecimento.

É comum ouvirmos o termo 3ª Revolução Industrial como referência ao Sistema Toyota de Produção. A 3ª Revolução Industrial também tem sua base tecnológica própria. É comum ouvirmos que o principal na reestruturação industrial não é a tecnologia, são as novas formas de gestão do trabalho. Isto é apenas parcialmente verdadeiro. A parte verdadeira é que o papel das novas máquinas CNC e dos robôs é relativo. A idéia do robô como símbolo da 3ª Revolução Industrial é uma fantasia. Mas existe uma alavanca tecnológica absolutamente indispensável à modernização em curso: o computador. No fundo o computador é uma nova linguagem. E mais: através de impulsos elétricos, o computador permite também conversar com as máquinas. Aí reside a base de toda a automação contemporânea.

No Sistema Toyota a produção é flexível e fabricam-se muitos modelos, em pequena quantidade. A demanda puxa a oferta. Como num supermercado, os artigos são repostos nas prateleiras à medida que são vendidos. Quando alguém compra um carro, a montadora produz outro igual. As indústrias de autopeças, por suas vez, repõem os componentes. Dentro da fábrica, idem: o setor subsequente "encomenda" o que necessita ao precedente. Para isso, as máquinas também têm de ser flexíveis. A flexibilidade está intimamente relacionada à evolução tecnológica e a computação atrelada às máquinas.

Não há perda. Só a produção acrescenta valor ao produto. Transporte, estocagem e controle de qualidade são reduzidos ao mínimo. Pelo sistema *Just-in-Time*, os fornecedores descarregam as encomendas num fluxo contínuo. Hoje a Toyota trabalha com estoques de apenas duas horas. Para coordenar tudo, o *Kanban* volta ao setor que a produziu: é a dica para fabricar uma outra peça igual.

O trabalho é polivalente. Desde 1955 um trabalhador da Toyota opera em média cinco máquinas. Mais tarde, formam-se equipes de oito que operam uma "ilha" de máquinas e ainda controlam a qualidade, fazem serviços simples de manutenção, limpam o maquinário.

A terceirização vira norma. Em vez da verticalização, subcontratam-se empresas. Cada empresa se "focaliza" numa especialidade. A Toyota só produz 25% das peças de seus carros e controla tudo via participação acionária, créditos, fornecimento de tecnologia. A terceirização melhora a escala de produção, alivia crises e reduz custos.

Um exame comparado das três Revoluções Industriais mostra várias semelhanças entre elas. Todas nascem do casamento entre um novo "hardware" (a base tecnológica) um novo "software" (organização) do trabalho. Mas há diferenças significativas. A 3ª Revolução Industrial, ao inverso das outras, não leva a uma fase de expansão da produção, dos investimentos, do consumo e do emprego. Ao contrário, seu início coincide com a recessão mundial de 1974 e é interessante observar como as empresas que adotam estas idéias conseguem crescer mesmo nas crises.

O avanço japonês exacerba a concorrência e reclama investimentos bilionários dos EUA e da Europa. Mas, contraditoriamente os investimentos são de tal porte e implicam tantos riscos que são travados por seu próprio tamanho. Todos perseguem a toque de caixa o paradigma toyotista, mas ficam no vermelho.

Após a crise do pós-guerra, o período das décadas de 70 a 90 é um período de reestruturação das economias avançadas. Este processo é liderado pelo Japão que já havia desenvolvido as ferramentas necessárias para enfrentar esta crise há muitos anos atrás. Este processo de reestruturação é chamado da terceira revolução industrial e na

Tabela 1 encontram-se as principais diferenças entre este período e o do taylorismo.

TABELA 1: DIFERENÇAS ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DO TAYLORISMO E A DA 3ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Princípios Gerenciais	Taylorismo (Produção em massa)	3ª Revolução Industrial (Produção enxuta)
Relação capital-trabalho	Conflito. Divisão entre direção e operação. Relação hierarquizada e centralizada.	Cooperação. Integração direção e operação. Relação horizontal e descentralizada.
Organização do processo de trabalho	O conhecimento tácito do trabalhador é transferido para o gerente.	O conhecimento tácito do trabalhador é valorizado e compartilhado.
Gestão do fluxo de materiais e informações	A unidade de trabalho é um local/tarefa. O trabalhador não participa das decisões e é considerado mão-de-obra. A produção é empurrada, ou seja, a produção vem antes da venda.	As unidades de trabalho são compartilhadas pelas equipes O trabalhador participa das decisões e é considerado cabeça-de-obra A produção é puxada, ou seja, a venda vem antes da produção.
Relações interempresariais	Verticalização das empresas.	Terceirização das empresas. Concentração no foco de atuação.

Fonte: A Máquina que Mudou o Mundo, 1990.

2.1.2 A Teoria das Restrições

Neste período surge também a Teoria das Restrições (TOC) preconizada pelo físico israelense Eliyahu Goldratt (1986), a qual incorpora um conceito sistêmico nas organizações. Este conceito da empresa em uma visão sistêmica aparece primeiramente com Bertalanffy (1977) que conceituou a organização como um sistema de variáveis mutuamente dependentes e que deveria ser estudada como um sistema. Desta forma, as operações e os processos passam a fazer parte de uma teia de inter-relações interdependentes. Para o conceito taylorista, estas relações não existiam e cada atividade deveria ser tratada individualmente, inclusive os trabalhadores. Já no conceito do Sistema Toyota de Produção, estas relações são separadas por dois eixos e interligadas através do *Kanban*. Em 1948, Bertalanffy (1977) já previra uma utilização dos conceitos da teoria geral dos sistemas nas organizações e citara que o crescimento da sua utilização estaria ligado aos aspectos dinâmicos e às organizações flexíveis.

No entanto, é com a teoria das restrições que este conceito sistêmico passa a ser incorporado às organizações, as quais passam a ser vistas como uma grande

corrente composta por diversos elos interdependentes. O conceito chave é que sempre haverá um elo mais fraco onde a corrente rompe e este deve ser protegido. Assim sendo, pode-se observar uma ruptura conceitual com o paradigma taylorista e similaridades com o Sistema Toyota de Produção. Com Taylor havia uma crença que melhorias locais necessariamente melhorariam o resultado global, pois a premissa era que o todo é a soma das partes. Com a teoria das restrições, esta premissa é alterada e conceitua que a melhoria do elo mais fraco da corrente chamado de gargalo ou restrição resultaria na melhoria do todo. Desta forma, existe uma necessidade da análise sistêmica da organização como um todo, atacando o ponto mais frágil. Fazendo uma analogia com o paradigma taylorista e com a teoria das restrições, pode-se dizer que o primeiro se preocupava com o peso da corrente e o segundo, com a resistência da mesma. A relação com o Sistema Toyota de Produção está na sincronização das atividades da corrente através do *Kanban*, impossibilitando a geração de estoques intermediários e sincronizando a produção. Com a TOC, este processo é similar, porém, identifica-se a restrição do sistema, vinculando-a as demais atividades da empresa.

Além disso, a TOC não é apenas uma metodologia de sincronização de produção e sim um paradigma sistêmico de gestão.

A TOC é fundamentada no princípio de que existe uma causa comum para muitos efeitos, de que os fenômenos que vemos são conseqüências de causas mais profundas. Esse princípio pode nos levar a uma visão sistêmica da empresa.

Assim, a TOC pode ser definida como uma estratégia global para a organização. Goldratt (1994) conceituou que a estratégia da organização deve definir três pontos chaves: ganhar dinheiro hoje e no futuro, satisfazer os funcionários hoje e no futuro e satisfazer o mercado hoje e no futuro.

2.1.3 Produção Enxuta: Comportamento Produtivo Voltado para a Competitividade

A fábrica enxuta é regida por um forte princípio de descentralização e

horizontalização da produção, voltada para um mercado exigente e, por isso, adota estratégias produtivas, nas quais seu objetivo consiste na obtenção do erro zero. Cada um dos membros da empresa é responsável pela qualidade de seu trabalho, produto e dos processos de fabricação. O objetivo final é a realização do princípio *Real-Time*; um sistema de produção capaz de reagir instantaneamente aos desejos dos clientes. O comportamento ideal dos membros de todos os turnos é a realização da estratégia *Kaizen*.

Para Womack e Jones (1992), a produção enxuta tem duas características fundamentais: transfere o máximo de tarefas e responsabilidades para os trabalhadores que realmente agregam valores (...) e, possui um sistema de detecção de defeitos que rapidamente relaciona cada problema à sua causa.

Coriat (1994) denomina o sistema de produção enxuta como a “fábrica mínima”, conceituando-a como uma “fábrica reduzida às suas funções, equipamentos e efetivos estritamente necessários para satisfazer a demanda diária ou semanal”.

Para o funcionamento dessa “fábrica mínima” são introduzidos mecanismos que asseguram e regulamentam a produção. O *Just-In-Time* - uma das técnicas introduzidas - “é um instrumento de controle da produção que busca atender à demanda da maneira mais rápida possível e minimizar os vários tipos de estoque da empresa”.

Antunes (1995) nos diz que: a produção é variada, diversificada e pronta para suprir o consumo. É este que determina o que será produzido, (...). Desse modo, a produção sustenta-se na existência do estoque mínimo.

Sobre o *Kanban* - sistema de supermercados - o seu uso se dá, segundo Coriat (1994), porque Ohno leu em um artigo na imprensa que uma empresa norte-americana de aviões havia adotado o sistema dito de “supermercado”, e decidiu aperfeiçoar o método e aplicá-lo em todos os níveis do processo de trabalho, adotando os seguintes princípios: o trabalhador do posto de trabalho posterior (aqui tomado como ‘cliente’) se abastece, sempre que necessário, de peças (‘os produtos comprados’) no posto de trabalho anterior (a seção). Assim sendo, o lançamento da fabricação no posto anterior só se faz para

realimentar a loja (a seção) em peças (produtos) vendidas.

Estes conceitos serão abordados com maiores detalhes nos próximos tópicos.

2.2 OS PILARES DE SUSTENTAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: *JUST-IN-TIME* E *JIDOKA*

É inegável que o *Just-in-Time* (JIT) tem a surpreendente capacidade de colocar em prática o princípio da redução dos custos através da completa eliminação das perdas. Talvez, por seu impacto sobre os tradicionais métodos de gerenciamento, tenha se criado uma identidade muito forte com o próprio *Toyota Production System* (TPS). No entanto, o TPS não deve ser interpretado como sendo essencialmente o JIT, o que por certo limitaria sua verdadeira abrangência e potencialidade. O JIT é nada mais do que uma técnica de gestão incorporada à estrutura do TPS que, ao lado do *Jidoka*, ocupa a posição de pilar de sustentação do sistema. Existem diferentes formas de representar a estrutura do Sistema Toyota de Produção. Segundo este sistema, o objetivo da Toyota é atender da melhor maneira as necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços da mais alta qualidade, ao mais baixo custo e no menor *lead time* possível. Tudo isso enquanto assegura um ambiente de trabalho onde segurança e moral dos trabalhadores constituam-se em preocupação fundamental da gerência.

FIGURA 01 – ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO – “CASA DA TOYOTA”



Fonte: Tritec Motors

2.2.1 *Just-In-Time*

A expressão em inglês *Just-In-Time* foi adotada pelos japoneses, mas não se consegue precisar a partir de quando ela começou a ser utilizada. Fala-se do surgimento da expressão na indústria naval, sendo incorporada, logo a seguir, pelas indústrias montadoras. Portanto, já seria um termo conhecido e amplamente utilizado nas indústrias antes das publicações que notabilizaram o JIT como um desenvolvimento da Toyota Motor Co. No entanto, Ohno (1997) afirma que o conceito JIT surgiu da idéia de Kiichiro Toyoda de que, numa indústria como a automobilística, o ideal seria ter todas as peças ao lado das linhas de montagem no momento exato de sua utilização.

Just-In-Time significa que cada processo deve ser suprido com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo. O objetivo do JIT é identificar, localizar e eliminar as perdas, garantindo um fluxo contínuo de produção. A viabilização do JIT depende de três fatores intrinsecamente relacionados: fluxo contínuo, *takt time* (tempo da tarefa) e produção puxada.

O fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do *lead time* de produção. A implementação de um fluxo contínuo na cadeia de agregação de valor normalmente requer a reorganização e rearranjo do *layout* fabril, convertendo os tradicionais *layouts* funcionais (ou *layouts* por processos), onde as máquinas e recursos estão agrupados de acordo com seus processos (ex: grupo de fresas, grupo de retíficas, grupo de prensas, etc.), para células de manufatura compostas dos diversos processos necessários à fabricação de determinada família de produtos.

A conversão das linhas tradicionais de fabricação e montagem em células de manufatura é somente um pequeno passo em direção à implementação da produção enxuta. O que realmente conduz ao fluxo contínuo é a capacidade de implementarmos um fluxo unitário (um a um) de produção, onde, no limite, os estoques entre processos sejam completamente eliminados. Desta forma garantimos a eliminação das perdas por estoque, perdas por espera e obtemos a redução do *lead time* de produção.

A implementação de um fluxo contínuo de produção torna necessário um perfeito balanceamento das operações ao longo da célula de fabricação e montagem. A abordagem da Toyota para o balanceamento das operações difere completamente da abordagem tradicional. O balanceamento tradicional procura nivelar os tempos de ciclo de cada trabalhador, de forma a fazer com que ambos trabalhadores recebam cargas de trabalho semelhantes. O tempo de ciclo é o tempo total necessário para que um trabalhador execute todas as operações alocadas a ele.

Além disso, no caso de uma fábrica onde há uma gama de produtos diferentes a serem fabricados, há a necessidade de nivelar também o fluxo de entrada de produtos. Por exemplo, se há a necessidade de produzir 70% do produto A, 20 % do produto B e 10% do produto C, temos basicamente duas maneiras de fazer isso:

- a) a maneira tradicional, largamente aplicada no sistema Taylorista, para minimizar os tempos de parada para ajuste dos processos e troca de ferramentas, prevê a produção em lotes contínuos, ou seja, A-A-A-A-A-A-A-B-B-C;
- b) a maneira enxuta ou nivelada para a qual a Toyota definiu o termo *Heijunka* (Womack & Jones, 1996). Ao contrário do sistema taylorista aonde o desafio era diluir os tempos de ajuste através de grandes lotes, o desafio da produção enxuta é diminuir os lotes e também os tempo de ajuste e troca de ferramentas. Desta maneira, estabelece-se a produção nivelada, ou o *mix* de produção, que neste caso seria: A-A-B-A-A-B-A-A-A-C, repetido continuamente.

Encaixar JIT neste novo *mix* de produção é um dos fatores chave do Sistema Toyota de Produção e que só foi possível através do desenvolvimento do conceito do *Kanban*.

Conforme Shingo (1996), o JIT pode ser comparado ao ato de extrair água de

uma toalha seca. Isto significa que ele é um sistema de eliminação total de perdas no ambiente produtivo. Neste caso, perda refere-se a tudo aquilo que não agrega valor ao produto.

Segundo Sobek (1998), a eliminação das perdas foi uma das primeiras filosofias adotadas pela Toyota, diferenciando-a da concorrência e alcançando uma vantagem competitiva que a fez por muito tempo liderar o mercado automobilístico em termos de produtividade no chão de fábrica, mesmo em tempos de crise.

Voss (1987) define *Just-in-Time* como uma abordagem disciplinada que visa aprimorar a produtividade global. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custos, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.

Segundo Hobbs (1994), o objetivo principal do JIT é a redução de estoques, pois esses têm sido utilizados freqüentemente pelas indústrias para esconder problemas de qualidade, de quebra de máquina e de preparação de máquina. Além disso, a redução de estoques propicia que os problemas de chão de fábrica tornem-se transparentes através de um gerenciamento visual, possibilitando que os problemas fiquem visíveis e possam ser eliminados através de esforços concentrados e priorizados.

De acordo com Bailey (1997), o JIT só é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários, com trabalhos em equipes possibilitando ao operador desempenhar multifunções no ambiente produtivo. Permitem também um ambiente altamente criativo e flexível, fatores preponderantes para responder às variações da demanda na conjuntura atual.

2.2.2 *Jidoka*

Em 1926, quando a família Toyoda ainda concentrava seus negócios na área têxtil, Sakichi Toyoda inventou um tear capaz de parar automaticamente quando a

quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos. Desta forma, ele conseguiu dispensar a atenção constante do operador durante o processamento, viabilizando a supervisão simultânea de diversos teares. Esta inovação revolucionou a tradicional e centenária indústria têxtil.

Em 1932, o recém-formado engenheiro mecânico Taiichi Ohno integrou-se à *Toyoda Spinning and Weaving*, onde permaneceu até ser transferido para a *Toyota Motor Company Ltda.*, em 1943. Tendo recebido “carta-branca” de Kiichiro Toyoda, então presidente do grupo, Ohno começou a introduzir mudanças nas linhas de fabricação da fábrica *Koromo* da *Toyota Motor Company* em 1947.

Ohno sabia que havia duas maneiras de aumentar a eficiência na linha de fabricação: aumentando a quantidade produzida ou reduzindo o número de trabalhadores. Em um mercado discreto como o mercado doméstico japonês na época, era evidente que o incremento na eficiência só poderia ser obtido a partir da diminuição do número de trabalhadores. A partir daí, Ohno procurou organizar o *layout* em linhas paralelas ou em forma de "L", de maneira que um trabalhador pudesse operar 3 ou 4 máquinas ao longo do ciclo de fabricação, conseguindo com isso aumentar a eficiência da produção de 2 a 3 vezes.

A implementação desta nova forma de organização exigiu de Ohno a formulação da seguinte questão: “Porque uma pessoa na *Toyota Motor Company* é capaz de operar apenas uma máquina enquanto na fábrica têxtil Toyoda uma operadora supervisiona 40 a 50 teares automáticos?” A resposta era que as máquinas na Toyota não estavam preparadas para parar automaticamente quando o processamento estivesse terminado ou quando algo de anormal acontecesse.

A invenção de Sakichi Toyoda, aplicada às máquinas da *Toyota Motor Company*, deu origem ao conceito de *Jidoka* ou *autonomação*, como também é conhecido. Na verdade, a palavra *Jidoka* significa simplesmente automação. *Ninben no aru jidoka* expressa o verdadeiro significado do conceito, ou seja, que a máquina é dotada de inteligência e toque humano.

Ainda que o *Jidoka* esteja freqüentemente associado à automação, ele não é um conceito restrito às máquinas. No TPS, *Jidoka* é ampliado para a aplicação em linhas de produção operadas manualmente. Neste caso, qualquer operador da linha pode parar a produção quando alguma anormalidade for detectada. *Jidoka* consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade.

A idéia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Quando a máquina interrompe o processamento ou o operador pára a linha de produção, imediatamente o problema torna-se visível ao próprio operador, aos seus colegas e à sua supervisão. Isto desencadeia um esforço conjunto para identificar a causa fundamental e eliminá-la, evitando a reincidência do problema e conseqüentemente reduzindo as paradas da linha. Pode-se dizer que a automação é um instrumento que alavanca a melhoria contínua.

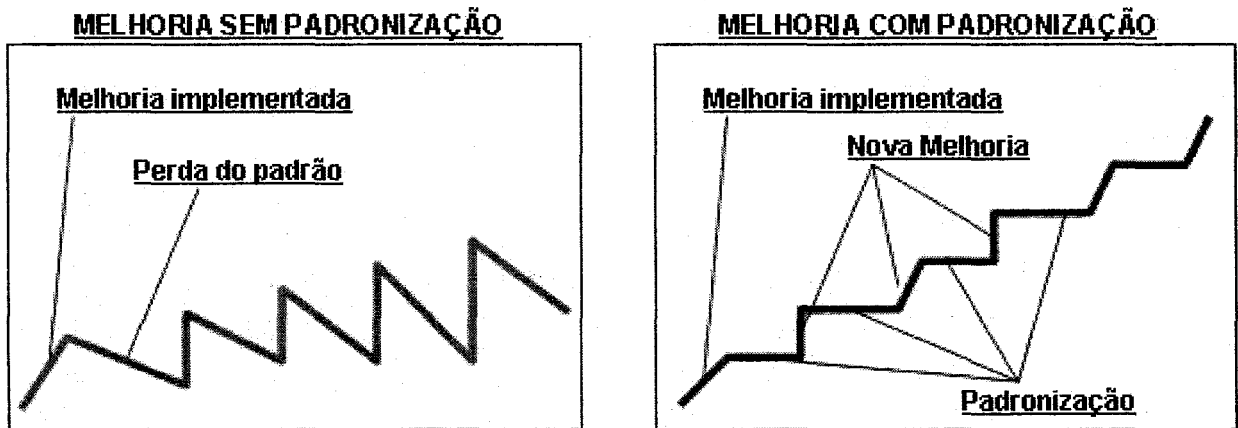
Quando Ohno iniciou suas experiências com o *Jidoka*, as linhas de produção paravam a todo instante, mas à medida que os problemas eram identificados, o número de erros começou a diminuir vertiginosamente. Hoje, nas fábricas da Toyota, o rendimento das linhas se aproxima dos 100%, ou seja, as linhas praticamente não param.

2.2.3 Padronização e *Kaizen*

A base sobre a qual estão assentados os pilares do TPS é composta por Padronização e *Kaizen*. *Kaizen* é a melhoria incremental e contínua de uma atividade, focada na eliminação de perdas, de forma a agregar mais valor ao produto / serviço com um mínimo de investimento.

A prática do *Kaizen* depende do contínuo monitoramento dos processos, através da utilização do ciclo de *Deming* (ciclo PDCA). Este processo desenvolve-se a partir da padronização da melhor solução e subsequente melhoria deste padrão, garantindo que os pequenos e incrementais ganhos sejam incorporados às práticas operacionais.

FIGURA 02 – PADRONIZAÇÃO FAVORECE A MELHORIA CONTÍNUA



Fonte: Tritec Motors

A melhoria estável, que permitirá lançar o processo no próximo nível, só pode ser alcançada a partir de processos padronizados. A subida pela escada (processo de *Kaizen*) só pode ser considerada segura e contínua se todos os degraus (padronização das operações), um após o outro, forem construídos de forma sólida e consistente. A prática do *Kaizen* sem padronização corresponde à tentativa de subir a escada, depositando-se todo o peso do corpo sobre um degrau mal estruturado; o risco do degrau ruir e com ele nos levar escadaria abaixo é iminente.

2.3 OUTROS CONCEITOS E FERRAMENTAS UTILIZADOS NA TOYOTA

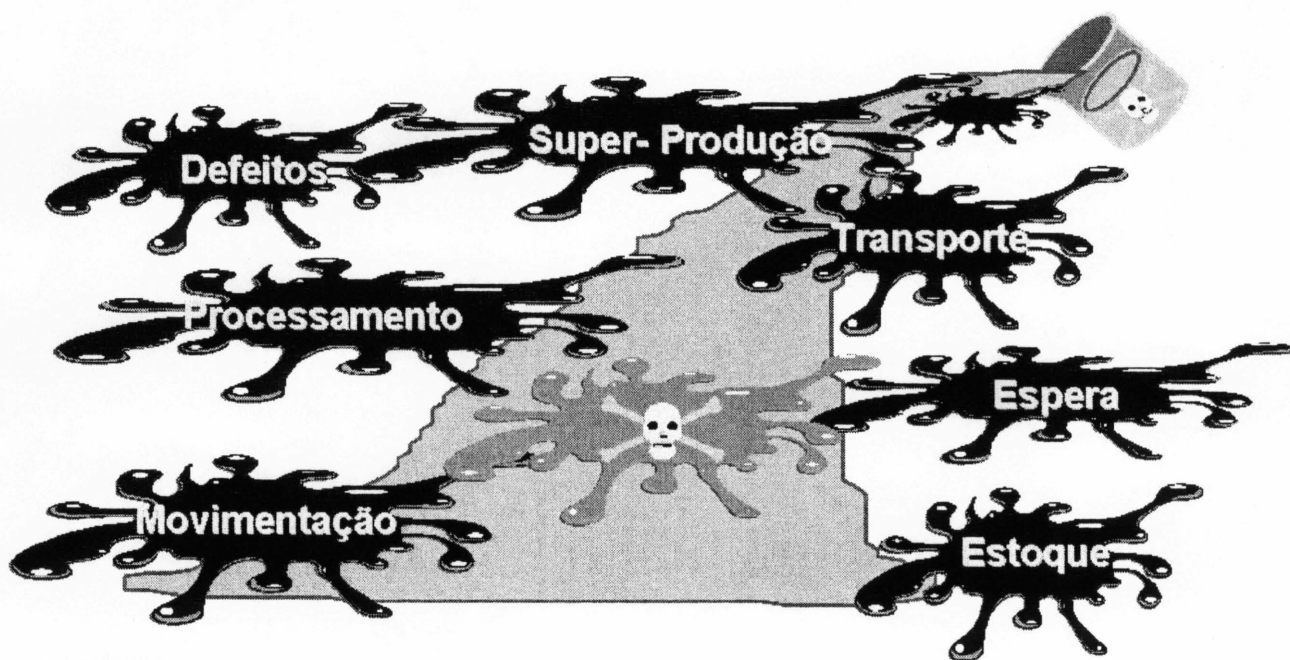
Entre as muitas ferramentas do Sistema Toyota de Produção destacam-se: sistema *Kanban*, *Poka Yoke*, 5S, método de sinalização, comunicação visual e a troca rápida de ferramenta, todos utilizados constantemente no processo contínuo de produção.

2.3.1 As Sete Perdas no Processo Produtivo

Na verdade, a essência do TPS é a perseguição e eliminação de toda e qualquer perda. É o que na Toyota se conhece como “princípio do não-custo”. A Figura 03

representa as sete perdas principais em um processo produtivo.

FIGURA 03 – AS SETE PERDAS NO PROCESSO PRODUTIVO



Fonte: Tritec Motors

As ferramentas do TPS buscam evitar ao máximo a ocorrência por perdas. As perdas, conforme Ohno (1988) conceitua, podem ser descritas como:

2.3.1.1 Perda por superprodução (quantidade e antecipada)

É produzir antecipadamente à demanda por motivos de problemas ou restrições no processo ou ainda devido aos altos tempos de *setup*. Isto tudo ocasiona uma superprodução que gera estoque fazendo crescer os custos para manutenção e manuseio dos mesmos. O *Just-In-Time* sugere que se produza somente o que é necessário coordenando a demanda e a capacidade de produção, eliminando as restrições no processo e diminuindo o *setup*.

2.3.1.2 Perda por espera

Eliminar o tempo de espera dos materiais que estão aguardando para serem processados ou de mão-de-obra aguardando a chegada de peças. O foco não é no fluxo de materiais nem a taxa de utilização das máquinas, mas sim a mão-de-obra e os equipamentos que só irão trabalhar quando houver necessidades. Atividades coordenadas irão contribuir para eliminar esta perda.

2.3.1.3 Perda por transporte ou movimentação

A movimentação dos estoques não agrega valor ao produto e é considerada como atividade improdutiva. Deve-se reduzir ao máximo as distâncias a serem percorridas, para reduzir os tempos de transporte.

2.3.1.4 Perda por processos que não agregam valor

O processo produtivo deve ser planejado e desenvolvido de forma que não haja atividades desnecessárias, inclusive, se possível, buscando a redução de matérias-primas que compõem o produto.

2.3.1.5 Perda por estoque

Representam perdas ocasionadas pela necessidade de manter os produtos não vendidos estocados. Deve-se produzir de acordo com a demanda do cliente e os estoques de matéria-prima e estoque de produtos em processamento devem ser minimizados.

2.3.1.6 Perda por ineficiência

Representa todos os retrabalhos necessários durante o processo produtivo;

2.3.1.7 Perda por defeitos

Representa todas as perdas por refugo de peças.

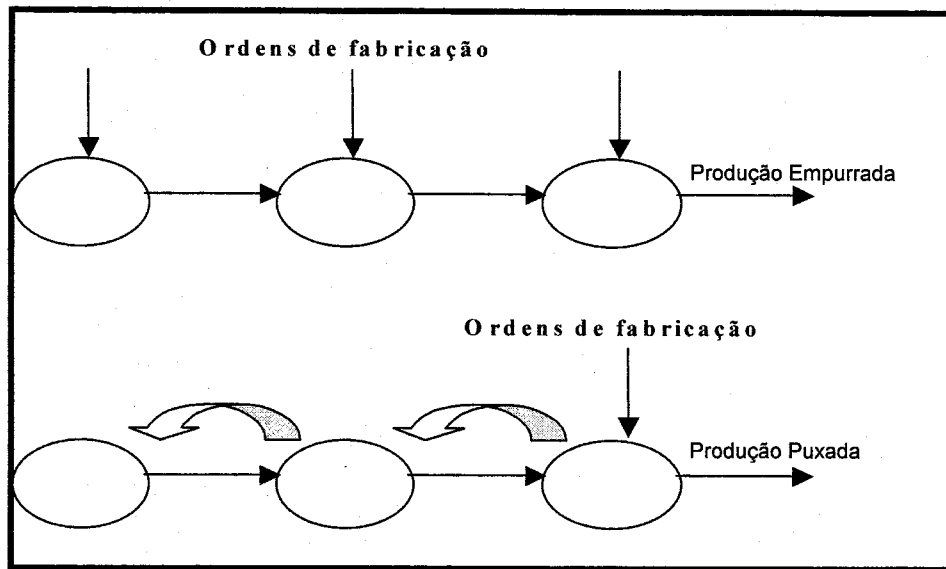
A eliminação das perdas é fator fundamental para excelência do *Just-In-Time* e requer os seguintes princípios:

- a) Qualidade: deve ser alta, para diminuir os custos por não conformidade do produto;
- b) Velocidade: essencial para atender a demanda no momento da necessidade no cliente;
- c) Confiabilidade: pré-requisito para se ter um fluxo de produção otimizado;
- d) Flexibilidade: importante desenvolver a flexibilidade da produção, em caso de variação do *mix* de produtos, os funcionários devem estar preparados.

2.3.2 Kanban

A técnica *Kanban* foi desenvolvida "com o objetivo de tornar simples e rápidas as atividades de programação, controle e acompanhamento de sistemas de produção em lotes" (Tubino, 1999, p.85).

FIGURA 04 - DINÂMICA DOS PRINCÍPIOS DE EMPURRAR E PUXAR A PRODUÇÃO



Fonte: Moura (1995)

Essa técnica surgiu pela observação da maneira como os supermercados gerenciam seus estoques na prateleira. O repositor monitora a quantidade de itens nas prateleiras. Quando essa quantidade reduz-se de um determinado nível definido, o repositor retira produtos do estoque e coloca-os na prateleira, até que esse processo ocorra novamente. Essa técnica é chamada de “puxada” pela razão da produção ocorrer somente após a solicitação do cliente. Moura (1995) evidencia essa dinâmica, através da figura 4, e a compara com o princípio de empurrar a produção.

Enquanto na produção empurrada as ordens de fabricação são emitidas para cada posto de fabricação, na produção puxada a ordem é emitida apenas no último posto, que ao buscar material no posto anterior o autoriza a fabricar um novo lote. A extensão deste procedimento para todos os postos de trabalho anteriores, é o que comanda a produção.

Corrêa e Giancesi (1996) afirmam que o *Kanban* “age como disparador da produção de centros produtivos em estágios anteriores do processo produtivo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais”.

Esta técnica utiliza sinais para comandar a produção e movimentação dos itens pela fábrica (Tubino, 1999).

Esses cartões *Kanban*, segundo Corrêa e Gianesi (1996), são denominados *Kanban* de produção e *Kanban* de transporte. O *Kanban* de produção autoriza o processo produtivo a iniciar a produção de um lote de determinado item. Ele contém várias informações para identificar o item, como a sua descrição, o tamanho do lote, os materiais necessários entre outros.

O *Kanban* de transporte “é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica”, segundo Corrêa e Gianesi (1996). Ele geralmente contém algumas informações do *Kanban* de produção, como descrição do item e tamanho do lote, acrescido das informações do centro de produção de origem e centro de produção de destino.

A esses dois *Kanbans* Tubino (1999) acresce um terceiro, chamado *Kanban* de fornecedor. Esse *Kanban* é similar ao *Kanban* de transporte, porém é utilizado para comunicar a fornecedores externos da necessidade de reposição de itens. As informações nele contidas são semelhantes as do *Kanban* de movimentação, com a adição dos dados do fornecedor, horários e ciclos de entregas.

Há dois procedimentos que podem ser usados para comandar a utilização dos *Kanbans*: o sistema de cartão único e o sistema de dois cartões.

O sistema de *Kanban* único é próprio para empresas que tenham o *layout* contínuo, tendo os postos de fabricação lado-a-lado. Dessa forma, quando o estágio-cliente requer um novo lote, ele retira o material do estoque e deixa o *Kanban* para informar qual o componente foi requisitado. Ao perceber a presença do *Kanban*, o estágio-fornecedor processa um lote igual ao que foi retirado pelo estágio-cliente.

Cabe aqui salientar que a técnica *Kanban* objetiva a minimização de estoques, tanto em processo quanto em produtos finais. Porém, a técnica prevê a formação de estoques entre os processos, para haver resposta rápida ao cliente. Dessa forma, geralmente irá haver estoques de produtos finais que, ao serem retirados pelos clientes,

dão início ao processo. O estágio final retira o lote do seu estágio-fornecedor e o processa, ocorrendo essa dinâmica em todo o sistema.

O sistema com dois cartões é empregado em processos onde o cliente está longe do fornecedor. O processo é basicamente o mesmo do outro sistema, porém, neste se faz presente o movimentador. Quando o operador retira material do estoque para processá-lo, ele deixa o *Kanban* de movimentação. Periodicamente, o movimentador, ao visitar os estágios, recolhe os *Kanbans* de movimentação e vai ao estágio fornecedor para retirar um novo lote daquele item. Nesse processo, ele coloca o *Kanban* de produção para autorizar a fabricação e leva o lote requerido para o estágio-cliente. O processo é contínuo, e o movimentador é o responsável pela dinâmica do mesmo.

Tubino (1999) afirma que, apesar de ser idealizado para processos repetitivos em lotes, outros processos podem usufruir dos seus princípios, em partes do processo que tenham características de repetitividade. Esse mesmo autor elenca algumas vantagens da adoção do *Kanban* como técnica da programação da produção. Entre elas estão: permite a identificação imediata de problemas; reduz a necessidade de equipamentos e movimentação; dispensa a necessidade de inventários periódicos.

2.3.3 *Poka-Yoke*

Métodos que ajudam os operadores a evitar erros em seu trabalho, tais como escolha de peça errada, montagem incorreta de uma peça, esquecimento de um componente, etc. Também conhecido como *Poka-Yoke* (à prova de defeitos) ou *Baka Yoke* (à prova de “bobeira”).

FIGURA 05 – OS NÍVEIS DE APLICAÇÃO DE *POKA-YOKE*



Fonte: Tritec Motors

Exemplos comuns incluem:

- a) Projetos de produtos com formas físicas que tornam impossível a montagem de peças de uma maneira que não seja correta;
- b) Focélulas acima dos *containers* das peças, a fim de evitar que um produto passe para a etapa seguinte, se as mãos do operador não tiverem interrompido o fecho de luz para pegar as peças necessárias;
- c) Sistema mais complexo de monitoramento de peças, também com focélulas, mas com a lógica adicional de garantir que a combinação correta de peças tenha sido feita para o produto que está sendo montado.

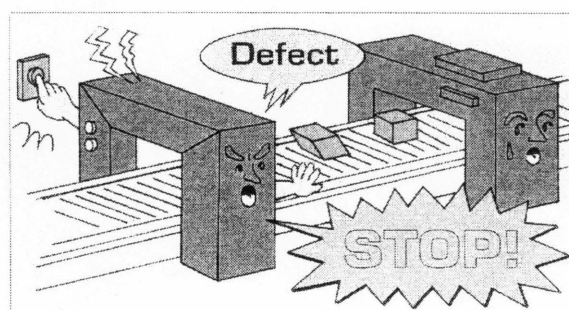
Segundo Shingo (1996), há duas maneiras possíveis nas quais *Poka-Yoke* pode ser usado para corrigir erros:

- a) Método de Controle: quando o *Poka-Yoke* é ativado, a máquina ou a linha de processamento pára, de forma que o problema pode ser corrigido;

- b) Método de Advertência: quando o *Poka-Yoke* é ativado, um alarme soa, ou uma luz sinaliza, visando alertar o operador.

O *Poka Yoke* de controle é o dispositivo corretivo mais poderoso, porque paralisa o processo até que a condição causadora de defeito tenha sido corrigida (Figura 06). O *Poka-Yoke* de advertência permite que o processo que está gerando o defeito continue, caso os operarios não atendam ao aviso. A frequência com que ocorrem os defeitos e o fato de eles poderem ou não ser corrigidos, uma vez que tenham ocorrido, irá influenciar na escolha entre dois métodos.

FIGURA 06 – DISPOSITIVO QUE PÁRA OS DEFEITOS (*POKA-YOKE*)



Fonte: Tritec Motors

Em geral, defeitos ocasionais são corrigidos automaticamente. Por exemplo, uma falha em parte da matéria-prima causa defeitos nas peças produzidas com essa porção defeituosa; porém as peças subseqüentes serão boas. Defeitos mais freqüentes, geralmente exigem um *Poka-Yoke* de controle. Se a freqüência do defeito é baixa e o defeito puder ser corrigido, é aconselhado *Poka-Yoke* de advertência. Entretanto, quando o defeito é impossível de ser corrigido, é preferível um *Poka-Yoke* de controle, seja qual for a freqüência com que ocorre este defeito.

Quando os defeitos continuarem a ser produzidos até que uma intervenção humana ou mecânica ocorra (por exemplo, uma puncionadeira quebrada que cause rejeitos continuamente) o *Poka-Yoke* de controle é sempre o mais eficaz.

Em cada caso, a decisão de implementar um *Poka-Yoke* deve ser feita com base em uma análise custo-benefício. O *Poka-Yoke* de controle é o mais eficiente na maioria dos casos.

Entretanto, o *Poka-Yoke* é apenas um meio e não um fim em si mesmo. Portanto, antes de projetar e instalar algum dispositivo, devemos primeiramente determinar se nos basearemos na auto-inspeção, na inspeção na fonte ou na inspeção sucessiva. Uma vez que essa decisão tenha sido feita, o *Poka-Yoke* é utilizável como medida prática para atingir a inspeção 100%.

Se as medidas de inspeção forem possíveis, elas podem ser incorporadas em um dispositivo *Poka-Yoke*, ou, ainda melhor, em algumas formas de inspeção na fonte ou auto-inspeção. A inspeção sucessiva deve ser reservada para os casos onde apenas a inspeção sensorial seja possível, pelo fato de detectar defeitos somente após o primeiro ter ocorrido. Além disso, ela só deve ser adotada quando nem a auto-inspeção e tampouco a inspeção na fonte forem viáveis por motivos técnicos ou econômicos.

2.3.4 Organização do Local de Trabalho – 5S

Trata-se de cinco termos relacionados, começando com a letra S, que descrevem práticas para o ambiente de trabalho, úteis para o gerenciamento visual e para a produção enxuta. Os cinco termos em japonês são:

- a) *Seiri* (senso de utilização): significa separar os itens necessários dos desnecessários, descartando estes últimos, ou seja, tudo o que não for necessário para a produção num futuro próximo deve ser removido, como por exemplo: inventário de material em processo, excesso de equipamento, ferramental, material de uso pessoal. As vantagens para este item seria a liberação de espaço e de materiais, que poderão ser aproveitados em outras áreas;

- b) *Seiton* (senso de localização): significa organizar o que sobrou, um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar, ou seja, cada coisa deve ter o seu lugar para que, sendo necessária, seja encontrada facilmente. O principal objetivo da locação é criar a habilidade de detectar que algo não está onde deveria estar. A localização procura: demarcar o lugar de cada objeto, devolver os objetos usados para uma locação fixa e manter os objetos que são usados em conjunto, agrupados num mesmo local;
- c) *Seiso* (senso de limpeza): significa que área ou sistema produtivo deve ser mantido limpo constantemente. Um local de trabalho limpo transmite a mensagem de que ali se procura trabalhar com qualidade. Deve-se limpar adequadamente as máquinas, dispositivos, equipamentos, chão, paredes, teto, etc. A limpeza deve ser o suficiente para evitar problemas de qualidade e manutenção, saúde e segurança. A pessoa ou grupo responsável deve procurar reduzir sistematicamente os tempos de limpeza;
- d) *Seiketsu* (senso de padronização) significa que a padronização resultante do bom desempenho nos três primeiros “sensos” citados anteriormente. É o senso de conservação, pois a definição de padrões é fundamental para a manutenção dos progressos alcançados pelo grupo. Trata-se de definir padrões e procedimentos para as melhorias alcançadas. Procura-se registrar os padrões definidos: pasta com fotos, procedimentos de organização e limpeza;
- e) *Shitsuke* (senso de autodisciplina): significa ter disciplina para manter em andamento os quatro primeiros “sensos”. Disciplina é trabalhar conscientemente através de regras de organização, locação e limpeza. Trata-se de valorizar o espírito de equipe, eliminando a necessidade de fiscalização externa: os membros da equipe são os responsáveis. Procura-se incentivar a autodisciplina, eliminar a insegurança nas ações pessoais e consolidar a cultura do 5s.

Os 5s são normalmente traduzidos para o português como acima descritos (utilização, organização, limpeza, padronização e autodisciplina). Alguns praticantes do pensamento da produção enxuta adicionam um sexto S para a segurança, ou seja, estabelecer e praticar procedimentos seguros no chão de fábrica e no escritório.

2.3.5 Sinalização: *Andon Board*

Existem várias formas de sinalização no Sistema de Toyota de Produção, principalmente aquelas que permitem uma comunicação binária, ou seja, uma comunicação direta sem geração de dúvidas na sua interpretação.

Uma destas ferramentas utilizadas no gerenciamento visual do Sistema Toyota de Produção é o *Andon*. Esta ferramenta mostra o estado das operações em uma área e avisa quando ocorrer algo de anormal.

Um *Andon* pode indicar o status da produção (por exemplo, quais máquinas estão operando), uma anormalidade (por exemplo, parada da máquina, problema de qualidade, erros de ferramental, atrasos do operador e falta de materiais) e as ações necessárias, como a necessidade de trocas. Um *Andon* também pode ser utilizado para descrever o status da produção, em termos do número planejado de unidades, em comparação ao resultado real.

Um típico *Andon*, que é o termo japonês para “lâmpada”, é um luminoso com linhas de números que correspondem às estações de trabalho ou às máquinas. Um número se acende quando um problema é detectado por um sensor. A luz se acende automaticamente ou é acesa por um operador, que puxa uma corda ou aperta um botão. O número iluminado exige uma reação rápida do líder da equipe. Luzes coloridas sobre as máquinas, sinalizando problemas (em vermelho) ou mostrando que a operação está ocorrendo normalmente (em verde), são um outro tipo de *Andon*.

Entre os vários motivos de se utilizar o *Andon* estão: os defeitos não são passados ao cliente, os problemas se tornam visíveis (rapidamente mostrados, ao invés

de serem escondidos) e aparecem para serem resolvidos (ao invés de acostumar-se a conviver com os mesmos), as causas dos defeitos são facilmente rastreadas no processo e não dependem tanto de inspeção final. A inteligência das pessoas é melhor aproveitada e o retrabalho é evitado.

Portanto, segundo Shingo (1996), ao surgirem os problemas, controles visuais como o *Andon* (luzes indicadoras) mostram aos supervisores e a todos onde está o problema. Que os problemas sejam de imediato comunicados de forma visual a todos é característica notável do Sistema Toyota de Produção, mas, o mais importante é que, quando ocorrem problemas, soluções reais são dadas a esses problemas. A Toyota valoriza o aparecimento de um problema pois ele representa uma oportunidade real de melhoria.

A Figura 07 nos apresenta um dos *Andon* utilizados na fábrica da Tritec.

FIGURA 07 - PAINEL *ANDON*



Fonte: Tritec Motors

2.3.6 Troca Rápida de Ferramenta

Não é exagero afirmar que a extraordinária redução nos tempos de troca de ferramentas e matrizes é um fator de fundamental importância no sucesso do Sistema

Toyota de Produção. A produção contra-pedido e sem estoque exige, incondicionalmente, redução no tempo de *setup*.

A flexibilidade das operações produtivas, e do sistema com um todo está atrelada à capacidade de mudar de um produto para outro no menor tempo possível.

A troca rápida de ferramenta (TRF) é um método científico que usa princípios de engenharia para que resultados sejam obtidos, e não apenas um método administrativo de melhor aproveitamento de recursos (Shingo, 1996).

A TRF é um ótimo exemplo do tipo de melhorias que podem ser obtidas quando equipes de operários, engenheiros de manufatura e de ferramentas são postos de frente a problemas que na maioria das vezes sequer são percebidos.

A maximização do uso das técnicas de troca rápida de ferramenta em um único toque é uma das chaves para a flexibilização da empresa enxuta. Isso permitirá:

- a) Responder as flutuações da demanda do cliente, pois agora o cliente está puxando a produção, e não mais será necessário trabalhar com um “*make to stock*”, e muito menos com os grandes estoques de material acabado para responder aos possíveis picos na demanda;
- b) Problemas de qualidade gerados pelo produto ou processo não comprometerão grandes quantidades de peças processadas;
- c) Mudanças de engenharia, ou a necessidade de produção de outros produtos na mesma linha são facilmente introduzidas na programação de produção.

A TRF proporciona mais velocidade de resposta ao sistema, uma vez que em poucos minutos um equipamento pode sair da produção do produto A para o produto B. Proporciona mais flexibilidade ao sistema, pois não haverá a preocupação de que o equipamento ficará indisponível por horas até que esteja pronto para o próximo tipo de produto.

Atualmente, a demanda por sistemas produtivos mais competitivos e eficientes é

cada vez mais evidente nas indústrias de manufatura. Os aspectos relacionados à eficácia das linhas de produção são fundamentais para adequar as empresas dentro dos objetivos de atender as necessidades dos clientes e, especialmente, estar à frente da concorrência.

Um aspecto interessante do Sistema Toyota de Produção é que mesmo com atividades, conexões e fluxos de produção rigidamente padronizados, consegue-se ao mesmo tempo ter operações muito flexíveis e adaptáveis (Spear e Bowen, 1999).

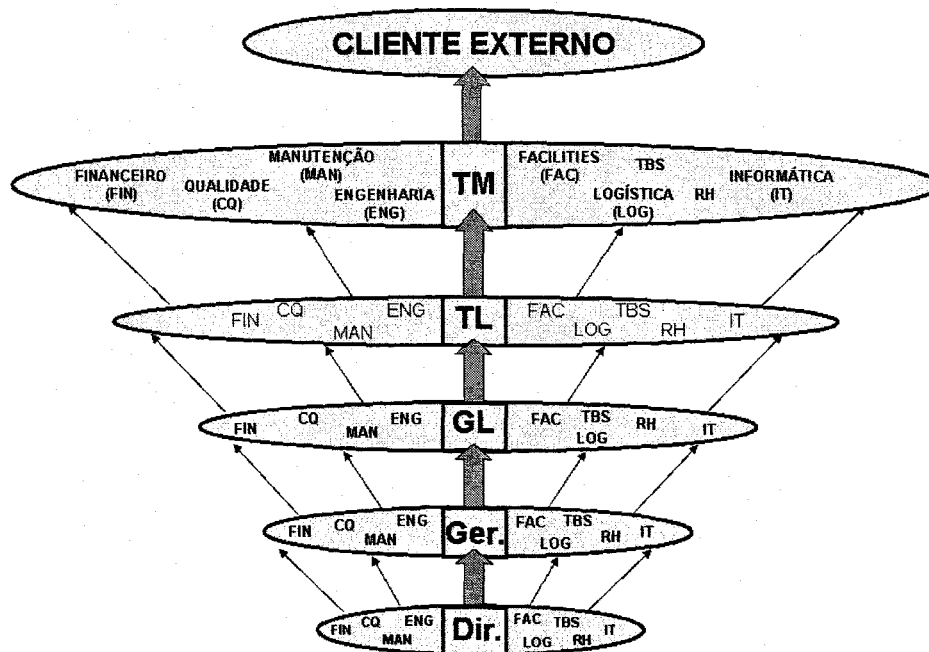
2.3.7 Relação Cliente-Fornecedor

Um conceito interessante que também está ligado à comunicação dentro do ambiente fabril, assim como o gerenciamento visual e a comunicação via *Andon* ou cartão *Kanban*, é a Relação Cliente-Fornecedor.

Basicamente este conceito posiciona cada membro da equipe numa rede de relações e de responsabilidades dentro da cadeia produtiva. No centro desta cadeia estão as funções responsáveis por agregar valor ao produto. Pode-se comparar à uma espinha dorsal, onde cada vértebra é uma função do processo produtivo. Posicionam-se no centro desta cadeia os Operários (*Team Members*) que reportam e comunicam diretamente com seus líderes (*Team Leaders*). Estes por sua vez reportam para os líderes de grupo (*Group Leaders*). De cada vértebra partem relações de comunicação direta com as áreas de suporte, Engenharia de Manufatura, Manutenção, Logística, etc. Assim estabelece-se uma rede de comunicações clara e direta entre clientes e fornecedores dentro da cadeia produtiva.

A Figura 08 ilustra a formação desta cadeia de relação Cliente-Fornecedor.

FIGURA 08 - CADEIA DE RELAÇÃO CLIENTE-FORNECEDOR



Fonte: Tritec Motors

2.3.8 As Quatro Regras do TPS

Após quatro anos de pesquisa, buscando entender porque tão poucas firmas no mundo conseguiram imitar com sucesso o modelo da Toyota, mesmo após esta companhia ter sido extraordinariamente estudada sobre seus processos, dois pesquisadores de Harvard, Steven Spear e Kent Bowen, em seu artigo "Decodificando o DNA da Toyota" (Anexo B), publicado em 1999 pela *Harvard Business Review*, propõe que o TPS pode ser resumido em apenas quatro regras básicas:

FIGURA 09 – AS QUATRO REGRAS DO SISTEMA TPS

✓ **Regra 1: PADRONIZAÇÃO**

✓ **Regra 2: COMUNICAÇÃO BINÁRIA**

✓ **Regra 3: FLUXO SIMPLES E DIRETO**

✓ **Regra 4: MELHORIA CONTÍNUA**

Fonte: Artigo Decodificando o DNA da Toyota, 1999

- a) Regra 1 - Todo trabalho deve ser altamente especificado quanto a conteúdo, seqüência, andamento e resultado. Basicamente isto reflete a padronização das atividades;
- b) Regra 2 - Cada conexão cliente-fornecedor tem que ser direta e deve existir um processo não ambíguo de fazer solicitações e receber respostas. Isto é a comunicação simples e direta, sem margem para dúvidas, entre clientes e fornecedores da cadeia produtiva. Existe um problema, sim ou não. Preciso de uma peça, não duas ou três. O produto está bom ou ruim;
- c) Regra 3 - O caminho para cada produto ou serviço deve ser simples e direto. Isso nada mais é do que a eliminação de desperdícios de movimentação;
- d) Regra 4 - Qualquer melhoria deve ser feita de acordo com o método científico, sob a orientação de um instrutor, no nível organizacional mais baixo possível. Esta regra representa a preocupação com o aprendizado, a solução de problemas e a melhoria contínua.

3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada na pesquisa parte da análise de caso de uma empresa real que utiliza os conceitos do Sistema Toyota de Produção. Como mencionado anteriormente, a empresa escolhida foi a Tritec Motors, pelos motivos também já mencionados. Desta forma, iniciaremos demonstrando por meio de exemplos qual é o estágio atual da implementação deste sistema na empresa. Buscaremos demonstrar a utilização de ferramentas como: o Sistema *Kanban*, os dispositivos à prova de erros (*Poka-Yoke*), a organização do trabalho (5S), a comunicação visual (*Andon*) e a troca rápida de ferramenta (TRF) nas linhas de produção, além de analisar a estrutura básica do sistema produtivo adotado pela empresa, em concordância com os conceitos do Sistema Toyota de Produção. Esta ilustração servirá de base para a análise sobre os resultados obtidos pela empresa pela utilização destes conceitos. A avaliação destes resultados é feita através de indicadores específicos desenvolvidos por ela.

Para avaliar se estes indicadores realmente são eficientes seria necessário compará-los com indicadores já existentes na literatura. Entretanto, constatou-se que a divulgação destes indicadores é extremamente restrita e o que há na literatura não traz o aprofundamento necessário para uma real comparação com o caso prático estudado. Além disso, a literatura encontrada apresenta somente informações sobre montadoras de veículos, cuja realidade difere bastante de uma fábrica de motores. Mesmo nestes exemplos encontrados, a utilização de indicadores se faz apenas a título de comparação entre empresas tidas como enxutas e empresas não enxutas. Nestes casos, a maioria dos indicadores utilizados são indicadores convencionais da indústria, ou seja, nada específico sobre manufatura enxuta.

Como será visto na entrevista realizada na empresa (ver Apêndice A), o processo de definição destes indicadores ainda está em fase de estudo, implementação e aprimoramento, tanto na Tritec quanto na própria Daimlerchrysler, proprietária da Tritec, que está desenvolvendo um estudo nos Estados Unidos, que servirá de base para a

definição de indicadores de manufatura enxuta para toda a corporação. A empresa escolhida como base para este estudo da Daimlerchrysler foi a Tritec Motors.

Por esta razão, limitaremos nossa pesquisa somente em apresentar e descrever os indicadores atualmente utilizados na empresa, sem a oportunidade de compará-los com outros já existentes nem validar ou não sua utilização. Buscaremos, sim, demonstrar a evolução deles no decorrer dos anos de operação da Tritec, evidenciando assim o que foi frisado durante a pesquisa: que os conceitos TPS permeiam toda a organização, alavancando uma melhoria que afeta todos os índices da planta.

Analisaremos o estágio atual de implementação do sistema na empresa através de um questionário a ser respondido pelos colaboradores do departamento responsável pela disseminação dos conceitos TPS na fábrica e também pela observação da fábrica, dos postos de trabalho e do dia-a-dia de operação.

3.1 COLETA DE DADOS

Os dados da pesquisa serão obtidos na empresa, sendo subdivididos conforme abaixo:

- a) Dados primários: observação direta dos processos, observação participante, entrevistas estruturadas e semi-estruturadas;
- b) Dados secundários: serão obtidos de documentos e relatórios internos da empresa.

3.2 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados da pesquisa serão tratados da seguinte forma:

- a) Os dados referentes à observação direta e participante dos processos, serão descritos como exemplo da implementação das ferramentas do Sistema

Toyota de Produção na empresa;

- b) Os dados das entrevistas realizadas na empresa serão utilizados para dar o direcionamento na pesquisa dos indicadores e ilustrar pontos importantes do estágio atual de implementação do sistema na empresa;
- c) Os dados provenientes de documentos internos e relatórios da empresa serão utilizados para a descrição e avaliação qualitativa e quantitativa dos indicadores que serão apresentados.

Todos os dados obtidos servirão de base para as conclusões que serão apresentadas no final da pesquisa.

4 ESTUDO DE CASO: TRITEC MOTORS

A seguir iniciaremos o Estudo de Caso que foi realizado na empresa Tritec Motors Limitada. Esta empresa tem sido diversas vezes citada como referência na utilização dos conceitos de *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta. Como veremos, ela na verdade foi concebida segundo os moldes do Sistema Toyota de Produção, ou seja, desde o seu projeto foi desenhada para trabalhar de maneira enxuta. Contudo, não se limitou a imitar os conceitos aplicados na Toyota, por entender que o sucesso depende da realidade de cada empresa e não existe um modelo ou uma fórmula que possa ser aplicada de maneira direta, e desenvolveu o seu próprio sistema de produção, que chamaremos a partir de agora de *Tritec Business System*, ou, simplesmente, TBS.

4.1 A EMPRESA

A Tritec Motors Limitada é uma *Joint Venture* estabelecida no Brasil em outubro de 1997 pelas corporações da Daimlerchrysler e BMW, para a produção de motores à gasolina de baixa cilindrada, que equipam veículos das respectivas marcas.

O objetivo da formação da Tritec foi a produção de uma família de motores que fosse comum a ambas as marcas. Desta forma, todo um trabalho de engenharia simultânea foi realizado no início do projeto para desenvolvimento de sua linha de produtos e de toda a estrutura fabril e de máquinas necessária para produção destes motores de maneira enxuta. Após este período de preparação, a Tritec iniciou suas atividades de manufatura em Outubro de 2000, passando a fornecer os motores para veículos como o Mini, da BMW, e os veículos Néon e PT Cruiser, da Daimlerchrysler. A partir do ano de 2003 a Tritec passou a atuar também no mercado global, aonde conquistou importantes clientes na China e pretende expandir para o restante da Ásia e também no mercado nacional.

Para tornar-se capaz de produzir motores para marcas de extremo renome em

qualidade, como é o caso da BMW e DCC, a Tritec precisou servir-se do que há de mais moderno em termos de tecnologia e recursos. Além disso, investiu muito tempo na preparação de profissionais capazes de transformar matéria prima e máquinas, em produtos de qualidade. Mas, sem dúvida, uma das chaves para o sucesso da Tritec tem sido o seu Sistema de Produção. Hoje a Tritec é *benchmarking* em termos de qualidade e produtividade para ambas as corporações, e seus produtos atendem às mais rigorosas legislações ambientais, utilizadas na Europa, e aos padrões mais rigorosos de performance, qualidade e confiabilidade do motor. Tudo isso permite à Tritec produzir motores de alta qualidade e baixo custo com reconhecimento mundial. Por exemplo, o motor 1.6L 16 válvulas com *Supercharger* foi eleito pela revista *Ward's Auto World* como um dos 10 melhores motores do ano de 2003, e pela revista *Engine Technology International* como o melhor motor do ano de 2003 na categoria 1.4L a 1.8L.

No campo dos negócios a Tritec também tem sido premiada. Por exemplo, em abril de 2003 foi eleita a melhor exportadora do sul do Brasil de motores para veículos. Em julho de 2003 colocou-se em 7º lugar no *ranking* dos maiores exportadores do estado do Paraná.

A empresa reconhece o valor dos seus recursos humanos e possui um foco muito grande na segurança do trabalho e na qualidade de vida dos seus funcionários. Em paralelo, desenvolve atividades sociais e está presente na comunidade de Campo Largo e Curitiba, aonde patrocina eventos culturais e de cunho social. O meio ambiente também é muito respeitado na Tritec. Em maio de 2003 conquistou a certificação ISO 14000, além das certificações ISO 9002-1994 em junho de 2001, posteriormente atualizando-se para a ISO 9000-2000 em junho de 2003.

4.1.1 Os Produtos

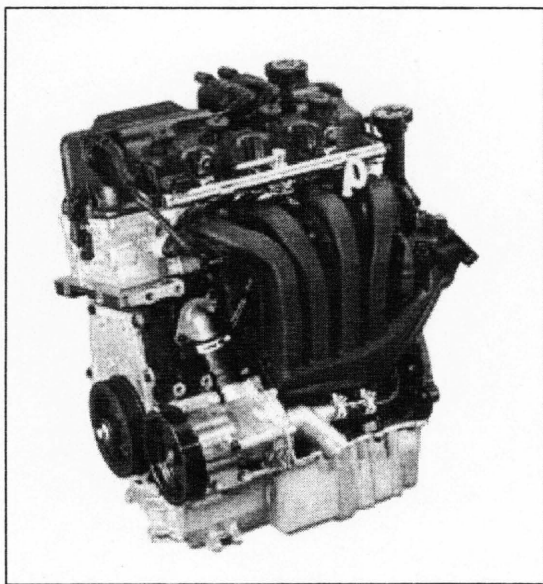
A Tritec produz atualmente uma família de motores que compreende: 1.4L 16V naturalmente aspirado, 1.6L 16V naturalmente aspirado e 1.6L 16V com *Supercharger*.

No entanto, possui capacidade para produzir outras derivações destes motores.

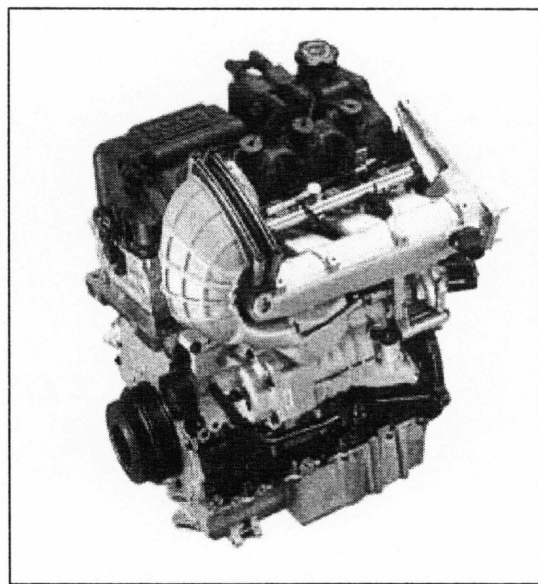
A Figura 10 mostra os motores produzidos na Tritec.

FIGURA 10 – MOTORES PRODUZIDOS PELA TRITEC MOTORS

1.6 / 1.4L 16V Naturalmente Aspirado



1.6L 16V Supercharger



Fonte: Tritec Motors

4.1.2 As Instalações

A Figura 11 mostra a vista aérea da Tritec em Campo Largo-PR.

FIGURA 11 - VISTA AÉREA DA PLANTA DA TRITEC



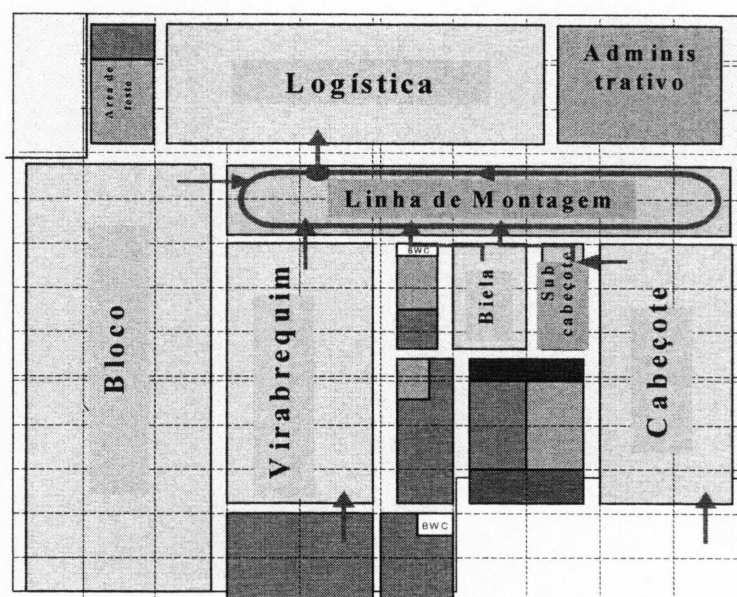
Fonte: Tritec *Motors*

4.1.3 Lay-Out da Planta

Analisando a ocupação física da empresa, nota-se que, desde o início de sua construção existiu a preocupação com a disposição de suas linhas de produção (linha de usinagem para linha de montagem), ou seja, o layout da linha de usinagem (fornecedora de componentes usinados sendo estes: bloco, virabrequim, biela e cabeçote) está disposto de tal maneira que facilita e reduz as perdas de movimentação entre esta e a linha de montagem (motores prontos). A Figura 12 nos mostra o layout das linhas e as setas mostram o sentido do fluxo de materiais usinados para a montagem final do motor, formando uma cadeia interna de fornecedor e cliente.

Nota-se também um sentido de fluxo direto de motores prontos da linha de montagem para a área de logística, possibilitando assim, um rápido deslocamento desde a entrega do material bruto (entradas das linhas de usinagem) e a saída do motor pronto para o cliente final (usuário).

FIGURA 12 – DISPOSIÇÃO DAS LINHAS DE PRODUÇÃO NA EMPRESA



Fonte: Tritec Motors

4.1.4 Manufatura

A Tritec utiliza os componentes críticos do motor, a saber: bloco, virabrequim, biela e cabeçote. Todos os demais componentes que compõem a lista técnica do motor são adquiridos de parceiros externos.

Para usinagem dos componentes são utilizadas linhas *transfer* com operações dedicadas de desbaste e acabamento que compreendem furação, fresamento, torneamento, retífica, brunimento, entre outras. Todas as linhas dispõem de dispositivos de medição e controle de qualidade dentro do processo, o que é uma característica da aplicação do sistema de produção enxuta. As máquinas são capazes de detectar as falhas e parar por conta própria, o que assegura uma resposta rápida aos problemas e uma geração baixa de produtos com defeito.

Além de usar os componentes básicos do motor, a Tritec também efetua a montagem completa. A montagem é composta de 3 linhas de sub-montagem: sub-montagem do bloco, sub-montagem dos pistões e sub-montagem do cabeçote; e uma

linha de montagem principal. Todas elas são compostas de sistemas de transporte tipo esteira, com rolos ou correias tracionadas, com estações manuais, semi-automáticas e automáticas para montagem dos componentes. São utilizados paletes de transporte para as peças durante a montagem. São empregadas diversas estações de teste do produto para garantir a sua qualidade. Geralmente as estações de teste ficam próximas às estações de montagem dos componentes, para assegurar que, no caso de defeitos, estes não sejam gerados em vários produtos consecutivos. O controle de torques em parafusos é feito com a utilização de parafusadeiras eletrônicas de alta precisão e confiabilidade.

4.1.5 Capacidade anual

A Tritec está atualmente operando em dois turnos de produção, o que lhe assegura uma capacidade de 250.000 motores/ano. Com a adição de um terceiro turno de trabalho, esta capacidade produtiva aumenta para 350.000 unidade/ano. Para cenários de maiores volumes de venda a Tritec pode valer-se da possibilidade, já prevista desde o início do projeto, de expandir algumas operações chave da linha, com investimento relativamente baixo, aumentando sua capacidade para 450.000 motores/ano.

4.1.6 Força de Trabalho

A Tritec conta hoje com aproximadamente 430 colaboradores. A linha de montagem emprega aproximadamente 40 operadores por turno. Como veremos adiante, os operadores de produção são treinados para exercerem diversas operações. Muitos deles cuidam ao mesmo tempo de diversas máquinas, o que é uma característica importante do Sistema Toyota de Produção.

4.1.7 Qualidade e Melhoria Contínua

A Tritec reconhece que o sucesso a longo prazo e a satisfação do seu cliente

final depende fundamentalmente da sua excelência operacional. Por esta razão o corpo da Tritec tem sido treinado para buscar melhorias contínuas que tornem a planta mais eficaz em termos de qualidade e produtividade. Estas melhorias estão fundamentadas nas idéias do TBS, que foi definido baseado nos conceitos do Sistema Toyota de Produção.

O que se segue é uma lista de aspectos considerados como chaves no processo para obter a excelência operacional:

- a) *Tritec Business System (TBS)*: Este é o Sistema de Operação adotado na Tritec Motors e que foi cuidadosamente modelado segundo o Sistema Toyota de Produção, adaptado e estruturado para atender às necessidades e à realidade da empresa. O sistema afeta todas as áreas da empresa e vem demonstrando resultados espetaculares;
- b) *Top-5: Times de Resolução de Problemas* – Trata-se de times multifuncionais, estabelecidos para atacar os 5 principais problemas em termos de Qualidade e Entrega. Os focos principais de trabalho provêm em geral de indicadores como FTC ("*First Time through Capability*"), refugo, PPM ("*Parts Per Million*"), além de dados de manutenção como MTBF ("*Mean Time Between Failures*") e MTTR ("*Mean Time to Repair*"). O resultado do trabalho são ações feitas no processo para eliminação dos problemas críticos das linhas;
- c) *Eliminação de Gargalos no Processo*: Também pela utilização de times multifuncionais, esta iniciativa visa identificar e eliminar gargalos de processo, na busca de um processo mais cadenciado e balanceado. Desta forma as linhas conseguem operar de forma homogênea, o que é também uma característica da produção enxuta;
- d) *Manutenção Produtiva Total ("TPM")*: Compreende atividades de manutenção que podem ser realizadas diretamente pelo operador de produção.

- e) Programa de Auditorias por Níveis: Cada nível gerencial conduz auditorias em cada estágio de produção para assegurar a segurança e a eficiência nas operações em todos os níveis. Isto é feito sistematicamente e os resultados compartilhados e discutidos.
- f) Times de Redução de Custo de Ferramentas: Focado na redução de custos através da melhoria da seleção do tipo de ferramenta e demais características técnicas do processo.
- g) Processo de Redução de Custo de Materiais: Focado na redução de custo pela identificação de alternativas de materiais, métodos e outras características do produto, além de outras fontes de fornecimento, nacionalização, etc.

4.1.8 O Sistema de Produção Tritec - TBS

Como já foi mencionado anteriormente, uma das bases para o sucesso da Tritec é, sem dúvida, o sistema de produção que adotou baseando-se nos conceitos do Sistema Toyota de Produção. Somente pessoas ou somente tecnologia não seriam suficientes para transformar a Tritec em *benchmarking* para ambas as corporações Daimlerchrysler e BMW em menos de 5 anos de operação.

A partir dos conceitos Toyota, a Tritec criou seu próprio sistema de gestão de negócios chamado TBS.

O TBS caracteriza-se pelo desenvolvimento de processos que têm por objetivo atender as necessidades do cliente, em termos de quantidade, custos e qualidade com o envolvimento direto dos funcionários na redução das perdas, solução de problemas e de melhoria contínua.

Na empresa são fortemente divulgados os pilares de sustentação do TBS, que são exatamente os mesmos do Sistema Toyota de Produção, sendo fundamental para suportar o cliente final, uma base composta pela padronização e o *Kaizen*, enquanto os

pilares são compostos pelo: *Just-In-Time* e o *Jidoka*. O boneco mostrado pela figura 01, representa o operador suportado pela estrutura do TBS. A parte superior da casa representa o cliente.

4.2 USO DAS FERRAMENTAS TBS NA TRITEC

Neste tópico identificaremos a utilização de algumas ferramentas já citadas na parte teórica deste trabalho, verificando como estão implementadas na Tritec. O detalhamento minucioso de cada ferramenta não faz parte do escopo deste trabalho, mas sim, a utilização dos conceitos do Sistema Toyota de Produção.

4.2.1 O Sistema *Kanban* na Empresa

A Tritec apresenta em sua concepção dois tipos principais de *Kanbans*: interno e o externo. O *Kanban* interno é basicamente usado para alimentar a linha de montagem e algumas máquinas da linha de usinagem. Já o *Kanban* externo é utilizado em duas condições: uma para a alimentação de material bruto (bloco, cabeçote, biela e virabrequim) pelo fornecedor à linha de usinagem, através de pedidos de carga de caminhões; e a outra para a entrega de componentes de fornecedores externos para abastecimento do estoque da área de logística.

Podemos comentar a existência de um controle de pedido de material bruto para o início de cada linha de usinagem. O seu funcionamento se dá através de um *Kanban* simples e direto categorizado como externo, ou seja, quando um certo nível de estoque é atingido, um cartão de pedido é enviado à área de logística, indicando a necessidade de material. Por exemplo, se o estoque de material na linha de usinagem do cabeçote estiver menor ou igual a dois caminhões completos, inicia-se o processo de um novo pedido de material.

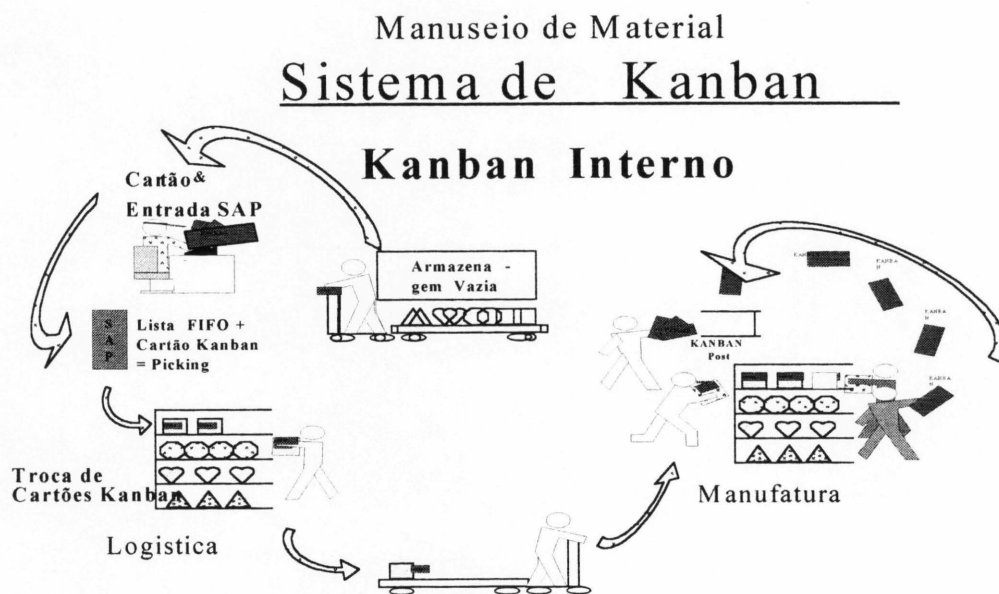
Já o sistema de *Kanban* interno utilizado na empresa, pode ser observado através da Figura 13. Este sistema é muito utilizado no abastecimento de material na linha de

montagem do motor.

Toda vez que um lote de material é utilizado, retira-se o cartão de *Kanban* contido no lote para que seja imediatamente posto em local apropriado (ver Figura 14), onde a pessoa responsável pela rota de abastecimento retira e leva consigo o cartão (são pessoas que conduzem um carrinho como se fosse uma pequena “locomotiva”, chamados de rebocadores – ver Figura 15).

Este rebocador entrega o cartão a um responsável na área de logística (controle de material) para que se possa, em seguida, retirar do estoque o material equivalente a descrição contido no cartão em questão (ver Figura 16). Este material é posto em um dos “vagões” e encaminhado para a área de montagem (manufatura), onde o próprio rebocador da rota deposita-o no local pré-determinado (ver Figura 17), fechando assim o ciclo do *Kanban* interno.

FIGURA 13 – SISTEMA DE KANBAN - INTERNO



Fonte: Tritec Motors

FIGURA 14 – PEDESTAL DO CARTÃO KANBAN PARA O REBOCADOR



Fonte: Tritec Motors

FIGURA 15 – CARRINHO TIPO “LOCOMOTIVA” CONDUZIDA PELO REBOCADOR



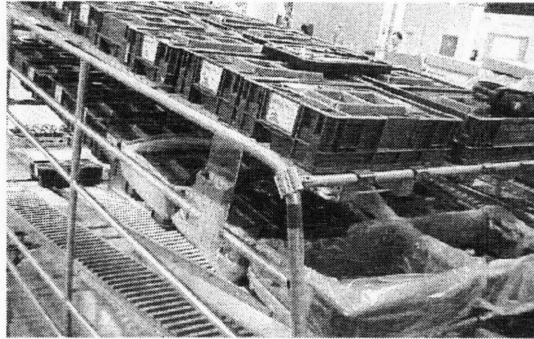
Fonte: Tritec Motors

FIGURA 16 – MATERIAL EM ESTOQUE, TIPO “SUPERMERCADO”



Fonte: Tritec Motors

FIGURA 17 – MATERIAL PARA A LINHA DE MONTAGEM EM SISTEMA DE *KANBAN*

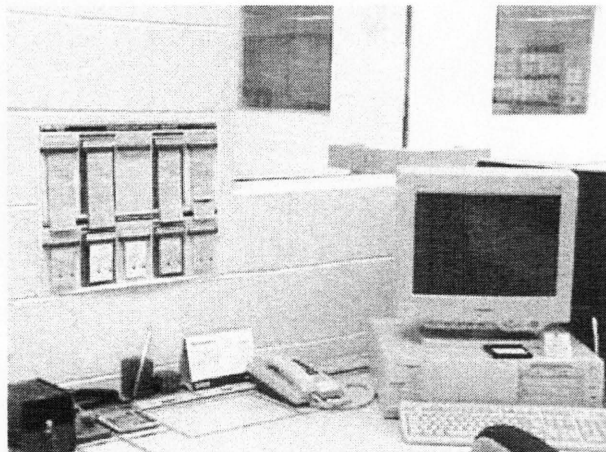


Fonte: *Tritec Motors*

Após a retirada das peças do estoque da logística para alimentação das linhas de montagem, o cartão *Kanban* é posto em um quadro *Kanban* que inicia o processo de reposição do estoque interno. Esta informação chega até o fornecedor que inicia a produção de novos lotes. Existe também um controle via *Kanban* para o envio de motores para o cliente final e também para o gerenciamento de *containers* junto ao Porto de Paranaguá.

Mas o que mais chama a atenção é que a mentalidade enxuta difundida na empresa faz com que haja iniciativa de implementar estes conceitos também no escritório. A Figura 18 ilustra a utilização de cartão *Kanban* em um dos escritórios da planta.

FIGURA 18 – UTILIZAÇÃO DE *KANBAN* NO ESCRITÓRIO



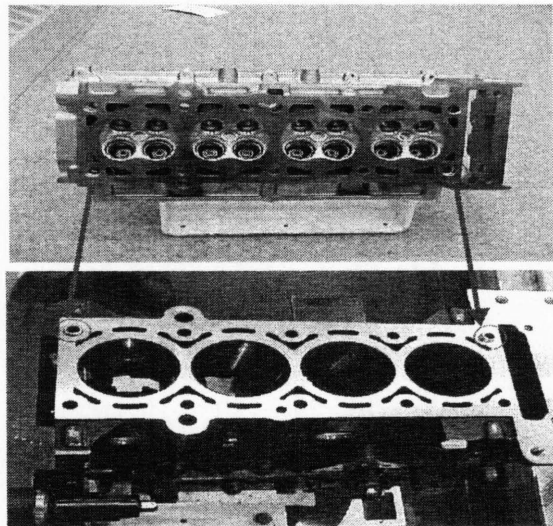
Fonte: *Tritec Motors*

4.2.2 Dispositivos à Prova de Erros: *Poka-Yokes*

Dentro do conceito de *Jidoka*, apresentado anteriormente, a Tritec apresenta em suas linhas de produção vários tipos de *Poka-Yoke*, que impedem que as peças sejam usinadas ou montadas de forma incorreta, evitando assim, possíveis colisões (perda por custo e entrega) ou má qualidade no produto final (motor). A maioria é composta por *Poka-Yoke* de controle. A seguir apresentaremos alguns exemplos de sua utilização.

Os círculos na Figura 19 mostram os únicos furos que os pinos podem encaixar. Os furos ficam de um mesmo lado do cabeçote, assim como os pinos também ficam no bloco, evitando que o cabeçote seja montado invertido no bloco (*Poka-Yoke* de produto).

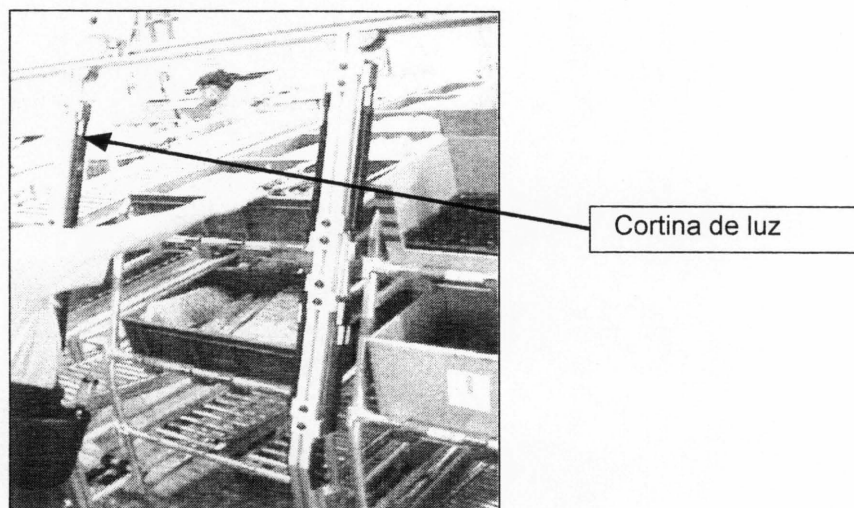
FIGURA 19 – *POKA-YOKE* ENTRE BLOCO E CABEÇOTE



Fonte: Tritec Motors

A linha de montagem trabalha com diferentes tipos de motores e existem vários postos de trabalho (estações) que utilizam cortinas de luz para garantir que o operador retire somente o componente da caixa verde (ver Figura 20) correspondente ao motor em processo, evitando assim que se faça a retirada e a instalação de um componente não adequado ao tipo do motor presente na estação de trabalho. A cortina de luz faz o papel de *Poka-Yoke* de controle.

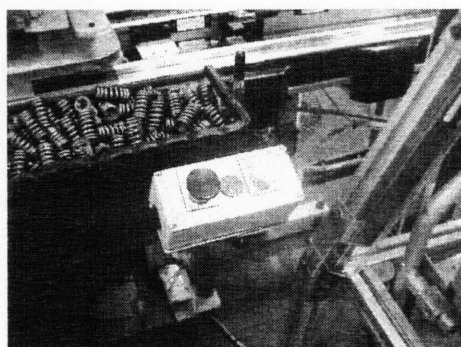
FIGURA 20 – POKA-YOKE NA LINHA DE MONTAGEM



Fonte: Tritec Motors

A Figura 21 mostra o botão de chamada de *Andon* em uma das estações da linha de montagem. É facultado ao operador da linha o direito de interromper imediatamente o processo caso haja uma não conformidade. Da mesma forma, na Figura 22, o operador está acionando a corda de chamada de *Andon*. Desta forma o conceito do *Jidoka* é utilizado na essência. Não são apenas as máquinas que são capazes de identificar problemas e interromper o processo, mas também o operador que realiza a tarefa.

FIGURA 21 – CHAMADA DE ANDON



Fonte: Tritec Motors

FIGURA 22 – CHAMADA DE ANDON

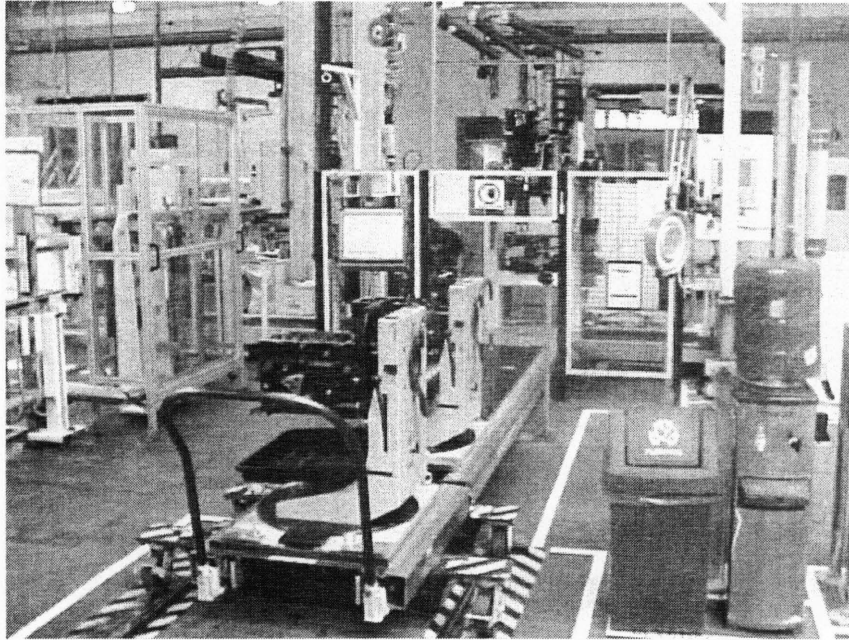


Fonte: Tritec Motors

A chamada de *Andon* funciona, num primeiro momento apenas como um alerta mas, se o motor atingir o final do posto de trabalho sem que o problema tenha sido resolvido, a linha pára automaticamente.

A Figura 23 mostra uma área de retrabalho (*kick-out*) conjugada com uma estação de teste. Isto significa que, uma vez detectado um problema no produto, a máquina pára automaticamente e sinaliza a falha no *Andon Board*. O líder da área visualiza o *Andon* e atende ao chamado da máquina. Se o problema se confirmar, o motor é retirado da linha pelo *kick-out*.

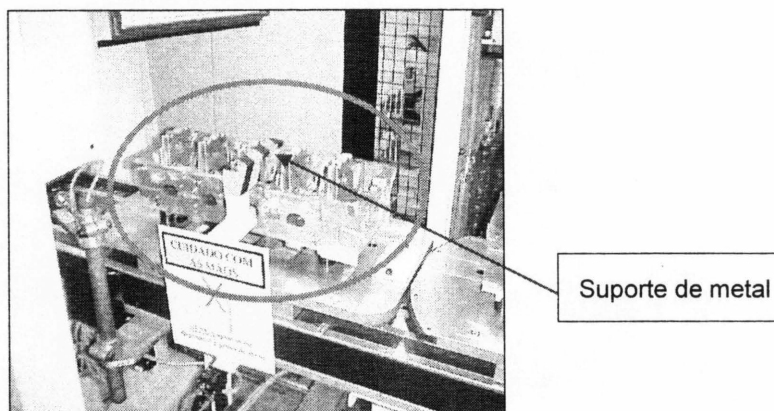
FIGURA 23 – PALETES DE MOTOR RETIRADOS PARA RETRABALHO NO KICK-OUT DA ESTAÇÃO DE TESTE



Fonte: Tritec Motors

A Figura 24 nos apresenta um *Poka-Yoke* de controle que evita que uma peça usinada (cabecote) entre na máquina na posição incorreta, eliminando qualquer possibilidade de ocorrência de colisão interna com a máquina.

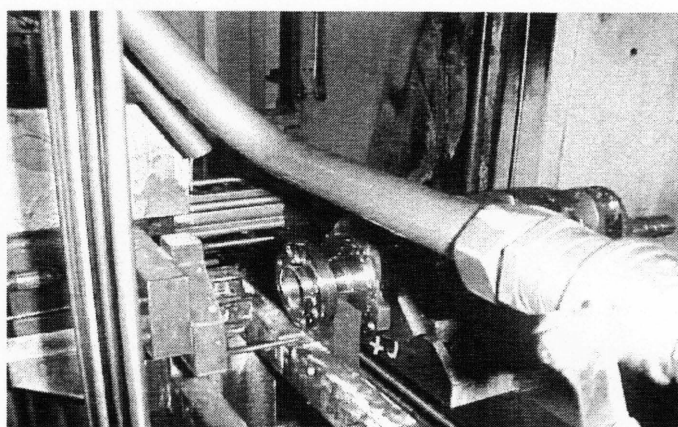
FIGURA 24 – POKA-YOKE NA LINHA DE USINAGEM



Fonte: Tritec Motors

O *Poka-Yoke* que a Figura 25 apresenta é do tipo de controle onde é verificado a existência dos furos no lado da flange do virabrequim. Este controle se encontra internamente a máquina, onde são verificados 100% dos virabrequins e, caso ocorra a atuação deste *Poka-Yoke* (não existência de furos), a máquina pára imediatamente, indicando uma mensagem de falha em seu console de partida, assim como a indicação no *Andon*.

FIGURA 25 – POKE-YOKE INTERNO DE CONTROLE DOS FUROS DO VIRABREQUIM



Fonte: Tritec Motors

4.2.3 A Organização do Trabalho na Empresa: 5S, Comunicação Visual

A empresa apresenta na organização do trabalho forte destaque para a padronização, onde existem as ITP's (instrução de trabalho padronizada) em todos os processos que requerem interação do operador com a execução de trabalho.

A gestão da organização do 5S foi denominada pela empresa de Programa 5 Selos, o qual busca atingir, através de verificações semanais, as conformidades com a teoria do Sistema Toyota de Produção relacionada ao 5S.

A Figura 26 nos permite observar a preocupação da empresa com a separação do lixo produzido, onde além de minimizar os impactos com meio ambiente (a empresa possui a certificação ISO14000), ela procura enviar o lixo reciclável para as empresas

especializadas nesta questão, reduzindo assim a quantidade de resíduo orgânico enviado para o aterro sanitário. Este é um dos índices acompanhados no gráfico de metas da empresa.

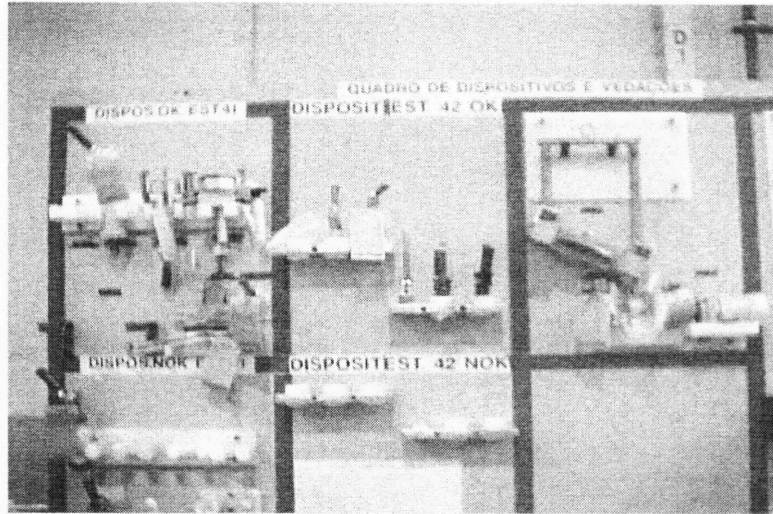
FIGURA 26 – PADRONIZAÇÃO COM CÓDIGO DE CORES NAS LIXEIRAS



Fonte: *Tritec Motors*

A Figura 27 apresenta um quadro de dispositivos e de vedações utilizados na linha de montagem. A principal função deste quadro é promover a rápida substituição de um dispositivo deficiente na produção por um novo, disponível no quadro em questão (por exemplo: dispositivo est. 42 OK). Nota-se facilmente a organização e a identificação dos dispositivos para sua realocação na produção. O dispositivo deficiente retirado da produção é posto no quadro (por exemplo: dispositivo est. 42 NOK) para ser levado pela equipe de manutenção ao reparo ou compra de um novo. É a troca rápida de ferramentas aplicada à realidade da *Tritec*, visando o aumento da disponibilidade e eficiência da linha de montagem.

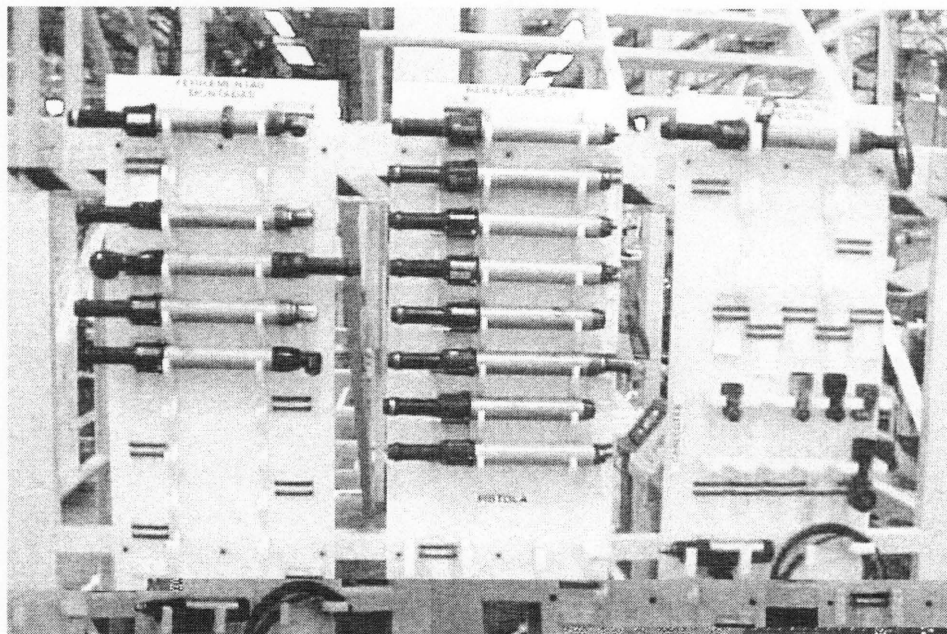
FIGURA 27 – QUADRO DE SUBSTITUIÇÃO DE DISPOSITIVO



Fonte: Tritec Motors

O quadro de substituição de parafusadeiras utilizado na linha de montagem, ver Figura 28, utiliza a mesma idéia do quadro de substituição de dispositivos, comentado anteriormente. Neste quadro podemos encontrar várias parafusadeiras completas na condição de nova ou reparada, assim como, algumas de suas partes isoladas (por exemplo: cabeçote da parafusadeira, cabos). Desta maneira, no caso de uma quebra inesperada da parafusadeira da linha, a mesma pode ser substituída quase que imediatamente por uma reserva do quadro de *back-up*. Desta forma o conceito de troca rápida de ferramenta é perfeitamente aplicado na realidade da Tritec. A implementação deste quadro permitiu reduzir os tempos de parada de linha de 30 minutos para, no máximo, 5 minutos durante a substituição de parafusadeiras.

FIGURA 28 – QUADRO DE SUBSTITUIÇÃO DE PARAFUSADEIRAS



Fonte: Tritec Motors

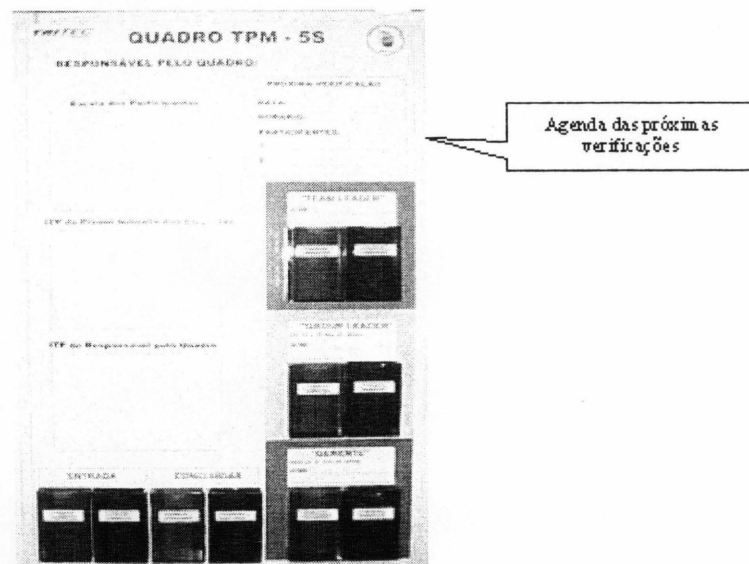
Nos casos citados anteriormente, a verificação da presença do senso de utilização (deixando no local somente equipamento a ser utilizado) e o senso de localização adequado de cada equipamento (um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar), permitem que se faça a substituição do componente defeituoso por um outro em condições de operação em um curto espaço de tempo, evitando a ocorrência por perda de tempo na parada de produção. A substituição é executada pela própria equipe de operação, sem a necessidade imediata da manutenção. A equipe de manutenção assume a responsabilidade da reposição de um outro componente em condições de operação nos quadros apresentados.

O quadro de responsabilidade da equipe de manutenção apresentado na Figura 29, nos permite observar a organização da distribuição de responsabilidade (senso de autodisciplina), orientando as pessoas da equipe a executarem as tarefas relacionadas às soluções dos problemas encontrados, com definições de prazo. Em cada linha de produção existe um quadro como este, onde o Líder de Manutenção é o responsável em gerenciar as

atividades a serem executadas. Neste quadro existem as etiquetas que são criadas por qualquer pessoa da empresa que observe algo que não esteja em conformidade com a política da empresa. Estas etiquetas são preenchidas em duas vias, sendo uma delas afixada no local ou no equipamento que se encontra inadequado, e a outra é colocada neste quadro. Dependendo do problema encontrado, a equipe de manutenção repassa-o ao responsável pela execução da tarefa.

O aumento do prazo na solução do problema ocasiona o redirecionamento da responsabilidade do *follow up* para fechamento dos problemas em abertos

FIGURA 29 – QUADRO DE MANUTENÇÃO – 5S



Fonte: Tritec Motors

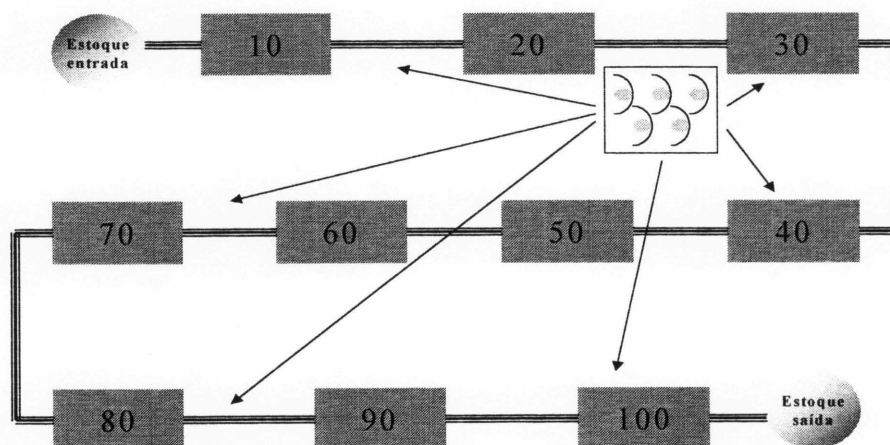
Todos estes exemplos apresentados mostram uma preocupação em promover a informação precisa em cada momento. A utilização de marcações, código de cores, um local específico para componentes OK e outro para componentes NOK, permite que não haja dúvidas durante a execução do trabalho. Além disso, permite que a substituição de componentes defeituosos seja imediata, com o menor impacto possível nas linhas. Isto reflete um melhor aproveitamento do tempo de produção e um aumento de eficiência da planta.

4.2.4 Andon Board

Uma das ferramentas mais comuns utilizadas na comunicação visual e *Jidoka* no Sistema Toyota de Produção e na empresa em questão é o *Andon Board*, ou simplesmente *Andon*.

A partir do momento em que as linhas de usinagem ou de montagem se tornaram automáticas, tornou-se desnecessário ter uma pessoa para cada máquina. Então, um sistema teve que ser desenvolvido para coletar e mostrar as informações provenientes de cada máquina, de modo que os operadores pudessem gerenciar sua linha de produção. Foi para atender a esta finalidade que o painel *Andon* foi desenvolvido, conforme mostra a ilustração da Figura 30.

FIGURA 30 - OPERAÇÃO POR ÁREA CENTRAL (ANDON)



Fonte: Tritec Motors

O sistema *Andon* serve para dar instruções de trabalho ao operador que realiza seu trabalho padronizado a partir de informações recebidas do *Andon*, e serve também como uma ferramenta poderosa para resolver problemas, pois os mesmos são rapidamente apontados no momento de sua origem e a linha pára automaticamente esperando por uma ação corretiva (Figura 31).

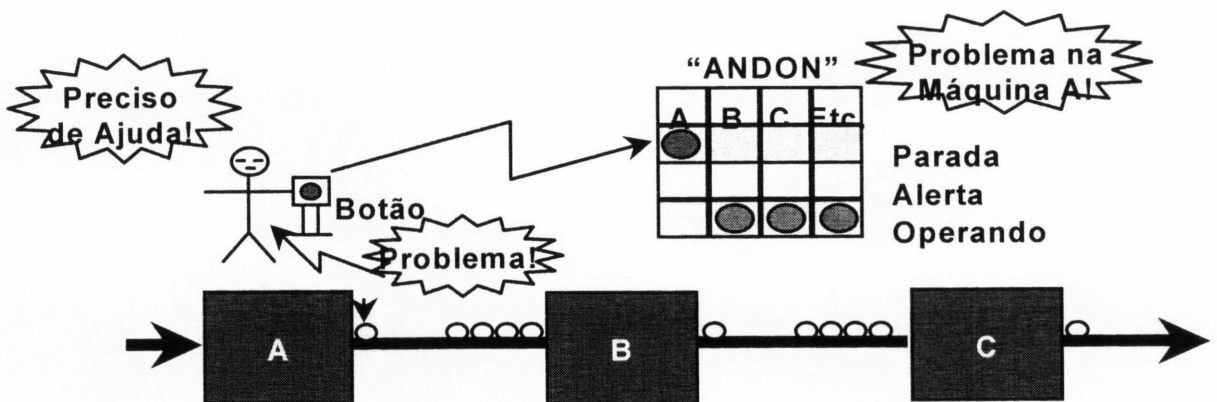
Os *Andons* são adaptados para a realidade de cada linha. Na usinagem

possuem uma característica específica e informações relevantes para a linha de usinagem. Na montagem, por sua vez, outras informações tornam-se relevantes e são apontadas no *Andon*. Mas o conceito por trás desta ferramenta é o mesmo em todas as linhas, e é um exemplo perfeito da Regra 2 do TBS: Comunicação Binária.

As principais informações contidas no *Andon* da montagem (Figura 32) são:

- a) Situação atual de produção;
- b) Objetivo de produção;
- c) Quando todas as estações estão normais, a luz verde do nome da linha está acesa para mostrar que o *Andon* está funcionando/ligado;
- d) Sempre que ocorre qualquer falha na estação (ou máquina), a luz vermelha contínua é ativada;
- e) Quando o operador tem um problema ele aciona o *Andon* através do botão ou corda (luz vermelha contínua acende e música contínua toca), conforme ilustra a Figura 33;

FIGURA 31 – OPERADOR SINALIZANDO PROBLEMA NA LINHA DE PRODUÇÃO



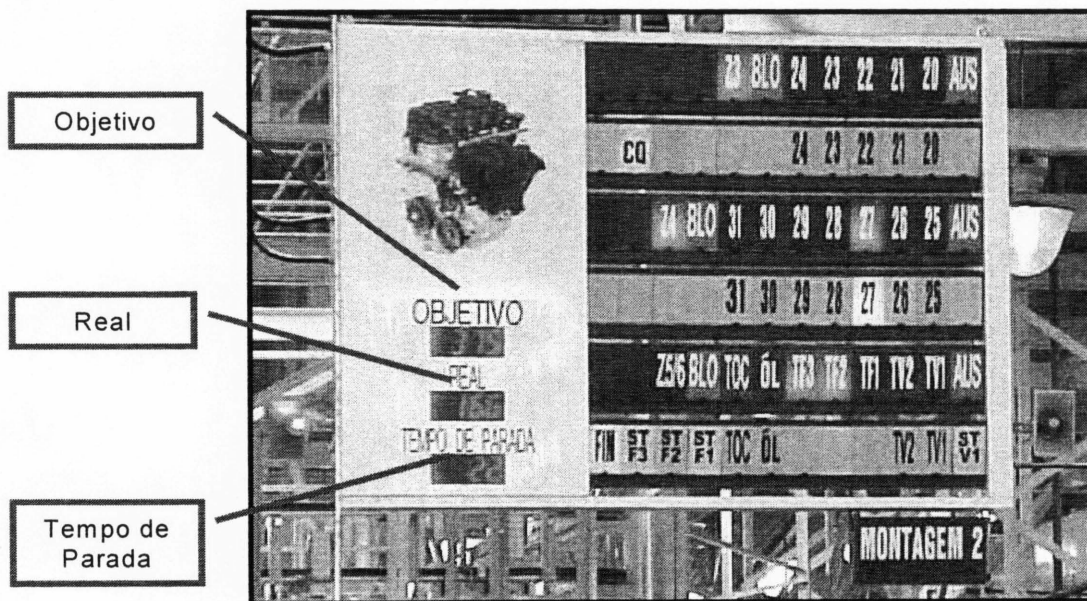
Fonte: Tritec Motors

FIGURA 32 – SISTEMA DE ANDON DA LINHA DE MONTAGEM



Fonte: Tritec Motors

FIGURA 33 – INDICAÇÕES ESPECIAIS DO ANDON DA LINHA DE MONTAGEM



Fonte: Tritec Motors

4.2.5 As Quatro Regras do TBS

Segundo Bowen e Spear (1999), o Sistema Toyota de Produção pode ser resumido em apenas 4 regras básicas (Anexo B). Estas regras podem ser observadas na Tritec desde o *lay-out* das linhas de produção, até os exemplos acima citados, e muitos outros ao redor da planta. As quatro regras são:

- a) 1ª Regra: Padronização: Podemos visualizar a aplicação desta regra na utilização das Instruções de Trabalho Padronizadas (ITP's) e Auxílios Visuais(AV's). Estas instruções orientam não apenas as atividades produtivas, mas também todas as atividades de manutenção e padronização das rotinas nos diversos níveis.
- b) 2ª Regra: Comunicação Binária: A comunicação entre os envolvidos das diversas áreas, desde o fornecedor até o usuário final é definida por procedimentos, onde o fluxo de informação é único, evitando-se dessa forma, dúvidas ou interpretações incorretas do processo relativo às atividades. O *Andon* é um instrumento importante de comunicação binária, pois a qualquer momento todos sabem se há ou não um problema na linha. Os quadros de ferramentas com espaços verdes para peças OK e vermelhos para peças NOK são exemplos também da aplicação desta regra.
- c) 3ª Regra: O caminho percorrido por cada produto ou serviço deve ser simples e direto: Toda movimentação de material segue o mesmo caminho, independente das eventuais diferenças existentes em cada linha de produção, permitindo que todos os envolvidos no processo não tenham dúvidas sobre o fluxo a ser seguido. Os principais exemplos disso são as rotas de abastecimento de peças, com a utilização de cartões *Kanban*, e o próprio *lay-out* das linhas de produção que fazem uma interligação perfeita entre os processos de usinagem e montagem.

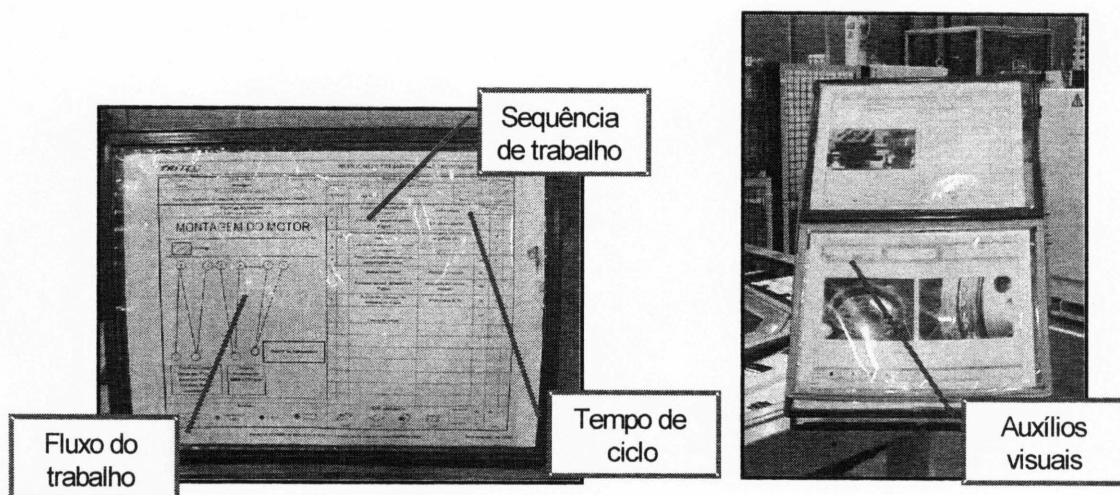
d) 4ª Regra: Melhoria Contínua: A utilização do sistema *Kaizen* e a atuação de grupos multifuncionais complementam o sistema, permitindo inovações e melhorias dentro dos processos e fluxos de produção. A Tritec possui times multifuncionais de “Melhorias Específicas”, para solução de problemas específicos das linhas. A oficina *Kaizen* trabalha exclusivamente para dar suporte às idéias de melhoria dos funcionários. O “Evento *Kaizen*” ocorre anualmente e, nesta oportunidade, as melhores idéias são eleitas pelos próprios funcionários e apresentadas em reunião aberta para toda a fábrica.

4.2.6 Padronização

Ao percorrer a empresa nota-se facilmente que os postos de trabalhos são constituídos de Instruções de Trabalho Padronizadas (ITP), conforme podemos verificar na Figura 34. Estas ITP's são colocadas o mais próximo possível da estação de trabalho, para atender os seguintes requisitos:

- a) Treinamento: é a melhor forma aprovada para fazer certa atividade;
- b) Verificação: usada como a referência para o Operador Líder (*Team Leader*) ou Grupo Líder (*Group Leader*) para verificar se a atividade está sendo executada corretamente;
- c) Melhoria Contínua: quando uma melhoria é proposta, obrigatoriamente deve ser comparada e precisa ser melhor que o padrão.

FIGURA 34 – INSTRUÇÕES PADRONIZADAS DE TRABALHO



Fonte: Tritec Motors

4.2.7 Cultura de Solução de Problemas

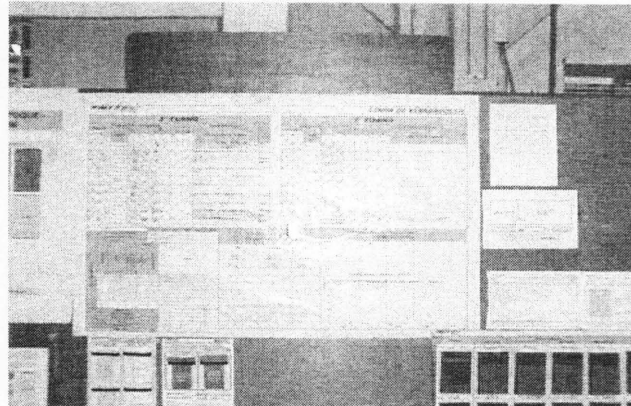
O sistema TBS da empresa é fortemente baseado num procedimento constituído por formulário chamado SP (Solução de Problema), onde os problemas devem ser resolvidos, eliminando-se a sua causa raiz, sendo que, as pessoas são treinadas em um processo baseado no ciclo PDCA, promovendo de certa maneira o *Kaizen*, como representante do processo de melhoria contínua.

Em cada início e final de turno, o time multifuncional de cada linha de produção se reúne em frente ao quadro (ver Figura 35) para serem discutidos os problemas referentes às paradas de máquinas e as suas possíveis causas ocorridas no turno anterior. Esta reunião dura em média 10 minutos, sendo conduzida por um líder de operador ou líder de grupo, onde participa também a gerência de operações, para definir a responsabilidade de cada ação a ser tomada para solução dos problemas apresentados. Já a reunião no final do turno é realizada para verificar se as ações adotadas foram suficientes ou terão que continuar sendo executadas no turno seguinte.

Este quadro apresenta também o valor de produção real de hora em hora para que possa ser comparado com o valor de programação diária, ou seja, a programação do

que deveria ser atingido até a hora presente, buscando dessa maneira orientar o time de operações a atingir o objetivo de produção no final do turno, e também sendo utilizado como base de cálculo para eficiência diária da linha.

FIGURA 35 – QUADRO DE REUNIÃO PARA INICIO E FINAL DO TURNO DE PRODUÇÃO



Fonte: Tritec Motors

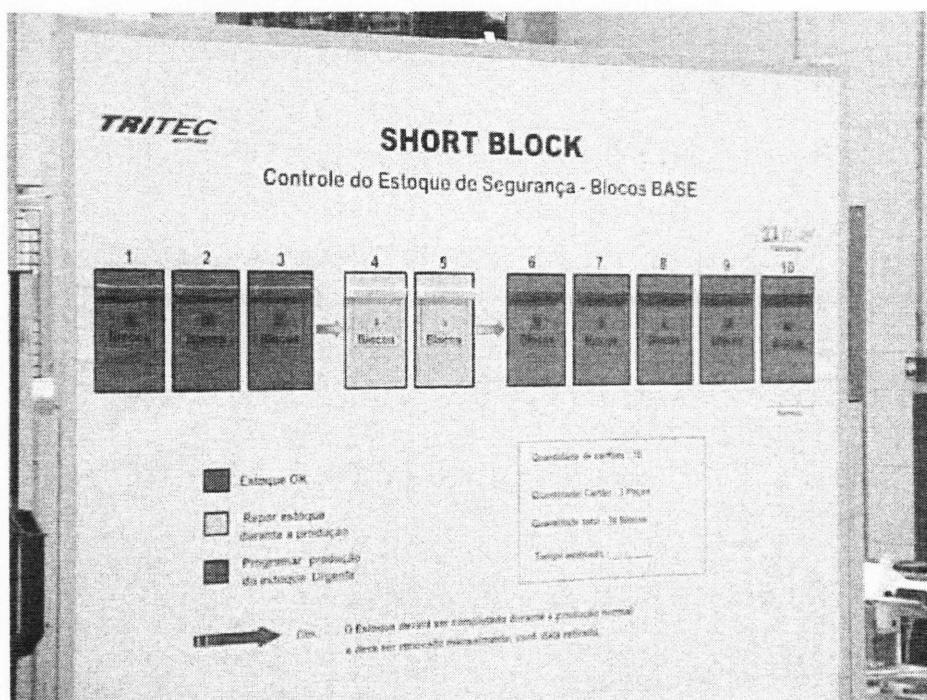
4.2.8 Estoques de Segurança

Apesar de o “ideal” ser trabalhar com estoque “zero” entre as linhas de produção, isto, na prática, não acontece. O que se procura fazer (e a própria Toyota também faz) é trabalhar com estoques reduzidos e controlados.

Um outro ponto importante a ser observado é justamente a relação entre a cadeia fornecedor/cliente interna e a teoria do *Just-In-Time*. Todas as linhas de usinagem possuem em sua área final, estoques reguladores de componentes usinados para a linha de montagem. Estes estoques são controlados por cartões pelos líderes da área, conforme pode ser observado na Figura 36. Assim que a quantidade de material usinado (quantidade esta determinada pela programação diária de produção de motores prontos – PCP) é atingida pela linha de usinagem, esta imediatamente pára de produzir. Os componentes produzidos pelas linhas de usinagem são diariamente entregues à linha de montagem, conforme a quantidade e o tipo necessário naquele momento, seguindo o sentido do fluxo já apresentado na Figura 36 (sentido das setas). Os cartões vermelhos

significam que o nível de estoque está abaixo do estipulado (nível emergencial), os cartões amarelos significam que o nível está satisfatório (nível de alerta) e os cartões verdes significam que o nível está suficiente (nível completo). O cartão presente no quadro significa que o *pallet* de componentes prontos está ausente do estoque (um *pallet* é composto por aproximadamente 40 componentes acabados e prontos, quantidade esta que varia de linha para linha de produção).

FIGURA 36 – CONTROLE DE ESTOQUE DE SEGURANÇA NO FINAL DA LINHA DE PRODUÇÃO



Fonte: Tritec Motors

4.3 OS INDICADORES DE MANUFATURA ENXUTA UTILIZADOS PELA TRITEC

Como foi citado anteriormente, não se observa na literatura uma gama muito grande de informações sobre indicadores específicos para se mensurar a aplicação dos conceitos de manufatura enxuta nas empresas. Mesmo os livros mais clássicos sobre este assunto trazem poucas informações específicas sobre indicadores.

Womack e Jones (1990) trazem uma série de gráficos comparativos entre produtores em massa e produtores enxutos do ramo de automóveis. Dentre os termos mais comumente citados estão: horas brutas de montagem por carro, espaço utilizado pela linha de montagem por carro, número de defeitos por 100 carros produzidos e estoque de peças, giro de estoque. Até mesmo índices como absenteísmo, tempos de *setup* e número de máquinas por operador são comparados. Por exemplo, é mostrado que nas montadoras japonesas, o índice de absenteísmo chega a ser 60% menor que o das montadoras européias.

Contudo observa-se que, via de regra, os indicadores utilizados não diferem em muito dos tradicionais. O que variam são os resultados. É notório observar como a mentalidade enxuta se reflete em todos os níveis da organização.

Isto vem ao encontro do que foi comentado na Tritec durante a entrevista (ver Apêndice A) com o departamento de TBS. Da mesma forma como em todas as empresas, houve um momento em que foi necessário definir quais indicadores a Tritec utilizaria para avaliar sua operação. Os indicadores escolhidos, ao contrário do que se possa imaginar, não foram indicadores apenas referentes à produção em si, mas indicadores que abrangem diversos aspectos da organização.

Desta preocupação em medir o desempenho com vários focos, surgiu o conceito de SQECM ou, Segurança, Qualidade, Entrega, Custo e Moral. A segurança representa o respeito ao funcionário e ao meio ambiente. A qualidade representa o foco no cliente e a melhoria contínua dos processos e produtos. A entrega representa uma preocupação, não em produzir o máximo que for possível, mas produzir o necessário, no momento certo

(*Just-in-Time*). O custo representa a preocupação em fazer o necessário com o mínimo recurso possível, eliminando todo e qualquer desperdício, seja em processamento, superprodução, movimentação, espera, refugo, retrabalhos ou estoque. A moral representa a preocupação com o bem estar do funcionário, o seu nível de motivação e sua disposição para o trabalho.

Assim foram definidos os seguintes indicadores principais:

a) Segurança:

- Índice OSHA de Acidentes de Trabalho sem Afastamento;
- Índice OSHA de Acidentes de Trabalho com Afastamento;
- Kilowatt hora motor;
- Resíduo Orgânico gerado pela Planta.

b) Qualidade:

- Índice de PPM;
- Auditoria Básica;
- Auditoria Funcional;
- Auditoria QZ;
- FTC da Montagem.

c) Entrega:

- Grau de utilização de mão-de-obra;
- Eficiência da Linha de Montagem;
- Atendimento ao Plano de Produção;
- Giro de Estoque.

d) Custo:

- Custo operacional por unidade;
- Homem Hora Motor;
- Refugo.

e) Moral:

- Absenteísmo;
- Hora Extra.

A seguir trataremos de cada índice individualmente, mostrando as características de cada um em seu papel na construção de uma fábrica enxuta.

4.3.1 Índice OSHA de Acidentes de Trabalho com e sem Afastamento

O Índice OSHA de acidentes de trabalho é internacionalmente utilizado para avaliar o desempenho da empresa com relação à segurança do funcionário. Basicamente ele compara o número de acidentes ocorridos com o total de horas trabalhadas, o resultado desta divisão é multiplicado por um fator para ajuste do resultado (na verdade o fator serve para que o resultado não dê um valor extremamente baixo e difícil de entender).

A fórmula para cálculo deste índice é a seguinte:

FIGURA 37 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DO ÍNDICE OSHA

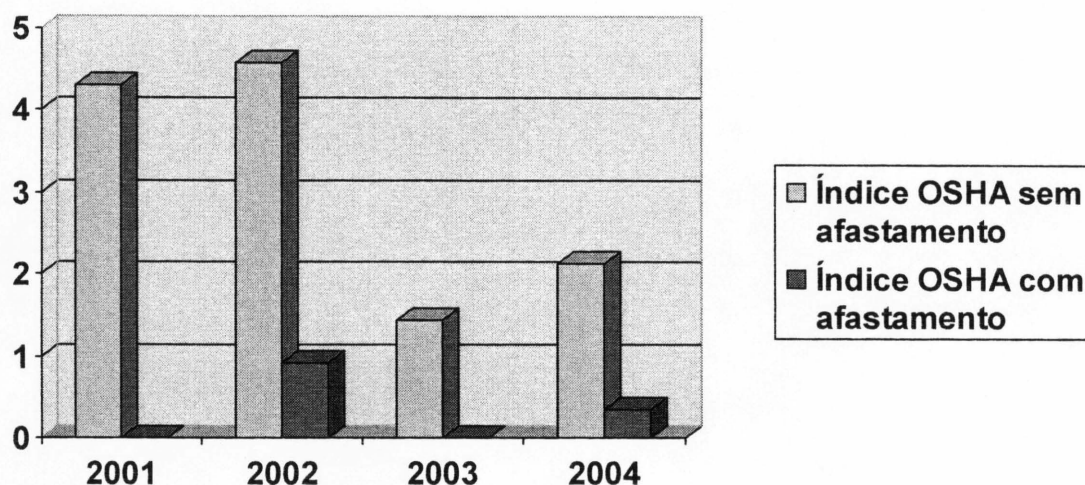
$$I_{\text{OSHA}} = \frac{N_{\text{ac}} * 200,000}{\text{total horas trabalhadas (acum.)}}$$

Fonte: Tritec Motors

Onde, N_{ac} , representa o número de acidentes reportados (com ou sem afastamento, dependendo do índice que está sendo calculado).

O Gráfico 01 mostra a evolução deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 01 – ÍNDICE OSHA COM E SEM AFASTAMENTO – TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

Por exemplo: considerando que a planta tem aproximadamente 400 funcionários, que trabalham 8,8 horas diárias durante aproximadamente 240 dias no ano, pode-se concluir que no ano de 2002 houve aproximadamente 4 acidentes de trabalho com afastamento, enquanto que em 2004 o número de acidentes com afastamento foi de apenas 2.

4.3.2 Kilowatt Hora Motor

Este é um índice novo que será utilizado a partir de 2005. O objetivo é monitorar o quanto de energia elétrica é convertido em motores. Desta maneira, espera-se que no futuro se produza mais motores com menos energia, o que reflete diretamente na eliminação de desperdícios. A otimização dos processos, eliminação do duplo processamento, retrabalhos e refugo de peças, além da preocupação com a utilização de recursos menos dispendiosos visando reduzir o custo do produto, são ações que deverão impactar neste índice, dando para a organização um termômetro para monitorar indiretamente estas perdas.

A fórmula para cálculo deste índice é a seguinte:

FIGURA 38 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DO KWH / MOTOR

$$KWh / motor = \frac{KWh \text{ hora consumido}}{\text{Motores Produzidos}}$$

Fonte: Tritec Motors

4.3.3 Resíduo Orgânico Gerado pela Planta

O índice de resíduo orgânico mostra uma preocupação da Tritec com o meio ambiente onde está inserida. Através deste índice busca-se reduzir a quantidade de lixo orgânico enviada para os aterros sanitários. Todos sabem dos problemas enfrentados na região de Curitiba com relação ao espaço disponível nos aterros sanitários. A Tritec estimula seus funcionários a gerarem menos lixo orgânico através das seguintes ações:

- a) Campanhas de conscientização;
- b) Campanhas de redução de resíduos gerados no refeitório;
- c) Utilização de materiais recicláveis na cozinha;
- d) Implementação da Coleta Seletiva em toda a empresa;
- e) Auditorias periódicas.

A fórmula para cálculo deste índice é a seguinte:

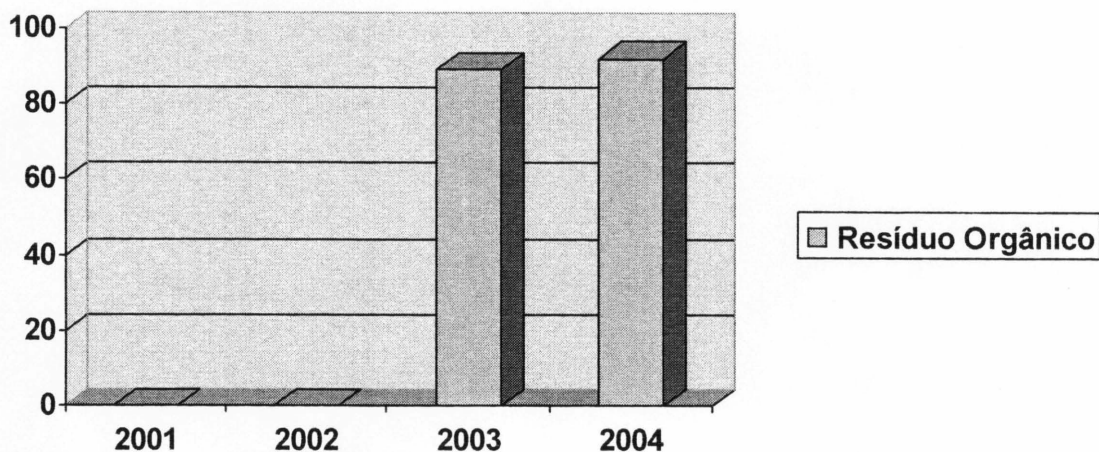
FIGURA 39 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DO RESÍDUO ORGÂNICO

$$\text{Resíduo Orgânico} = \frac{\text{gramas}}{\text{hora trabalhadas}}$$

Fonte: Tritec Motors

O gráfico 02 mostra o resultado deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 02 – RESÍDUO ORGÂNICO – TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

Este índice passou a ser acompanhado no ano de 2003. Os valores de 2003 e 2004 não proporcionam uma comparação significativa devido à baixa amostragem e, além disso, em 2004 houve a troca do fornecedor responsável pelo restaurante.

4.3.4 Índice de PPM

O índice de PPM do motor avalia quantos defeitos no produto são encontrados pelo cliente. O cálculo é simples, basicamente uma regra de três. O resultado é um número que representa quantos defeitos seriam encontrados pelo cliente se o fornecimento fosse de 1 milhão de motores.

Por exemplo: se no ano foram fornecidos 200.000 motores e o cliente encontrou 20 defeitos, então o índice PPM é 100.

A fórmula para cálculo deste índice é a seguinte:

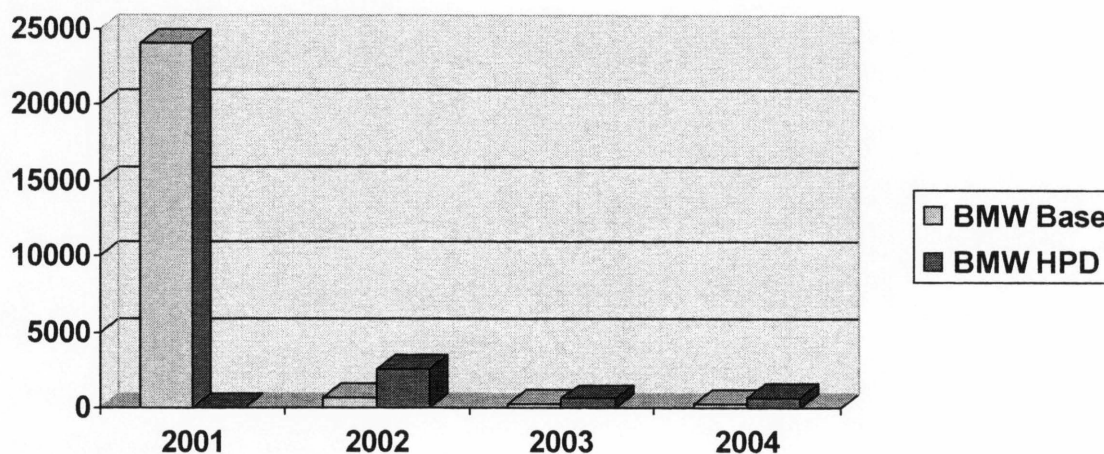
FIGURA 40 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DO PPM

$$PPM = \frac{Nd * 1.000.000}{Motores Produzidos}$$

Fonte: Tritec Motors

O Gráfico 03 mostra a evolução deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 03 – PPM DOS MOTORES BMW BASE / HPD – TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

O ano de 2001 foi o ano de lançamento do motor Base, logo é natural que o índice seja maior. Na verdade o índice foi extremamente elevado até julho de 2001, a partir daí o índice caiu para valores próximos a 2000 PPM. Observa-se, no entanto uma significativa melhoria ano a ano nestes índices o que indica que muito poucos defeitos estão sendo detectados no cliente. Isto indica também que há um sucesso na busca pela detecção e solução interna dos problemas (*Jidoka*). Esta melhoria foi tão significativa que a partir de 2005 haverá apenas um índice de PPM que valerá para todos os modelos de motores. Os valores atuais na ordem de 400 PPM (meta atual), considerando um volume total de produção de aproximadamente 200.000 unidades/ano, significam uma tolerância de, no máximo, 80 motores com algum defeito encontrado pelo cliente em 1 ano de produção.

O PPM mostra em números o grau de satisfação do cliente com o produto fornecido. Na Tritec, este conceito também é aplicado entre as linhas de usinagem e montagem. Cada problema que uma peça proveniente da linha de usinagem apresenta na montagem é considerado no cálculo do índice de PPM da linha de usinagem. Isto fortalece a relação cliente fornecedor entre as linhas.

4.3.5 Auditoria Básica

A auditoria básica é uma checagem semanal que é feita nas linhas de usinagem. Ao todo são verificadas 1630 características do produto, sendo que destas, 1200 podem ser checadas na própria linha e as demais no setor de metrologia da empresa. Nesta auditoria, são medidas apenas características finais das peças, não interessando as medidas intermediárias. De acordo com o critério utilizado em outras plantas da Daimlerchrysler, uma característica é considerada *NOK* quando o seu resultado exceder 10% do campo de tolerância do produto.

O índice nada mais é do que um cálculo percentual do número de não conformidades encontradas com relação ao total de características medidas. Desta forma, se foram encontradas 10 não conformidades de um total de 1630 características, então o valor do índice é 0,61 %.

A fórmula para cálculo deste índice é a seguinte:

FIGURA 41 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DO ÍNDICE DE AUDITORIA BÁSICA

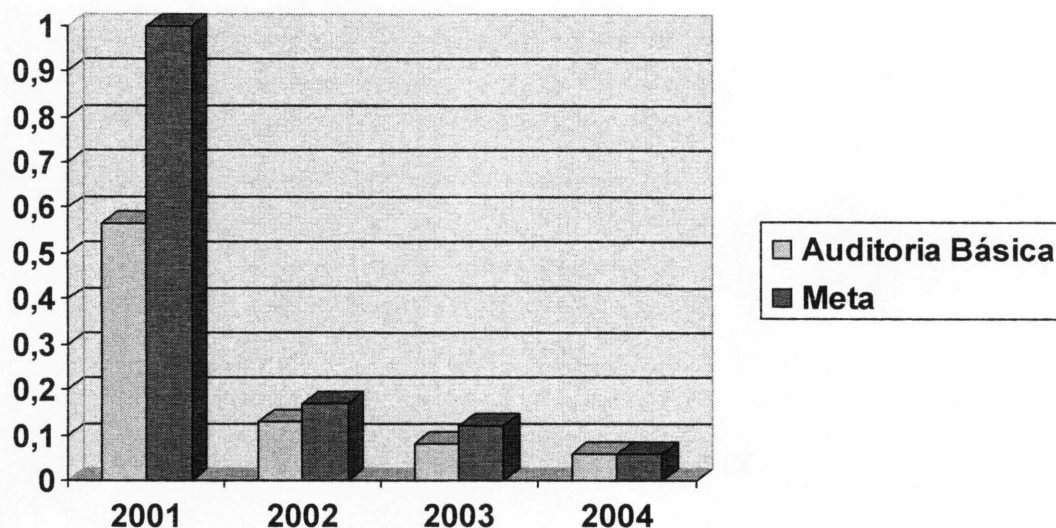
$$AuditoriaBásica = \frac{NC}{TC} * 100\%$$

Fonte: Tritec Motors

, onde NC representa o número de não conformidades encontradas e TC representa o total de características medidas.

O Gráfico 04 mostra a evolução deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 04 – AUDITORIA BÁSICA / META – TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

4.3.6 Auditoria Funcional

A auditoria funcional ocorre semanalmente, da mesma forma que a auditoria básica. A diferença é que, neste caso, são avaliados motores completos e não apenas componentes. A auditoria consiste em separar 3 motores oriundos do processo normal de montagem, submetê-los durante 20 minutos ao teste chamado na Tritec de *Hot Test* (teste a quente aonde o motor roda em bancada de teste com a injeção de gás ao invés de gasolina) e, posteriormente, desmontar completamente o motor. Durante a desmontagem é feita a análise detalhada de cada componente. Caso, durante esta análise, algum defeito seja identificado, o mesmo é classificado numa escala de deméritos que vai de 1 a 4.

Desta forma os deméritos são classificados em:

- a) Dem 1: Evidência do não cumprimento das boas práticas de qualidade de manufatura. Estes defeitos não causarão reclamação dos clientes ou custo

adicional;

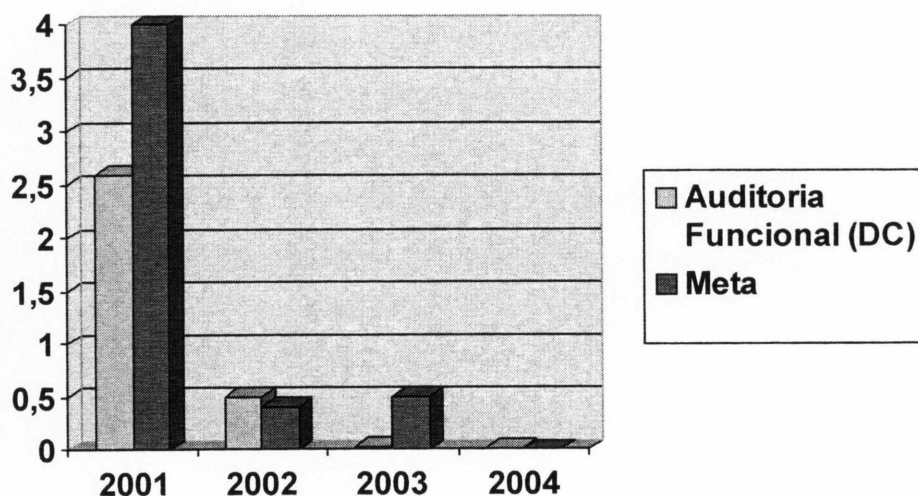
- b) Dem 2: Estes defeitos são moderados desvios das especificações de engenharia, mas podem causar reclamações dos clientes e/ou custo de garantia;
- c) Dem 3: Significantes desvios das especificações de engenharia os quais têm uma alta probabilidade de resultar em reclamações de clientes e/ou custos de garantia;
- d) Dem 4: Desvios extremos das especificações de engenharia os quais requerem um maior reparo para corrigir o defeito ou que certamente irão resultar em insatisfação do cliente.

Este índice também é um cálculo percentual do número de deméritos encontrados com relação ao total de pontos avaliados.

Um ponto importante a ressaltar é que este é o método de auditoria válido para o cliente Daimlerchrysler. Para a BMW o índice utilizado é a Auditoria QZ, que será visto a seguir.

O Gráfico 05 mostra a evolução deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 05 - AUDITORIA FUNCIONAL / META – TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

4.3.7 Auditoria QZ

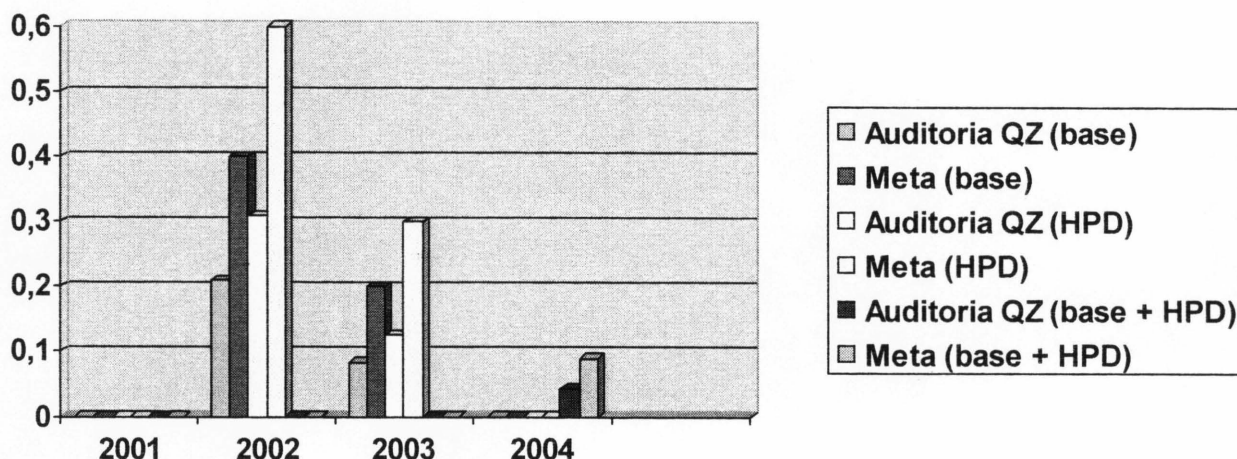
A auditoria QZ é a versão alemã da auditoria funcional. As principais diferenças entre ambos são as seguintes:

- a) O motor é submetido a um teste de dinamômetro (com gasolina ao invés de gás e numa condição mais próxima à de utilização no veículo) durante 50 horas sob condições severas;
- b) O teste é realizado com um motor por semana ao invés de três;
- c) É retirada a curva de *performance* do motor antes e depois do teste;
- d) Feita a medição do consumo de óleo;
- e) A classificação de deméritos é outra:
 - Dem 12: Falhas que não influenciam na *performance* do motor, mas que não deveriam ocorrer;
 - Dem 22: Falhas que influenciam na *performance* do motor e sua finalidade específica;
 - Dem 35: Falhas que podem afetar a utilização do motor ou sua finalidade;
 - Dem 68: Falhas que tornam o motor sem condições de uso ou até de aproveitamento.

Este índice também é um cálculo percentual do número de deméritos encontrados com relação ao total de pontos avaliados.

O Gráfico 06 mostra a evolução deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 06 – AUDITORIAS QZ BASE / HPD / BASE+HPD – TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

Neste caso percebe-se que houve uma evolução tão grande dos índices que foi possível unificá-los (base e HPD), ao mesmo tempo em que se baixou a meta em 2004 e a mesma foi atingida.

4.3.8 FTC da Montagem

O índice de FTC ou, *First Time Through Capability*, é um dos índices mais importantes da montagem e da fábrica. Ele mede quantos motores entraram e saíram da linha de montagem sem apresentar um defeito sequer. Ou seja, se foram inseridos 100 motores na entrada da linha de montagem e 10 necessitaram sofrer algum tipo de retrabalho (o que é um desperdício), então 90 motores saíram sem sofrer retrabalho. Isto significa um FTC de 90% da linha de montagem.

A fórmula para o cálculo do FTC é a seguinte

FIGURA 42 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DO FTC MONTAGEM

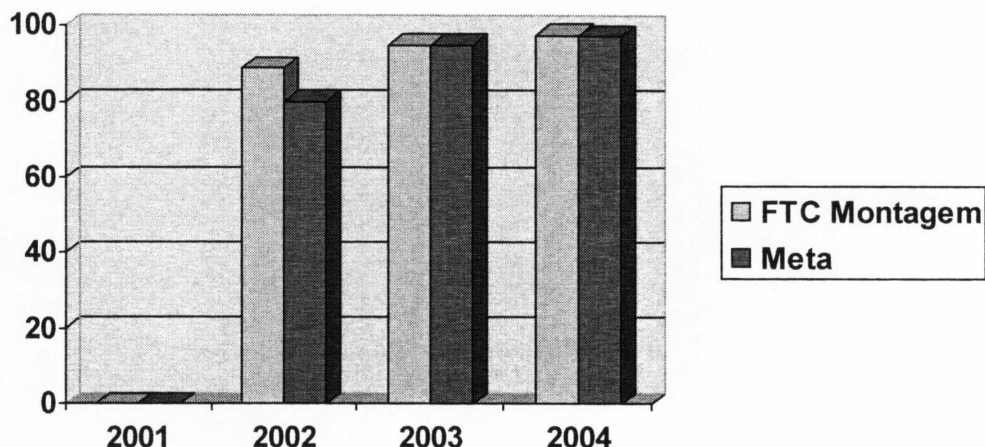
$$FTC_{montagem} = \frac{TMP - ND}{TMP} * 100\%$$

Fonte: Tritec Motors

, onde TMP é o total de motores produzidos e ND o número de motores que apresentaram defeitos durante o processo.

O gráfico 07 mostra a evolução deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 07 – FTC MONTAGEM / META – TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

A elevação constante deste índice ao ponto de atingir 97,5% (quase 100%) indica uma preocupação constante com a solução de problemas. Nos gráficos de reunião de final de turno todos os defeitos apresentados são avaliados e ações são definidas imediatamente para conter e solucionar tais problemas. Existem também as reuniões de TOP 5 aonde os 5 principais problemas de Entrega e Qualidade são discutidos. Neste caso o índice FTC é a base para a discussão dos itens de entrega, sendo que os 5

principais defeitos apresentados no momento, ou seja, os defeitos que mais se repetem, são discutidos nesta reunião. Cada um dos 5 itens é direcionado a um líder que conduz, de acordo com uma metodologia científica de solução de problemas, as ações necessárias para evitar a reincidência dos mesmos.

4.3.9 Grau de Utilização de Mão-de-Obra

O índice de Grau de Utilização de Mão de Obra reflete a preocupação com o conceito da “fábrica mínima”, ou seja, fazer o necessário com o mínimo de esforço. Isto implica em utilizar ao máximo a força de trabalho disponível. Desta forma, busca-se constantemente encontrar e eliminar as fontes de desperdício que roubam o tempo produtivo dos operadores. Estes desperdícios já foram abordados anteriormente e dizem respeito a excesso de manuseio de peças, deslocamento excessivo do operador, tempos de espera para iniciar a operação, etc. Estes são os principais desperdícios que fazem com que a taxa de utilização caia.

Para o cálculo da taxa de utilização de mão-de-obra, é necessário conhecer o somatório dos tempos padrão das atividades da linha, ou seja, saber, por exemplo, que para produzir um motor são necessários 1000 minutos de produção (considerando as operações vigentes no momento). Outro conceito fundamental neste momento é o *takt time* ou, tempo da tarefa.

O *takt time* representa o tempo exato para se produzir a demanda solicitada pelo cliente. O *takt time* é fundamental para evitar o desperdício da superprodução. Ele é o termômetro da fábrica, a cadência da linha de montagem.

A Tritec calcula o *takt time* da seguinte maneira:

FIGURA 43 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DO TAKT TIME

$$TaktTime = \frac{THP * 3600 * Ef}{VPR}$$

Fonte: Tritec Motors

Onde THP é o total de horas de produção disponíveis, Ef é a eficiência da linha e VPR é o volume de produção requerido pelo cliente.

A linha deve rodar idealmente no *takt time*. Aqui vale um comentário interessante: a Tritec roda a linha de montagem no *takt time* apenas no último trecho de produção. Os trechos anteriores rodam a uma velocidade um pouco maior para compensar as ineficiências do processo e permitir a recuperação dos estoques intermediários. Isto em teoria fere o conceito de *takt time* pregado pela Toyota e é algo que está sendo alvo de severas críticas e discussões. Isto será revisado neste ano de 2005.

A fórmula de cálculo da taxa de utilização é a seguinte:

FIGURA 44 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DA TAXA DE UTILIZAÇÃO

$$TaxaUtilizaçãoMOD = \frac{MinReq * 60}{MOD * TaktTime}$$

Fonte: Tritec Motors

Onde, MinReq são os minutos teóricos requeridos para produção do motor (seja na linha completa ou numa zona específica), MOD é o número de operadores que executam mão de obra direta e *Takt Time* é o tempo da tarefa (que na Tritec é calculado utilizando-se o tempo requerido por zona, ou seja, há um *takt time* por zona ou trecho da

linha).

Apesar da importância deste índice para a linha de montagem, o mesmo não é acompanhado pelo *ScoreCard* da planta e por esta razão não temos os dados históricos (desde 2001) sobre este índice. Sabemos apenas que atualmente o grau de utilização da mão-de-obra da linha de montagem é de 80%. A meta é de 90%, o que indica que ainda há muitos desperdícios a serem eliminados para que se possa afirmar que a Tritec utiliza ao máximo a sua mão-de-obra.

As atividades de *Kaizen* são uma das principais ferramentas que a Tritec utiliza na busca e eliminação das atividades que não agregam valor ao produto e na obtenção do melhor balanceamento possível para a linha.

Em paralelo a este conceito está o conceito de eficiência da linha, que será visto a seguir. Ambos buscam, em conjunto, aproveitar ao máximo tempo e mão-de-obra disponível. Algumas plantas utilizam um terceiro indicador que avalia a quantidade de metros quadrados (área) da linha de montagem com relação à capacidade produtiva da linha. Este indicador se encaixa também no conceito da "fábrica mínima". A Tritec não utiliza este índice.

4.3.10 Eficiência da Linha de Montagem

O índice de eficiência da linha de montagem mede o quão bem ela utiliza o seu tempo disponível para atender à demanda do cliente final. Isto não corresponde ao conceito tradicional de produtividade, que busca produzir o máximo possível num determinado tempo. Pelo contrário, pretende-se apenas aproveitar o tempo disponível ao máximo, de forma a atender prontamente o cliente final.

Assim define-se eficiência através da seguinte equação:

FIGURA 45 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DA EFICIÊNCIA

$$Ef = \frac{TMP * TaktTime}{TDP * TPT} * 100\%$$

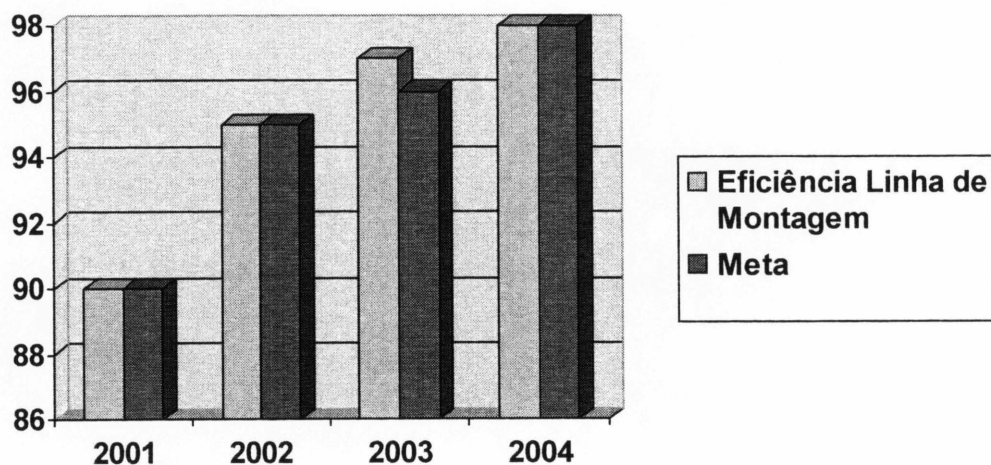
Fonte: Tritec Motors

, onde TMP é o total de motores produzidos no período, *takt time* é o tempo da tarefa (requerido pelo cliente), TDP é o total de dias produtivos no período e TPT é o tempo produtivo total em cada dia de trabalho.

Também há discussões sobre este tema atualmente na Tritec. Até então a Tritec desconsiderava do tempo produtivo total as pequenas paradas para reuniões diárias e outras perdas, sendo que este valor menor causava um aumento no valor da eficiência final. Para o ano de 2005 provavelmente o tempo produtivo total será o tempo máximo disponível no dia de trabalho. Com isto a eficiência deverá cair 3% em média.

O Gráfico 08 mostra a evolução deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 08 – EFICIÊNCIA DA LINHA DE MONTAGEM / META – TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

4.3.11 Atendimento ao Plano de Produção

Este índice, apesar de não ser mais utilizado no *ScoreCard* da planta, representa bem a preocupação em evitar a superprodução, que é um desperdício. No caso da Tritec, este índice deixou de ser acompanhado porque o plano de produção era sempre atendido com facilidade e optou-se por colocar outros indicadores em seu lugar.

Este índice é calculado através do percentual de motores produzidos com relação ao plano de produção. Por exemplo, em uma semana se atingia 99% do plano de produção então, na semana seguinte se atingia 101%, equilibrando novamente a curva. Desta forma atendia-se ao plano de produção sem gerar estoques, o que seria também um desperdício.

4.3.12 Giro de Estoque

Além do estoque de produtos acabados, a Tritec preocupa-se também em controlar o estoque de peças produtivas. O indicador de giro de estoque foi desenvolvido para atender a esta necessidade. É um indicador muito simples, que nos diz quantas vezes o estoque foi completamente consumido em um mês. Obviamente, a meta para este indicador é variável mês a mês, conforme o plano de produção, ou seja, nos meses em que a produção aumenta é esperado que haja um giro maior do estoque, por outro lado, quando a produção cai, o giro de estoque também cai.

Por exemplo, se no início do mês havia 1000 parafusos no estoque e no final do mês este estoque continua em 1000 unidades, sendo que foram produzidos 1000 motores no período, isto indica que o estoque foi consumido uma vez e depois repostos. Se, por outro lado foram produzidos 5000 motores (sabendo-se também que os pedidos gerados automaticamente no sistema SAP são de 1000 unidades cada) e os estoques de parafuso eram de 1000 unidades no início e fim do período, isto significa que o estoque girou 5 vezes.

A fórmula para o cálculo do giro de estoque para um componente poderia ser

escrita da seguinte maneira:

FIGURA 46 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DO GIRO DE ESTOQUE

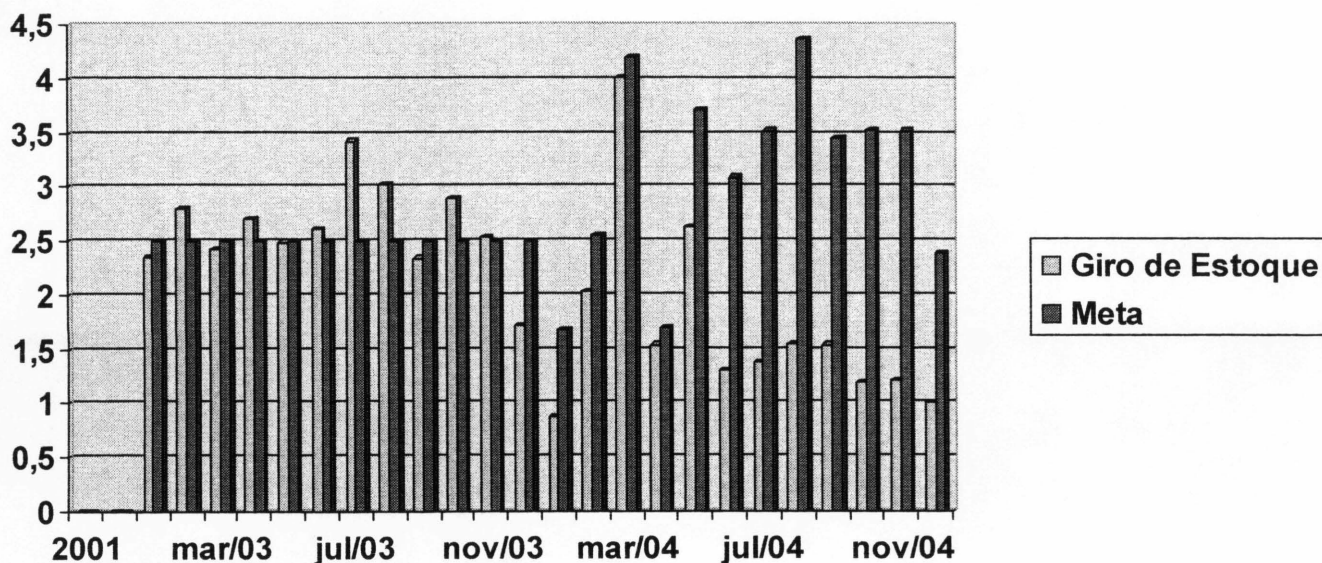
$$GiroEstoque = \frac{(MP * CPM) - (EF - EI)}{TLE}$$

Fonte: Tritec Motors

, onde MP é o total de motores produzidos no período; CPM é o número de componentes utilizados por unidades produzidas; EF é o estoque final do componente; EI é o estoque inicial do componente e TLE é o tamanho do lote de entrada do componente.

Este índice passou a ser acompanhado em 2003 e ainda não se podem tirar conclusões a respeito dele. Contudo, observa-se que há melhorias a serem realizadas, visto que a meta não vem sendo atingida. Os dados encontram-se no Gráfico 09 abaixo:

GRÁFICO 09 – GIRO DE ESTOQUE / META - TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

O acompanhamento em 2003 foi anual, sendo alterado para mensal em 2004.

Para melhor comparar os dados mensais, a meta em 2003 foi representada como mensal (valores iguais). Independente disto nota-se uma sensível queda neste índice de 2003 para 2004.

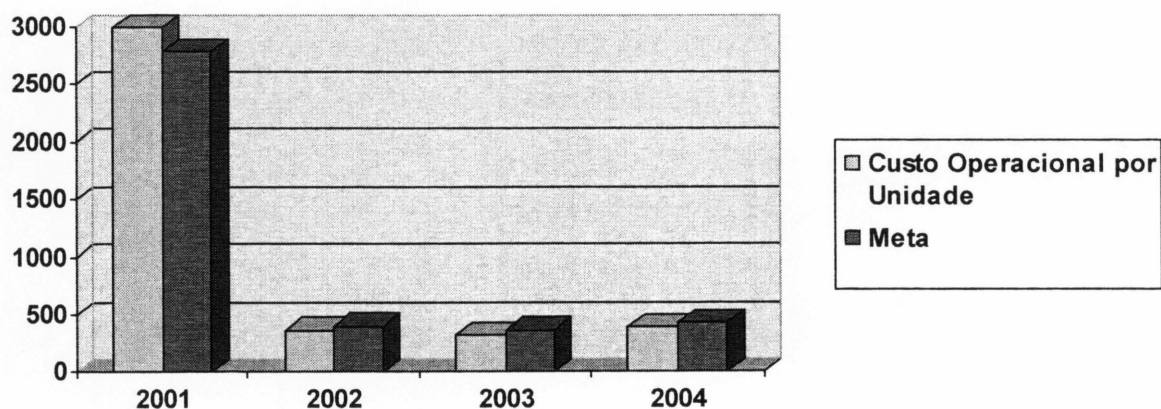
4.3.13 Custo Operacional por Unidade

A preocupação em melhorar continuamente os processos, eliminando os desperdícios se reflete diretamente no resultado final do custo do produto. Isso significa ganho líquido para a empresa.

O cálculo deste índice é muito simples, basta dividir o custo necessário para produzir os motores pelo número de motores produzidos no período.

O gráfico 10 mostra a evolução deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 10 – CUSTO OPERACIONAL POR UNIDADE / META - TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

Os custos operacionais em 2001 foram muito elevados devido às despesas de lançamento da planta e aos problemas comuns a esta fase do projeto. A partir de 2002 nota-se uma evolução muito grande no desempenho da planta nesse índice.

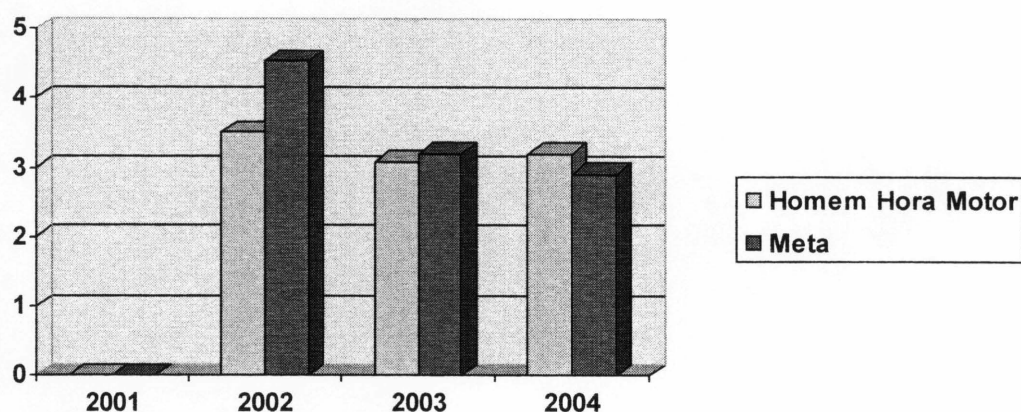
4.3.14 Homem Hora Motor

Este índice é muito parecido ao índice anterior e reflete a preocupação com a melhor utilização dos recursos de mão-de-obra. Este é o resultado monetário da taxa de utilização de mão-de-obra vista anteriormente.

Para calcular este índice é necessário dividir o número de horas homem necessários para produzir motores pelo total de motores produzidos.

O Gráfico 11 mostra os resultados desse índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 11 – HOMEM HORA MOTOR - TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de Scorecard da Tritec Motors

Este índice passou a ser observado a partir de 2002. Observa-se um aumento no índice no ano de 2004 devido ao fato de que houve uma queda significativa no volume de produção, mas a empresa optou por manter o mesmo quadro de funcionários, apenas deslocando alguns para atividades do plano de melhorias específicas e *Kaizen*. Isto é o reflexo da baixa taxa de utilização de mão-de-obra na linha de montagem atualmente.

4.3.15 Refugo

Um dos maiores desperdícios na produção é o refugo. Isto representa a perda não somente do material, mas de todo o processo envolvido e do esforço dos operadores.

O índice de refugo é calculado pela seguinte fórmula:

FIGURA 47 – FÓRMULA PARA CÁLCULO DO ÍNDICE DE REFUGO

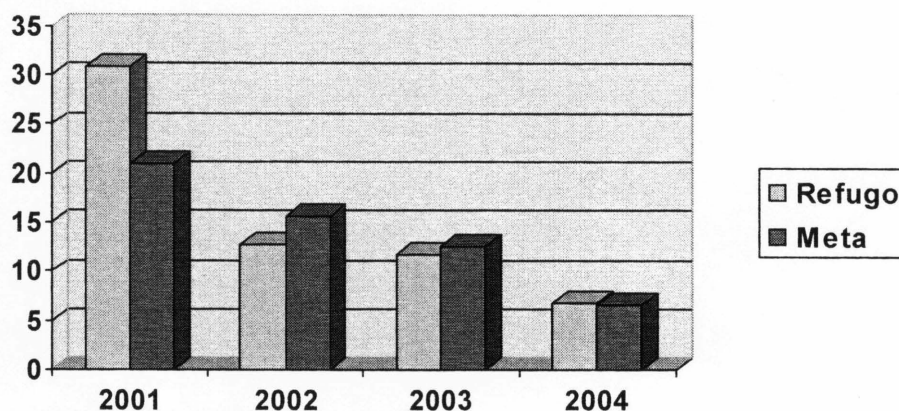
$$Re\ fugo = \frac{CPR}{TMP}$$

Fonte: Tritec Motors

, onde CPR é o custo total das peças refugadas e TMP é o total de motores produzidos.

O Gráfico 12 mostra o comportamento deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 12 – REFUGO / META – TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de ScoreCard da Tritec Motors

Apesar de em 2004 a meta não ter sido atingida, nota-se uma sensível melhoria no custo de refugo desde o lançamento da planta. Isto se deve à conscientização dos funcionários envolvidos em todo o processo em busca da melhoria contínua. O conceito de *Jidoka* utilizado em toda a linha de montagem com estações de reparo, sinalização de *Andon* e *Poka-Yokes*, permite que os defeitos sejam detectados quase que imediatamente, o que faz com que o processo seja interrompido instantaneamente para a solução do problema. Além disso, evita que o defeito encontrado seja repetido em diversos motores consecutivos, o que geraria um excesso de peças refugadas.

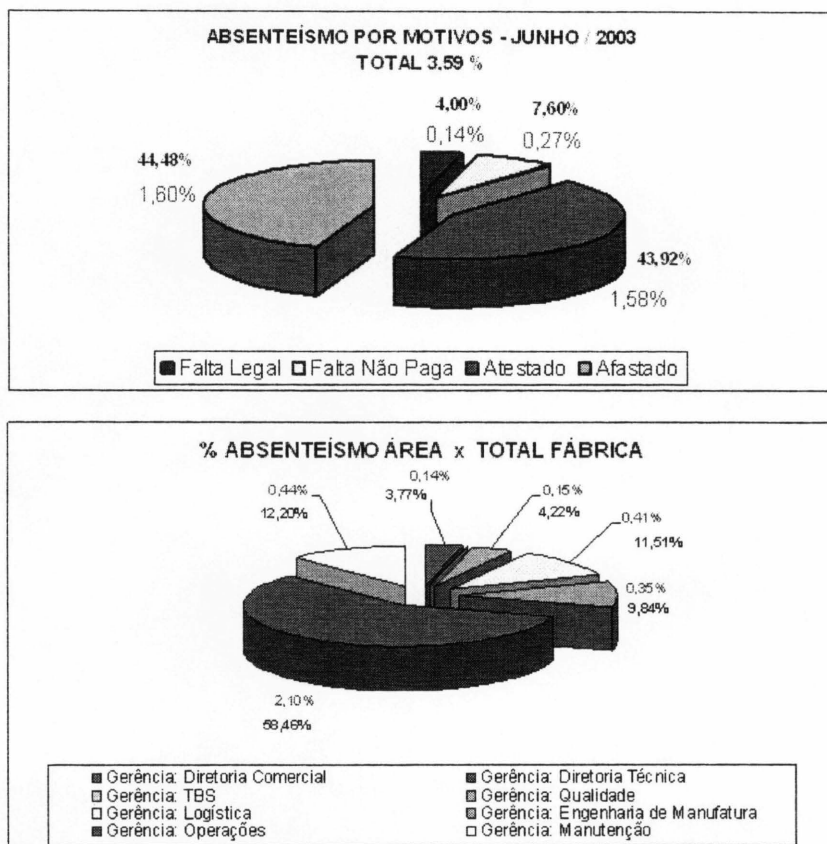
4.3.16 Absenteísmo

O papel do ser humano na construção do Sistema Toyota de Produção requer sua participação, envolvimento e comprometimento com o sistema. A Tritec preocupa-se em manter um ambiente de trabalho que estimule a participação e a presença do colaborador. Como ela trabalha com um nível de mão-de-obra muito enxuto, a falta de um colaborador afeta sensivelmente a produção. Desta forma, a Tritec optou por acompanhar este índice de perto, pois o mesmo representa uma espécie de termômetro do clima organizacional.

Este índice é o valor percentual das horas de ausência dos colaboradores com relação ao total de horas que deveriam ser trabalhadas.

O gráfico 13 é um exemplo de como a Tritec monitora este índice.

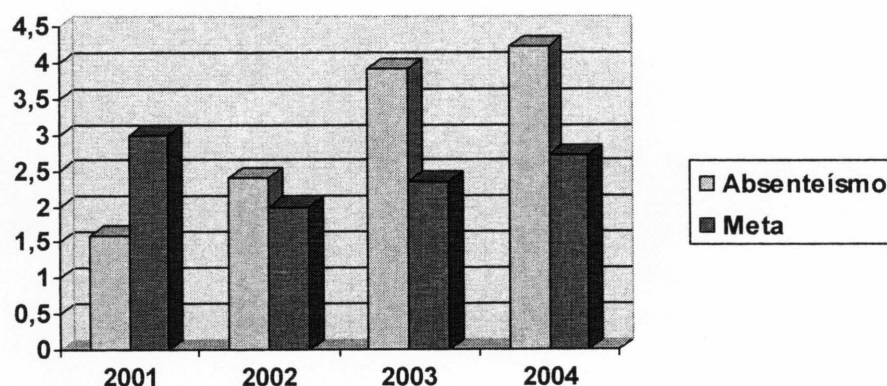
GRÁFICO 13 – ABSENTEÍSMO POR MOTIVOS - % ABSENTEÍSMO ÁREA X TOTAL FÁBRICA - TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Gráficos de SQECM da Tritec Motors

O gráfico 14 mostra a evolução deste índice nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 14 – ABSENTEÍSMO / META - TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de ScoreCard da Tritec Motors

Este é um indicador preocupante para a Tritec. Observa-se que há um aumento constante nos índices de absenteísmo da planta. No momento estão sendo estudadas ações para reduzir este índice e entender os motivos pelos quais muitas pessoas faltam constantemente ao trabalho. Além disso, observa-se uma evasão de funcionários capacitado em TBS para outras empresas, o que é um indício de que há algo errado no clima organizacional.

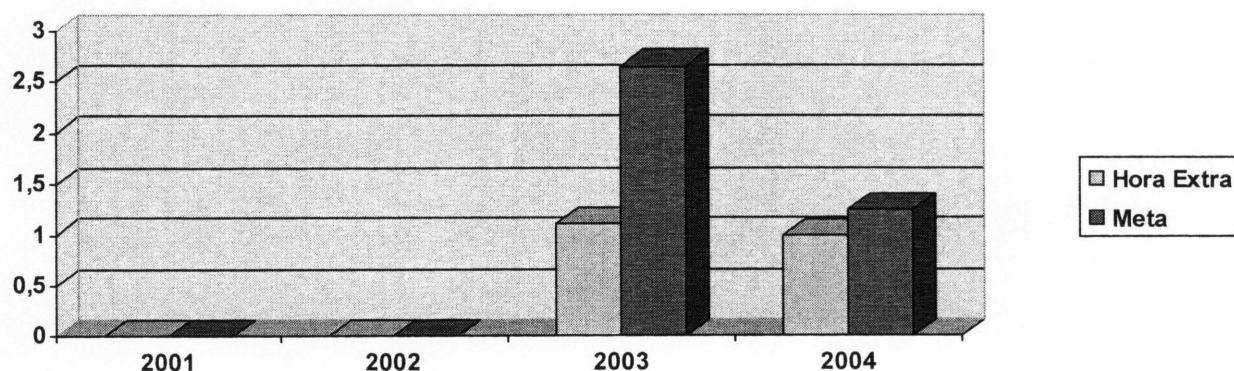
4.3.17 Hora Extra

A Tritec busca produzir a quantidade requerida pelo cliente utilizando exatamente o tempo disponível para a produção. Isto significa produzir nem mais nem menos do que o requerimento do cliente e utilizar todo o tempo de produção disponível. Não é desejável utilizar horas extras para atender demandas de produção ou recuperar tempos de parada de linha. Por esta razão a Tritec definiu este como um de seus indicadores de desempenho. Indiretamente este indicador mostra se a linha está devidamente cadenciada e se há muitas paradas que geram perda de produção e necessidade de horas extras para atender à demanda.

O indicador é o valor percentual das horas extras trabalhadas com relação ao total de horas trabalhadas.

O gráfico 15 explicita os resultados deste indicador nos anos de 2001 a 2004.

GRÁFICO 15 – HORA EXTRA / META – TRITEC - 2001 A 2004



Fonte: Planilha de ScoreCard da Tritec Motors

5 CONCLUSÕES

A pesquisa realizada na *Tritec Motors* nos permite concluir que as ferramentas do Sistema Toyota de Produção vêm sendo aplicadas no dia-a-dia da empresa, justificando os excelentes índices de SQECM obtidos.

A empresa está comprometida com a busca da solução de problemas, melhoria contínua, redução de custos, satisfação de clientes e eliminação de desperdícios. Pode-se dizer que há uma mentalidade enxuta desenvolvendo-se em todos os níveis da organização.

A presença do time multifuncional nas linhas de produção é de fundamental importância para a elaboração de melhorias em todo processo fabril (*Kaizen*), assim como, na responsabilidade pela busca de soluções dos problemas diários. A evidência disso são as reuniões de final de turno e a reunião de TOP5.

A utilização do conceito de *Jidoka* se faz presente em vários pontos das linhas, através do emprego de técnicas de *Poka-yoke*, dos *kick-outs* (áreas de retrabalho) da linha e sinal de alerta nos *Andon Boards*. Dessa forma a detecção de problemas é imediata e a geração de refugo é reduzida praticamente a zero. Nas linhas de usinagem há diversos sistemas de medição "*in-line*" que também evitam a ocorrência de refugos. Os painéis de *Andon* estão presentes em todas as linhas de produção.

O *Just-In-Time* é verificado na utilização de diversos sistemas de *Kanban*, tanto para alimentação de peças na linha de montagem, quanto na solicitação de peças para os fornecedores (*kanban* externo) e controle da utilização de *containers* para o envio de motores acabados.

A empresa está organizada de uma forma que favorece o cumprimento das quatro regras do TBS.

A padronização e a organização do trabalho na empresa são pontos fortes facilmente identificados. Os operadores das máquinas realizam atividades de TPM rotineiramente. Todas as operações possuem documentação que padroniza a operação.

Os postos de trabalho são identificados e os locais para as peças e ferramentas são demarcados. Isto ocorre não apenas nas linhas de produção, mas também nos escritórios da fábrica.

O *lay-out* das linhas de produção favorece o fluxo contínuo eliminando desperdícios de estoque e movimentação. Contudo, um dos pontos observados é que o nível dos estoques intermediários ainda está muito acima do desejado pela própria empresa.

A relação cliente fornecedor se faz presente nos processos e os membros do time de produção têm autonomia para tomar as decisões que lhe cabem, inclusive parar o processo produtivo. Os mesmos operadores da produção são os responsáveis pela condução das atividades de *kaizen* nas linhas, sob supervisão dos engenheiros.

Para uma pessoa que visita a Tritec e possui conhecimento teórico sobre as ferramentas do TBS, é fácil verificar o funcionamento prático destas ferramentas exaustivamente descritas na literatura. Nota-se também que a utilização de tais ferramentas está difundida por toda a organização e não apenas de maneira isolada. Contudo, isto é apenas a parte visual do TBS na empresa.

Olhando com maior atenção, percebe-se a existência de mais dois níveis neste sistema.

Em primeiro lugar está o comprometimento e a fé das pessoas. Esta confiança não foi facilmente obtida, haja vista as dificuldades na implementação do sistema relatadas durante as entrevistas (vide Apêndice A). Porém, hoje, há um comprometimento presente em todos os níveis hierárquicos da empresa, desde o operador de produção até a alta diretoria.

Entretanto, o comprometimento das pessoas e o uso correto das ferramentas do TBS em princípio não dizem absolutamente nada em termos de resultados práticos para a empresa. Esses resultados só podem se tornar tangíveis a partir do momento em que são agrupados na forma de indicadores e analisados de maneira a fornecer subsídios para retro alimentar o processo com melhorias contínuas. Este é o terceiro nível (Nível 1:

ferramentas; Nível 2: pessoas; Nível 3: indicadores).

A Tritec definiu estes indicadores considerando que o efeito da mentalidade enxuta na empresa afeta globalmente os seus resultados, não somente em termos de qualidade e custo, mas também em aspectos de segurança, meio ambiente e moral dos funcionários. Desta forma estabeleceu os índices de SQECM (Segurança, Qualidade, Entrega, Custo e Moral).

Ao analisar os indicadores apresentados na pesquisa, percebe-se que, de uma forma direta ou indireta, todos estão relacionados com a busca da eliminação de algum tipo de desperdício, visando otimizar constantemente o processo produtivo e aumentar a rentabilidade da operação.

A redução constante do índice de refugo mostra o sucesso na implementação do *Jidoka* nas linhas, e a solução efetiva dos problemas. Isto também se reflete no índice de "PPM" (defeitos no cliente contados em partes por milhão) muito baixo que a Tritec possui hoje, pois a utilização de *poka-yokes*, auditorias, checagens e testes de processo está evitando que os problemas cheguem até o cliente final.

O elevado índice de "FTC" (motores produzidos sem nenhum retrabalho) mostra que os desperdícios relacionados ao retrabalho estão sendo cada vez menores, refletindo também na redução da quantidade de peças de "Refugo".

Se os problemas são corretamente solucionados pelo time multifuncional, se o índice de "FTC" aumenta, se for baixo o índice de "Refugo", e a produção opera com a cadência do *takt time*, isto significa que a linha está totalmente livre para produzir com qualidade por um período maior de tempo. Isso se reflete no elevado índice de "Eficiência" da linha, que produz a quantidade exata requerida pelo cliente, no tempo exato (*Just-in-Time*), com qualidade e com o mínimo de recursos aplicados.

Apesar dos indicadores acima mostrarem excelentes resultados, o que confirma a ótima reputação da empresa com relação à qualidade do produto final, observa-se que alguns índices estão aquém das metas estabelecidas. Isto representa um alerta para a empresa com relação a alguns pontos nos quais ela deveria dar maior atenção. Por

exemplo, indicadores como o “Grau de Utilização de Mão-de-Obra”, “Homem Hora Motor”, “Giro de Estoque” e “Absentéismo” mostram que há focos de desperdício que requerem ações mais efetivas. O que mais preocupa, sem dúvida, é o absentéismo, pois ele indica um foco de problemas ainda desconhecidos para a empresa. Um desses problemas, talvez o pior, seja a insatisfação dos colaboradores internos, que são o centro da “Casa da Toyota” e são os responsáveis pelo sucesso do sistema. O resultado dessa insatisfação pode ser a perda do comprometimento das pessoas e a desestabilização do Sistema Toyota na empresa.

Mas, independente de haver ou não pontos fortes e fracos na empresa, o importante é perceber que, por meio da definição e uso dos indicadores acima, todos estes pontos tornam-se evidentes para qualquer pessoa que avalie o sistema e isso vem sendo uma informação valiosa de *feedback* para que a organização melhore continuamente.

Com base em tudo o que foi exposto pode-se concluir que o objetivo proposto para a pesquisa foi atingido. Além de descrever as ferramentas e conceitos do Sistema Toyota de Produção e ilustrar sua aplicação prática em uma empresa, foram apresentados os indicadores por ela utilizados para a medição do sucesso na aplicação destas ferramentas. Analisamos também a maneira com que estes indicadores interagem e como as ferramentas do Sistema Toyota afetam cada um deles. Dessa forma, tornaram-se claros quais são os pontos fortes e fracos da empresa atualmente e evidentes os pontos em que a empresa precisa melhorar.

Esta pesquisa servirá como referência para as empresas que desejarem obter uma vantagem competitiva real na utilização dos conceitos de manufatura enxuta em seus processos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, Ricardo. **Adeus ao Trabalho?: ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho.** Campinas, SP, Ed. Cortez / UNICAMP, 1995.
- BAILEY, D. E., ADIGA, S. **Measuring Manufacturing Work Group Autonomy.** IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 44, nº 2, pp.158-172, may, 1997.
- BERTALANFFY, Ludwig V., **Teoria Geral de Sistemas.** Petrópolis: Vozes, 1977.
- CORIAT, Benjamin. **Pensar pelo Averso: o modelo japonês de organização do trabalho.** Rio de Janeiro, Ed. da UFJ/Revan, 1994.
- CORRÊA, HENRIQUE L. e GIANESI, IRINEU G. N. **Just-In-Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico.** São Paulo, Atlas, 1996.
- FORD, H., **Hoje e Amanhã.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1927.
- GOLDRATT, Eliyahu M., **A Meta.** São Paulo: Educator, 1986
- GOLDRATT, Eliyahu M., **Mais que Sorte ...Um Processo de Raciocínio.** São Paulo: Educator, 1994
- GOUNET, Thomas, **Fordismo e Toyotismo.** São Paulo: Boitempo Editorial, 1999.
- HAMMER, M. e CHAMPY, J., **Reengenharia.** Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- HOBBS JR., O. K. **Application of Jit Techniques in a Discrete Batch Job Shop.** Production and Inventory Management Journal, pp. 43-45, First Quarter, 1994.
- KUHN, Thomas S., **A Estrutura das Revoluções Científicas.** São Paulo: Perspectiva, 1989.
- LOURES, Rodrigo da Rocha. **Tritec é destaque Mundial.** Gazeta do Povo, 28/09/03.
- MOURA, R. A., BOCKERSTETTE, J. A. **Guia para Redução do Tempo de Ciclo.** IMAM, São Paulo, 1995.
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção além da Produção em Larga Escala.** Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes médicas: Bookman, 1997.
- SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Tradução de Eduardo Schaan. 2 ed. Porto Alegre: Artes médicas: Bookman, 1996.
- SOBEK II, D. K., LIKER, J. K.. **Another Look at Toyota Integrates Product Development.** Harvard Business Review, pp. 36-49, July-August, 1998.
- SPEAR, Steven; BOWEN, Kent; **Decoding the DNA of the Toyota Production System,** Harvard Business Review, Setembro-Outubro, 1999.
- TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle de Produção.** São Paulo, Atlas, 1997.
- TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica.** Porto Alegre, Artes Médicas (Bookman), 1999.

VOSS, C. A. **Just-in-Time Manufacture**. IFS, Springer/Verlag, 1987.

WOMACK, James P., JONES, Daniel T. & ROOS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1992

7 APÊNDICES

APÊNDICE A - ENTREVISTA COM O DEPARTAMENTO DE TBS DA TRITEC

Este questionário foi aplicado à equipe de TBS da Tritec, sendo que as respostas foram compiladas e serão descritas a seguir:

Entrevistador – Qual o papel do departamento de TBS na Tritec Motors?

Entrevistado - Estudar, implementar, manter e ensinar os conceitos do Sistema Toyota de Produção. Buscar conhecimentos em outras empresas, em seminários, congressos, trazendo e adaptando estes conhecimentos à realidade da empresa.

Entrevistador – Como está estruturado o departamento?

Entrevistado - Três pessoas que se reportam diretamente ao Diretor da Planta.

Entrevistador – Como o departamento TBS dissemina os conceitos TBS na organização?

Entrevistado - No início do ano ocorre um alinhamento com os gerentes, para que estes informem suas necessidades (projetos, treinamentos e *workshops*) para o ano. Além disso, diversas atividades são conduzidas durante o ano, através das quais ocorre a disseminação dos conceitos. Por exemplo: projetos de redução de refugo, *Kaizens*, formação de pequenos grupos multifuncionais com a participação do membro TBS como facilitador, projetos de melhorias específicas, semana *Kaizen*, entre outras. É importante salientar que o surgimento de melhorias deve sempre partir das áreas, que solicitam que a área de TBS dê suporte com as ferramentas, metodologias, etc. Confeccionado o novo processo, sistema ou melhoria, a área solicitante é responsável pela implementação e manutenção do processo tendo apenas o apoio e acompanhamento que é feito pela área de TBS. Existem também os treinamentos TBS que são ministrados periodicamente

durante o ano, aonde os conceitos são abordados e discutidos. Existe o treinamento básico, que traz as filosofias básicas do sistema, e outro avançado, que traz um conhecimento mais aplicado e aonde o Sistema Toyota é traduzido para a realidade da Tritec.

Entrevistador – Em sua opinião quais são as características que mais definem o sistema Toyota de Produção? Quais destas características estão presentes na Tritec? Você pode dar exemplos?

Entrevistado - O fato de existir um departamento específico para o TBS é uma característica da própria Toyota. O *lay-out* das linhas, que favorece o fluxo contínuo, os *kick-outs* da linha de montagem, que permitem a análise imediata dos problemas, o *Andon Board*, que promove a comunicação binária, são todas características marcantes do Sistema Toyota. Os cartões *Kanban* utilizados em todos os níveis. Controle de Estoque. O TPS visa estoque zero, mas não quer dizer que a Toyota não tenha estoque. A questão é que este estoque é controlado e minimizado. Há uma preocupação em reduzir estoques. Cultura de melhoria contínua e solução de problemas. Isso foi um grande desafio, sem dúvida, mas hoje se pode dizer que, como na Toyota, há na Tritec uma cultura de melhoria contínua e solução de problemas. Comprometimento e fé das pessoas no Sistema em todos os níveis, a grande chave do sucesso. Trabalho de acordo com a demanda do cliente. O volume de produção é rigorosamente seguido, sem superprodução. O Gerenciamento visual e padronização, em todos os níveis. A estrutura hierárquica do departamento de produção, com as funções *Team Member*, *Team Leader*, *Group Leader*, Gerente de Produção, suportados pelas demais áreas de Qualidade, Engenharia, Logística, Manutenção, são também uma característica da Toyota.

Entrevistador – Muitas empresas utilizam ferramentas isoladas do TPS como *kanban*, por exemplo, e afirmam que usam assim o Sistema Toyota de Produção. Qual sua opinião sobre esta afirmação?

Entrevistado - É verdade que isso existe e este é o diferencial da Tritec, pois ela usa várias ferramentas e todas estão ligadas umas às outras e fazem parte da cultura da empresa. Infelizmente existe ainda muito *marketing* feito sobre *cases* específicos, que algumas empresas apresentam em congressos e revistas. Na prática, muitas delas, aplicam uma determinada ferramenta em um setor isolado do resto da fábrica. É óbvio que isto não traz resultados significativos para a empresa.

Entrevistador - A Tritec desenvolveu um sistema chamado TBS (*Tritec Business System*) que foi baseado no TPS (*Toyota Production System*). Quais são os pontos que diferenciam um do outro?

Entrevistado - A Tritec estuda ferramentas e conceitos da Toyota e faz a adaptação para a realidade da empresa. Portanto, pode-se dizer que tudo o que há na Tritec foi desenvolvido para a Tritec, apenas valendo-se dos conceitos de manufatura enxuta. Mas há diferenças que realmente podem ser citadas aqui, por exemplo:

Na Toyota o treinamento TBS é feito no chão de fábrica.

Na Toyota, não é medida a eficiência das linhas de usinagem. Na Tritec, por sua vez, essa eficiência é medida, pois havia a necessidade de acompanhar o desenvolvimento dessas linhas durante a fase de lançamento da fábrica.

A Toyota tem um departamento para trabalhar TBS nos fornecedores. A Tritec está começando a iniciar esse trabalho.

As quatro regras do TBS não são originárias da Toyota, mas sim, de um estudo apresentado por dois estudiosos de Harvard, Kent Bowen e Steven Spears. A Tritec utiliza e aplica esses conceitos (verificar o Anexo B – Decodificando o DNA da Toyota). A Toyota nem se quer cita as quatro regras.

Na Tritec os principais conceitos que regem o TBS são: as quatro regras, a Casa da Toyota, os sete desperdícios (*Kaizen*) e a relação cliente fornecedor.

Entrevistador – É possível, em sua opinião, medir o sucesso da implementação

do Sistema Toyota de Produção por meio de indicadores?

Entrevistado - Sim, pois o TBS reflete em todos os níveis da fábrica, desde meio ambiente, passando pela segurança, até índices de qualidade e custo para o cliente final. Na realidade, os conceitos TBS permeiam toda a atividade da empresa em todos os níveis.

Entrevistador – Quais são os indicadores que a Tritec utiliza para avaliar este sucesso?

Entrevistado - Na verdade, todos os indicadores de Segurança, Qualidade, Entrega, Custo e Moral (SQECM) são considerados indicadores de manufatura enxuta, pois entendemos que os conceitos TBS, utilizados em toda planta, causam impacto no resultado de todos os indicadores. Os principais indicadores SQECM são:

- a) Segurança: consumo de energia elétrica (kW/h), índice OSHA (para acompanhamento dos acidentes com e sem afastamento) e resíduos orgânicos.
- b) Qualidade: Partes por milhão (PPM) e *First Time Trought Capabillity* (FTC);
- c) Entrega: Eficiência da linha de montagem, gráfico de produção versus demanda;
- d) Custo: Custo por unidade produzida, custo de refugo, taxa de ocupação, homem x hora / motor;
- e) Moral: absenteísmo e hora extra.

Entrevistador – Você poderia dar mais detalhes sobre a forma de cálculo destes indicadores?

Entrevistado - Estes detalhes podem ser obtidos da análise dos gráficos SQECM da planta.

Entrevistador – De que maneira a Tritec acompanha estes indicadores?

Entrevistado - Através de gráficos SQECM e *Score Card* que são revisados mensalmente em uma reunião com a diretoria chamada *Master Planning Room* (MPR). Nessa reunião participam os gerentes das áreas e os cinco principais pontos de melhoria refletidos nos índices são tratados de acordo com a metodologia *Top Five* de solução de problemas. Os gerentes das áreas específicas realizam uma reunião mensal com a equipe para apresentação das metas SQECM e, da mesma forma que no MPR, os cinco principais problemas são avaliados. Além disso, existem as reuniões diárias de produção e de “bom dia”, aonde os principais problemas, como PPM e outros problemas de qualidade e segurança, são trazidos para o nível operacional. Dessa forma pode-se dizer que a informação flui e é acompanhada em todos os níveis da organização.

Entrevistador – Comparando a Tritec com as demais plantas de motores das corporações Daimlerchrysler e BMW, como ela é vista em termos de manufatura enxuta?

Entrevistado - A Tritec hoje é vista como *Benchmarking* para ambas as corporações BMW e DC. A Tritec recebe periodicamente a visita de representantes dessas empresas que desejam conhecer a planta, a forma como os conceitos TBS são aplicados e o dia-a-dia de trabalho das áreas. De posse dessas informações, retornam às suas plantas e lá buscam implementar os mesmos conceitos.

Entrevistador – Em sua opinião, qual o papel do ser humano dentro de uma organização enxuta?

Entrevistado –

- a) o comprometimento com o sistema;
- b) acreditar no sistema;
- c) ter vontade de implementar o sistema;

Uma fábrica cheia de ferramentas *lean* não representa nada a não ser que as pessoas acreditem, utilizem e aperfeiçoem continuamente essas ferramentas. Muitos *kanbans* e ITPs já foram utilizados em diversas fábricas, mas sem servir para outra coisa se não Auditoria ISO e *Marketing*.

São as pessoas que fazem o sistema.

Entrevistador – Quais as principais dificuldades que a Tritec Motors enfrentou na implantação do sistema?

Entrevistado - Na Toyota a cultura enxuta já fazia parte, de certa forma, da cultura local. A pessoa que entra na Toyota adapta-se rapidamente a essa cultura. Na Tritec foi necessário, em primeiro lugar, criar essa cultura. Isso foi necessário porque havia diferentes corporações unidas no projeto de um motor novo e, também, havia pessoas de culturas diferentes, com nível de experiência diferenciado, trabalhando juntas. A maior dificuldade, sem dúvida, foi fazer com que as pessoas acreditassem no sistema. Fazer com que os gerentes apoiassem as iniciativas dos grupos. Havia muitas diferenças nos resultados de cada área, no entanto, percebia-se que os melhores resultados eram obtidos pelas áreas que acreditavam e implementavam cada vez mais os conceitos Toyota. Era necessário trabalhar com as áreas deficientes demonstrando os resultados positivos de outras áreas para ganhar assim o comprometimento e a fé delas no sistema. Hoje pode-se dizer que o comprometimento com o sistema está difundido na organização.

Entrevistador – Quais são os próximos desafios que a Tritec enfrentará na implementação do sistema?

Entrevistado - Trabalhar junto aos fornecedores capacitando-os na implementação da manufatura enxuta.

Entrevistador – Que conselho você daria a uma empresa que deseja iniciar sua viagem rumo à manufatura enxuta?

Entrevistado –

- a) fazer muito *benchmarking*
- b) buscar comprometimento dos gerentes do alto escalão;
- c) não acreditar em ferramentas isoladas, pois elas não representam um sistema;
- d) trabalhar a mudança de cultura das pessoas;
- e) acreditar no potencial das pessoas.

8 ANEXOS

ANEXO A – A INTELIGÊNCIA DA PRODUÇÃO ENXUTA

RESUMO

O sistema de gestão da produção desenvolvido na Toyota Motor Company, Nagoya, Japão, ficou mundialmente conhecido como “produção enxuta”, expressão traduzida de “*lean manufacturing*”, criada por John Krafcik, pesquisador do Massachusetts Institute of Technology.

Das origens desse método de produção aos dias atuais, novos conceitos foram agregados, como o de inteligência de redes e de tecnologia de informação, proporcionando uma melhor compreensão desse sistema de gestão, bem como, possibilitou entender a magnitude dos impactos provocados nas organizações a partir da adoção dos mesmos. Durante esse mesmo período, a influência desses conceitos sobre o pensamento administrativo deu condições para o florescimento de uma bem caracterizada “filosofia de gestão”, passando a orientar não mais somente a produção, mas todo o negócio da organização.

O propósito deste artigo é analisar a trajetória do método da produção enxuta até os nossos dias, demonstrando como se configura como uma filosofia de gestão e que impactos provocou nas organizações, a partir do conceito de mobilidade de sua inteligência.

Introdução

A produção enxuta tem sido vista por muitos estudiosos como a antítese da produção em massa, e sob essa visão simplista surgiram expressões bastante difundidas, como toyotismo ou ohnismo em oposição a fordismo ou taylorismo. Maior amplitude tem ainda o pensamento de que essa é uma nova fórmula de sucesso adaptada à economia global e ao sistema produtivo flexível (CUSUMANO ap. CASTELLS 1999). Também surgiram visões relacionadas às formas de organizar a produção de bens e serviços segundo as épocas em que estas predominaram, (CORIAT ap. HIRATA, 1993), que sugere ser, além de uma evolução do fordismo para o pós-fordismo, a adequação das técnicas fordistas de produção para um período histórico e econômico, em que predominou a redução de custos de fabricação através da padronização de produtos, frente a uma situação de mercado em expansão onde se necessitava produzir em grandes lotes e volumes, caracterizando a produção em massa, enquanto as técnicas da produção enxuta são mais apropriadas para fabricação a custos baixos de produtos destinados a mercados estagnados, em crescimento lento ou que estejam em expansão, mas que são exigentes em variedade e diferenciação, impondo-se a necessidade de produção em lotes e volumes menores.

O fato concreto revelado pela intensidade das discussões e interesse pelo estudo da produção enxuta é que os métodos empregados promoveram muito mais do que ganhos de produtividade, refletindo grandemente sobre a competitividade e influenciando a estratégia empresarial das empresas que passaram a adotá-lo, principalmente porque estas conseguiram integrar de forma mais adequada a fabricação como parte da estratégia de negócios, e começaram a desfrutar dos resultados de relacionar o potencial e os recursos da empresa às oportunidades do mercado (SKINNER 1976).

Subjacentes a tais resultados estão as razões que tornaram a produção enxuta um modelo de gestão da produção bem sucedido, a ponto de ser adotado por empresas de variados ramos, em diversas partes do planeta, e que envolveu toda a organização em seu negócio. Sob esse ponto de vista, conhecer e compreender tais razões é um importante esforço que precisa ser desenvolvido, cujos conhecimentos contribuirão eficazmente para aplicações em diversas outras áreas da gestão empresarial, tanto em nível estratégico, como operacional.

O objetivo deste artigo é identificar e analisar as razões e condições do surgimento da produção enxuta e, como um método de gestão, o que tornou possível alcançar melhores resultados quando comparado ao sistema de produção em massa, introduzido por Ford, cerca de quase três décadas antes. Através de um estudo comparativo das características de ambos modelos de gestão, à luz dos conceitos de inteligência de rede (SAWHNEY & PARIKH, 2001), procura-se demonstrar os impactos nas organizações e suas características como uma crescente filosofia de gestão.

a) O Modelo de Gestão da Produção em Massa

Quando Ford introduziu a linha de montagem de automóveis em fluxo contínuo, em 1913, na fábrica de *Highland Park*, em Detroit, Estados Unidos, provocou tanto impacto quanto o que provocam hoje as técnicas industriais japonesas. A Tabela 1, a seguir, que compara a produção artesanal tardia com a produção em massa na mencionada fábrica proporciona uma idéia desse impacto.

Tabela 1 – Produção Artesanal versus Produção em Massa
(B) na Área de Montagem: 1913 versus 1914

Minutos para Montar	Produção Artesanal Tardia Outono 1913	Produção em Massa Primavera 1914	Percentual da Redução do Esforço
Motor	594	226	62
Gerador	20	5	75
Eixo	150	26,5	83
Componentes Principais em um Veículo Completo	750	93	88

Nota: A "produção artesanal tardia" já incluía vários dos elementos da produção em massa, em particular peças consistentemente permutáveis e minuciosa divisão do trabalho. A grande mudança de 1913 para 1914 foi a transição da montagem estacionária para a móvel.

Fonte: Calculado pelos autores a partir de dados fornecidos em David A Hounshell, from the American System to Mass Production, 1800 – 1932, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1984, pp. 248, 254, 255 e 256. Os dados de Hounshell se baseiam nas observações dos jornalistas Horace Arnold e Fay Faurote, narradas em "Ford Methods and the Ford Shops", Engineering Magazine, 1915, Nova York.

Extraído de WOMACK, James P., JONES, Daniel T. & ROOS, Daniel. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro, Campus, 1992, pp. 17.

Outros dados também refletem a magnitude dos impactos provocados a partir da implantação do sistema inovador de produção em massa, assim denominado por Ford. A produção anual dos modelos fabricados artesanalmente girava em torno de 1.000 unidades ao ano por fabricante, enquanto em 1920 a Ford produziu quase 2 milhões de unidades do mesmo modelo. Nessa época, a Ford já havia reduzido o preço de venda ao consumidor final de seu modelo T em mais de 2/3 (WOMACK et al. 1992).

Apesar de todo sucesso alcançado por Ford, com a massificação da produção de seu único modelo padronizado, esse sucesso mais se verificou dentro da fábrica, “*mas jamais elaborou a organização e o sistema administrativo necessários para efetivamente administrar o sistema total de fábricas, as operações de engenharia e os sistemas de marketing exigidos pela produção em massa.*” (WOMACK et al. lb. p.28).

A solução desses problemas negligenciados por Ford, dotado de um estilo pessoal e paternalista para conduzir os negócios, teve lugar em outra empresa norte-americana, a General Motors, por meio de Alfred Sloan, que, em meados da década de 1920 e através de sua equipe, desenvolveu e implementou sistemas gerenciais que permitiram a administração descentralizada das operações e de marketing, a partir de uma pequena sede da corporação, através de relatórios e por números. Essa foi a complementação necessária que faltava para que o sistema de produção em massa iniciado por Ford adquirisse as características atuais.

O apogeu da produção em massa de automóveis, considerando o domínio das indústrias norte-americanas sobre esse mercado, em nível mundial, ocorreu em 1955, quando as três grandes empresas – Ford, GM e Chrysler – eram responsáveis por 95% das vendas dos mais de 7 milhões de veículos dentro do mercado norte-americano. Nesse mesmo ano, a América do Norte detinha quase 75% da produção mundial de automóveis, e a Europa, cujas indústrias operavam nos mesmos moldes das americanas, tinha cerca de 22 ou 23% da produção, cabendo os 2 ou 3% remanescentes para o restante do mundo, inclusive o Japão.

O Surgimento da Produção Enxuta

No início da década de 1950, a Toyota estava desenvolvendo e implantando seu sistema de gestão de produção que se tornaria difundido para as demais empresas japonesas e, depois, para outras partes do mundo, principalmente América do Norte e Europa. Esse sistema de gestão da produção veio a ser caracterizado, na década de 1990, como produção enxuta, termo traduzido da expressão inglesa *lean manufacturing*.

Os resultados alcançados com a produção enxuta podem ser demonstrados a partir da Pesquisa Mundial das Montadoras, realizada pelo IMVP – International Motor Vehicle Program (Programa Internacional de Pesquisa sobre a Indústria Automobilística), do Massachusetts Institute of Technology – MIT, extraídos de Womack et al. (1992), para montar a Tabela 2 – Algumas Características das Montadoras e Fornecedores. Essa tabela ressalta os resultados da produção enxuta, admitindo-se que a mesma se encontra bastante disseminada nas montadoras e fornecedores japoneses, em comparação com as montadoras norte-americanas e européias, que ainda não adotavam ou implantavam parcialmente esse sistema de gestão da produção, durante o período que compreendeu a pesquisa, entre 1989 e 1990. A mesma tabela destaca ainda a experiência da adoção da produção enxuta das montadoras japonesas que operam na América do Norte.

O que salta aos olhos numa primeira observação é a redução do tempo na produção dos veículos pelas montadoras japonesas: 33% menor do que as norte-americanas na América e 53,5% do que as européias, além de apresentar uma qualidade superior, com 27% menos defeitos em relação às norte-americanas e 38% menor do que as européias. De maneira semelhante ao impacto provocado pela produção em massa, essa primeira dimensão pode traduzir-se em benefícios para os consumidores, como a redução dos preços, e para as montadoras através da elevação da lucratividade.

Vale ressaltar que a maioria dos benefícios aos consumidores, na medida em que não implicavam em elevação significativa dos preços, se constituíam em um processo que agregava cada vez mais valor aos produtos fabricados. Como resultado, o nível de satisfação dos consumidores elevou-se, assim como também o de exigência, implicando numa sofisticação das práticas de marketing, impulsionando os métodos gerenciais dessa área de relacionamento com o mercado. Apesar de não ser esse um objetivo inicial dos métodos de produção enxuta, os mesmos se harmonizavam muito bem com os de marketing.

Outras dimensões tornaram-se possíveis de serem analisadas a partir da produção enxuta, notadamente no que se refere ao comportamento dos trabalhadores e o relacionamento com fornecedores, conforme demonstrado na tabela acima, como a participação dos trabalhadores em equipes e a rotação de tarefas que envolvem a força de trabalho, resultando em motivação que pode ser medida pelo número de sugestões e absenteísmo, cujos indicadores da tabela para as montadoras japonesas são muito superiores às das norte-americanas e européias. Ainda no âmbito comportamental, o relacionamento das montadoras com os fornecedores é mais próximo e envolvente, o que também os torna mais cooperadores. Todas essas dimensões refletem em menores custos de produção e menor esforço de gerenciamento das operações, alcançado pelo desenvolvimento e aplicação de algumas ferramentas gerenciais, conforme veremos a seguir.

Tabela 2 – Algumas Características das Montadoras e Fornecedores

Indicadores	Japoneses no Japão	Japoneses na América	Norte-Americanas na América	Toda Europa
Desempenho: (1)				
Produtividade (horas/veículo)	16,8	21,2	25,1	36,2
Qualidade (defeitos de montagem/100 veículos)	60,0	65,0	82,3	97,0
Layout: (1)				
Espaço (m ² /veículo/ano)	0,53	0,85	0,72	0,72
Área de Reparos (% do espaço de montagem)	4,1	4,9	12,9	14,4
Estoques (dias para amostragem de 8 peças)	0,2	1,6	2,9	2,0
Força de Trabalho: (1)				
% da F. T. em Equipes	69,3	71,3	17,3	0,6
Rotação de Tarefas (0=nenhuma; 4=freqüente)	3,0	2,7	0,9	1,9
Sugestões por Empregado	61,6	1,4	0,4	0,4
Treinamento de Novos Trabalhadores (horas)	380,3	370,0	46,4	173,3
Absenteísmo	5,0	4,8	11,7	12,1
Automação: (1)				
Soldagem (% passos diretos)	86,2	85,0	76,2	76,6
Pintura (% passos diretos)	54,6	40,7	33,6	38,2
Montagem (% passos diretos)	1,7	1,1	1,2	3,1
Relacionamento Fornecedor/Montadora: (2)				
Nº de Fornecedores para Planta Montadora	170	238	509	442
Níveis de Estoques (dias para 8 peças)	0,2	1,6	2,9	2,0
Proporção de Peças Entregues <i>Just-in-time</i> (%)	45,0	35,4	14,8	7,9
Proporção de Peças com um só Fornecedor (%)	12,1	98,0	69,3	32,9

Notas e Fontes:

(1) Extraído de Womack et al. Figura 4.7 *Síntese das Características das Montadoras e Grandes Produtores, 1989 (Médias das Fábricas de Cada Região)*, Página 82.

(2) Extraído de Womack et al. Figura 6.1 *Comparação de Fornecedores por Regiões*, Página 152.

Ferramentas da Produção Enxuta

As ferramentas que permitiram à produção enxuta alcançar os resultados demonstrados através da Tabela 2 facilitavam a busca pelo que agrega valor ao consumidor, consistindo, basicamente, na melhor alocação dos recursos de produção disponíveis, qualificação da mão-de-obra, redução de estoques e racionalização do tempo, que contribuíram para a redução de custos. (ZAWISLAK et al. 2000).

O conjunto de ferramentas sempre foi orientado para a produção em séries restritas de produtos diferenciados e variados, que se constitui na essência da produção enxuta, e conforme destacou Coriat (1994) reunia a produção *Just in Time*, o método *Kan-Ban* de gestão de pessoas pelos estoques e a prática de *Kaizen*. A compreensão dessas ferramentas básicas depende de uma visão sistêmica, que o tempo todo influencia o comportamento das pessoas envolvidas na sua utilização, do chão de fábrica aos executivos, o que possibilita interpretar a produção enxuta como um sistema integrado de princípios, práticas operacionais e ferramentas que tornam possível a desejada agregação de valor ao consumidor.

Segundo Hunphrey ap. Castro (1995), *just in time* pode ser definido como a produção da quantidade certa, com a qualidade certa, no exato momento em que ela é exigida, mas destaca esse autor que tal definição é em termos abstratos. Esse conceito pode ser ampliado para uma estratégia de competição industrial para capacitar a empresa responder mais efetivamente às flutuações do mercado, na qual reside a essência do método de produção adotado pela Toyota, utilizando técnicas que visam atingir um padrão de qualidade elevado, como proporcionam as práticas de *kaizen*, que tem como conseqüências a redução de custos, porque elimina o que não agrega valor, e o aumento da produtividade, tudo de forma integrada, resultando na circulação mais rápida do capital, o que se consegue com o método *kan-ban* (RUAS ap. HIRATA, 1993).

Assim caracterizada, a produção *just in time* necessita que a flexibilidade seja um dos seus elementos constitutivos, como a técnica de produção celular, que permite organizar a produção em células que processam um produto específico completamente, ou partes inteiras de um processo mais amplo e complexo. Essa flexibilidade originada da organização celular também exige a realização de funções múltiplas pelos trabalhadores, resultando num melhor aproveitamento da mão-de-obra e de suas competências, melhor traduzindo o conceito de polivalência em que tais operários realizam tarefas que não exclusivamente de produção, como, por exemplo, manutenção, ajustamento, limpeza e controle de qualidade.

Organizado o trabalho na produção dessa maneira, a primeira conseqüência é a redução de pessoal e de níveis hierárquicos, notadamente aqueles que cuidam da ligação entre os operários e a gerência, ou seja, os níveis intermediários de supervisão.

A redução de pessoal não decorre somente da agregação de outras tarefas não exclusivas de produção, mas principalmente pela adoção do método *kan-ban*. A idéia original desse método, cuja implantação na fábrica da Toyota se deu no início de década de 1950, é que atrás do estoque há um excesso de pessoas empregadas em relação ao nível de demanda, porque estas não estão diretamente relacionadas à produção e, portanto, não agregam valor. Tal idéia está em harmonia com os requisitos da produção *just in time*, pois serão dimensionados estoques para produzir somente o que for necessário e, nesse caso, o necessário é o que já foi vendido; não há estoques de matérias-primas e partes componentes esperando para serem processadas, nem tão

pouco produtos acabados aguardando serem vendidos. Não existindo tais estoques, não se requer pessoas em excesso nem áreas e equipamentos para armazená-los e movimentá-los.

Entretanto, a adoção do método *kan-ban* impõe mais flexibilidade, tanto na capacidade dos métodos de planejamento integrado das operações da empresa, como para os fornecedores, pois deles será exigido pontualidade nos suprimentos das matérias-primas e partes componentes. Exige-se constante troca atualizada de informações entre todas as etapas envolvidas da produção com o controle e gestão da mesma, e que não se limita ao âmbito interno da empresa, em si, pois transcende seus limites e afeta as relações diretas com os fornecedores mais próximos e, por consequência, dos fornecedores desses.

Percebe-se que a concepção do método *kan-ban* vai além das técnicas empregadas para sua operacionalização, como é o caso dos cartões que, provavelmente pela sua simplicidade, foram adotados na Toyota. Quanto a este fato, Coriat (1994) destaca o espírito pragmático de Taiichi Ohno, executivo da Toyota responsável por todas essas inovações e, em especial, pelo princípio de “administrar com os olhos” que é um princípio de gerência das fábricas da empresa e de seus fornecedores e subcontratados, cuja técnica empregada, também bastante simples, consiste de cartazes indicadores do estado das linhas e dos problemas existentes, chamados de *Andon*.

Neste ponto da explanação sobre as ferramentas da produção enxuta surge a oportunidade para tratar de um conceito que permeia todo o sistema, dentro e fora da empresa, que é o *Kaizen*, visto já estar demonstrada necessidade e o papel importante que tem a qualidade e a melhoria constante em todos os processos e etapas da fabricação e distribuição dos produtos.

Segundo Fleury (1993), o *kaizen* é uma postura crítica das empresas japonesas que se traduz num esforço contínuo para aumentar a eficiência dos processos produtivos e aplica diversas técnicas para essa finalidade: TQC – Total Quality Control, Análise de Valor e CCQ – Círculos de Controle de Qualidade, dentre outras. O contexto em que tal autor coloca essa postura não envolve de maneira exclusiva o esforço de automação industrial; muito pelo contrário, a automação figura como uma das possíveis alternativas para aumentar a produtividade, sendo necessária a partir do momento em que se esgotou o elenco daquelas de racionalização e de mudança de processos, conferindo-lhe um caráter evolutivo.

Foi a preocupação com a automação que influenciou, inicialmente, a concepção do sistema de produção da Toyota, no final da década de 1940. Quando foram realizadas as primeiras inovações organizacionais para introduzir a automação no setor automobilístico, procurou-se tirar benefícios do conhecimento acumulado no setor têxtil, e utilizar esse “saber fazer” para atribuir a um mesmo operário a condução e gestão simultânea de várias máquinas, e depois, evolutivamente, as tarefas de ajustes, manutenção e limpeza (CORIAT, 1994).

A adoção da postura crítica de melhoramento contínuo, traduzida pelo *Kaizen*, vai caracterizar uma estratégia predominante nas empresas japonesas de inovações incrementais, pois partindo de uma fase inicial, de copiar produtos de grande reputação no mercado e, a partir daí, melhorar a sua qualidade e aumentar a produtividade em sua fabricação, garantindo um elevado acervo de capacitação tecnológica, para numa fase posterior, apresentar ao mercado novos produtos e processos desenvolvidos com esse acervo.

Fica bastante claro que *just in time*, *kan-ban* e *kaizen*, não funcionam bem isoladamente e, como já foi destacado anteriormente, a produção enxuta torna-se melhor compreendida sob uma ótica sistêmica. É exatamente essa ótica que expande o conceito para um sistema mais amplo que envolve a empresa principal, uma montadora de veículos, por exemplo, e seus fornecedores. A implantação da produção enxuta, a exemplo do que aconteceu com a pioneira Toyota, inicia-se com essa empresa e vai envolvendo seus fornecedores, de forma a ampliar o sistema e, inevitavelmente, tais fornecedores precisam incorporar todas essas práticas para se nivelarem, em todos os aspectos organizacionais, tecnológicos e de qualidade, à empresa principal. Também, na distribuição dos produtos ao mercado prosseguirá esse processo, envolvendo toda a cadeia produtiva que leva satisfação ao consumidor final.

A esta altura da exposição torna-se apropriado destacar o efeito principal dessa integração sobre os custos, preços e lucratividade das empresas envolvidas e suas conseqüências organizacionais. Womack et al. (1992) destaca que os fornecedores precisam compartilhar informações substanciais internas de custo e de técnicas de produção com a montadora e, conjuntamente, repassar os detalhes do processo de produção visando cortar custos e melhorar a qualidade. São contrapartidas necessárias que estimulam as montadoras a respeitarem a necessidade de lucratividade razoável dos fornecedores, devido à imposição sobre eles de repassarem os benefícios das inovações incorporados aos componentes dos produtos, sob a forma de preços menores, qualidade assegurada e pontualidade na entrega, ante a uma necessidade de manterem estoques próximos de zero, mas que se consegue somente com acordos e contratos de longo prazo e, ainda, o comprometimento de a empresa principal estar sempre privilegiando esses parceiros mais próximos, em suas expansões para novas fábricas e novos mercados geográficos. A Tabela 2 revela essa situação através do menor número de fornecedores das montadoras japonesas. Adicionalmente, torna-se oportuno acrescentar essa mesma necessidade em relação aos distribuidores, de modo a estender uma única filosofia para toda a cadeia de satisfação do consumidor.

A Inteligência da Organização através da Produção Enxuta

A organização da produção e de todas as demais atividades funcionais de uma empresa precisa seguir uma orientação básica que criará as condições necessárias para viabilizar o alcance de seus objetivos, bem como, vai definir sua estrutura organizacional. Nessa linha de pensamento, os trabalhos de Chandler (1993) demonstram a relação direta existente entre a estratégia da organização e sua estrutura, porque esta última terá o conjunto necessário de funções que vai viabilizar a estratégia escolhida.

Quando Taiichi Ohno deu os primeiros passos para desenvolver e implantar o sistema de gestão da produção na Toyota, ele o fez baseado em dois princípios: a produção *just in time* e a auto-ativação da produção. Tais princípios nortearam a estratégia da empresa e estimularam todas as mudanças organizacionais necessárias que precisavam ser implementadas para alcançar os objetivos visados, constituindo-se num exemplo bastante original de aplicação do pensamento de Chandler, ainda que não tenha sido essa a intenção original.

A partir do desenvolvimento inicial na Toyota, do que viria ser conceituado como produção enxuta, até o estágio de provocar admiração dos executivos e interesse dos pesquisadores norte-americanos e de outras nações industriais desenvolvidas,

decorreram cerca de duas décadas. Entretanto, o que torna mais interessante ainda esse processo de desenvolvimento, é que o conhecimento mais recente consegue explicar melhor os fatores de sucesso dessa concepção de gestão, notadamente no que se refere à inteligência nela contida.

Para prosseguir, necessita-se compreender o que é inteligência e, depois, situá-la no contexto da gestão da produção e da organização em seu todo. Os conceitos relativos à inteligência, sua migração e aspectos da inteligência em redes foram extraídos e adaptados de SAWHNEY & PARIKH (2001).

A inteligência é uma capacidade para resolver situações problemáticas novas a partir do entendimento e reestruturação das informações percebidas e, ao mesmo tempo, é o conjunto dessas capacidades atribuídas a algo, como um sistema, processo, equipamento ou alguém. Para esses autores, a inteligência, em si, é estática e somente pode ser aplicada onde ela existe ou está localizada. Mas no contexto das redes, e acrescento aos sistemas, diferentes tipos de inteligências são requeridos para executar uma tarefa e, portanto, precisam estar reunidas onde serão aplicadas. Assim, o sistema precisa de uma infra-estrutura que possibilite alocar diferentes inteligências para serem aplicadas onde e quando forem necessárias.

Numa primeira comparação, o sistema de produção em massa introduzido por Ford, não conseguia reunir adequadamente todas as inteligências necessárias, porque não possuía uma infra-estrutura que atendia essa demanda. Assim, as inteligências estaticamente localizadas nos processos produtivos e, especificamente na linha de montagem dos automóveis, somente produziam o efeito positivo onde podiam ser aplicadas, porque atuavam de maneira isolada e tornavam o sistema limitado, quando visto de uma perspectiva gerencial. Entretanto, onde esses efeitos se fizeram presentes, causou impactos que representaram resultados bastante expressivos. Conforme destacado anteriormente, o modelo fordista foi posteriormente melhorado por Alfred Sloan, que o complementou em suas carências gerenciais.

Aqui cabe diferenciar a natureza das inteligências necessárias para os processos produtivos e da própria linha de montagem, dos gerenciais. A inteligência requerida para a linha de montagem tem uma natureza “de base”, diretamente aplicada ao processamento destinado produzir bens e serviços, enquanto que a inteligência dos processos gerenciais tem uma natureza “de frente”, para processar as informações sobre o que é feito na linha de produção, que é o controle das atividades e dos recursos que são necessárias para o sistema completo alcançar seus objetivos. A inteligência de base se aplica ao fluxo físico de matérias-primas, partes componentes e aplicação do trabalho, enquanto que a inteligência de frente se aplica sobre as informações associadas ao fluxo físico, o que é tipicamente gerencial. Uma abordagem semelhante é feita por Katz & Kahn (1970), ao considerarem cinco diferentes subsistemas que todo sistema social aberto possui, que são: subsistemas técnicos ou de produção, subsistemas de apoio, subsistemas de manutenção, subsistemas de adaptação e subsistemas gerenciais.

O sistema fordista de produção tinha muita inteligência “de base” e pouca, ou nenhuma “de frente”, e como a inteligência estava alocada de forma isolada, a carência da infra-estrutura para permitir a mobilidade de inteligências dentro ou ao longo da linha de montagem, acentuava ainda mais suas limitações iniciais, como um sistema de gestão da produção. A riqueza da inteligência de base do modelo de Ford estava na “...completa e consistente intercambialidade das peças e na facilidade de ajustá-las entre si.” (WOMACK

et al. lb. p.14). Foi essa inteligência de base que tornou possível gerar uma outra num nível mais avançado: tornar possível a linha de montagem móvel.

Quando predominava a produção artesanal de automóveis e não estavam ainda disponíveis tecnologias que permitiam a padronização das peças, através do uso de máquinas ferramentas, a inteligência de base também era outra e esta evoluiu ao possibilitar a intercambialidade das peças, mas continuou com a mesma natureza, ou seja, de base. É claro que havia na fábrica de Ford um esforço organizacional para permitir o gerenciamento da produção, mas este se dava muito mais em função da "fabricação" porque os princípios que a norteavam eram de fabricação, e não para proporcionar "facilidades de fabricação", em que os princípios norteadores são gerenciais.

Em certo sentido, a inteligência de frente estava acoplada à de base e isso não permitia flexibilidade alguma à produção organizada dessa maneira. Com as inovações gerenciais promovidas por Alfred Sloan, muito da inteligência de frente que era necessária foi acrescentado ao modelo, mas convenientemente desacoplada, ou seja, ambas inteligências tornaram-se unidades distintas e passaram a ter mobilidade e flexibilidade, o que deu características peculiares de uma produção organizada e possível de ser totalmente gerenciada, ainda que centralizadamente. A Figura 1 ilustra o conceito de migração da inteligência.

ANEXO B – DECODIFICANDO O DNA DA TOYOTA

por Steven Spear e H. Kent Bowen

Num artigo da Harvard Business Review encontrei este trabalho dos pesquisadores Steven Spear e H Kent Bowen buscando entender porque tão poucas firmas no mundo conseguiram imitar com sucesso o modelo da Toyota- apesar desta companhia ter sido extraordinariamente aberta sobre seus processos.

A resposta, acreditam eles é que os observadores confundem as ferramentas e práticas que vêm com o sistema em si. Isto torna impossível entender o paradoxo: como as atividades, conexões, e fluxos de produção são rigidamente padronizados na Toyota e, ao mesmo tempo, as operações da Toyota são enormemente flexíveis e adaptáveis.

Após quatro anos de estudo, analisando não apenas a produção mas também os processos de apoio, os pesquisadores encontraram que a chave é compreender que a Toyota criou uma comunidade de cientistas, ou seja, todos usam o método científico para definir as especificações e um processo rigoroso de solução de problemas para realizar qualquer mudança. o método científico, tão enraizado na Toyota, não foi imposto, ou sequer adotado conscientemente. Surgiu naturalmente dos trabalhos da Cia ao longo de cinco décadas. Como resultado, as pessoas na Toyota tem dificuldade em explicar as coisas assim.

Os autores procuram explicitar o que é implícito no sistema Toyota através de um sistema de quatro regras - três de projeto e uma de melhoria - as quais mostram como a CIA organiza todas suas operações como experimentos e como é ensinado o método científico a todos os trabalhadores, em todos os níveis da organização.

Carlos Filgueiras

As quatro regras

Regra 1 - Todo trabalho deve ser altamente especificado quanto a conteúdo, seqüência, andamento e resultado.

Regra 2 - Cada conexão cliente-fornecedor tem que ser direta e deve existir um processo não ambíguo de fazer solicitações e receber respostas.

Regra 3 - O caminho para cada produto ou serviço deve ser simples e direto.

Regra 4 - Qualquer melhoria deve ser feita de acordo com o método científico, sob a orientação de um instrutor, no nível organizacional mais baixo possível.

Regra 1 : Como as pessoas trabalham

O dirigentes na Toyota reconhecem que o demônio mora nos detalhes; é por isso que eles se certificam de que todo o trabalho seja altamente especificado quanto ao conteúdo, seqüência, andamento e resultado. Quando se instala o assento em um carro, por exemplo, os parafusos

são sempre apertados na mesma ordem, o tempo requerido para cada parafuso é o mesmo, e também o torque aplicado. Tal exatidão é aplicada não apenas aos movimentos repetitivos dos trabalhadores na produção, mas também às atividades de todas as pessoas, independente de sua especialidade ou grau hierárquico. A exigência de que cada atividade seja assim especificada é a primeira regra não escrita do sistema. Dito assim, a regra parece simples, o tipo de coisa que se espera que qualquer pessoa entenda e seja capaz de cumprir sem dificuldade. Mas, na realidade usualmente não se toma essa abordagem fora da Toyota – mesmo que se pense estar fazendo.

Essa padronização rigorosa permite que seja visível imediatamente quando um executante tem problemas - quer seja pela inversão de atividades, quer seja pelo atraso visível em cada etapa. Assim que se detecta um desvio, o executante e seu supervisor podem tomar providências imediatamente e decidir se é preciso retreinar o executante ou modificar o padrão.

Mesmo as atividades complexas e infreqüentes, tais como treinar a força de trabalho para uma nova fábrica, lançar um novo modelo, modificar a linha de produção ou transportar equipamento de uma fábrica para outra são projetadas conforme essas regras.

Exigindo que as pessoas façam seu trabalho seguindo uma seqüência altamente especificada, a Regra 1 as força a testar hipóteses pela ação. A execução da atividade testa as duas hipóteses implícitas em seu projeto: Primeira, que a pessoa realizando a tarefa é capaz de executá-la corretamente e, Segunda, que a execução desta tarefa produz realmente o resultado esperado.

Regra 2 - Como as pessoas são ligadas

Enquanto a primeira regra explica como as pessoas realizam seu trabalho individual, a segunda mostra como se conectam aos outros. Expressamos a segunda regra como se segue: cada conexão deve ser padronizada e direta, especificando de maneira inequívoca as pessoas envolvidas, a forma e quantidade dos bens ou serviços a fornecer, a maneira como cada cliente faz as requisições e o time esperado para que a entrega se realize. A regra cria uma relação cliente-fornecedor entre cada pessoa e aquele responsável por fornecer a essa pessoa cada bem ou serviço específico.

Como resultado, não há zonas cinzentas na hora de decidir quem fornece o que a quem e quando. Quando um trabalhador requisita peças, não há confusão sobre quem é o fornecedor, o número de unidades pedidas ou o tempo para entrega. Da mesma forma, quando uma pessoa precisa de assistência não há confusão sobre quem a providenciará, como a ajuda será iniciada e que serviços serão fornecidos.

A questão real que nos preocupa é se as pessoas interagem na Toyota diferente do que fazem em outras companhias. Na Toyota, comumente a requisição é feita com o uso do KANBAN - um cartão que especifica a peça desejada, a quantidade, a localização do fornecedor e do usuário (que instalará a peça). Na Toyota, kanban e outros meios similares estabelecem ligações diretas entre os clientes e os fornecedores. A conexão é suave como a passagem do bastão nas melhores equipes olímpicas de revezamento porque é treinada e executada com o mesmo cuidado.

Outras companhias dedicam substanciais recursos para coordenar o trabalho das pessoas, nas as conexões, nelas, geralmente não são tão diretas e claras. Em muitas plantas, as requisições de materiais ou assistência seguem normalmente uma rota sinuosa desde o operário da linha até o fornecedor, via um intermediário. Qualquer supervisor pode responder a qualquer pedido de ajuda porque não se definiu uma pessoa específica para isso. A desvantagem desse processo, como a Toyota reconhece, é que, quando algo é problema de todos, torna-se problema de ninguém.

O requisito de se responder a solicitações de suprimento dentro de um tempo definido reduz ainda mais a variação. Isto é especialmente verdadeiro em requisições de serviços. Espera-se que o trabalhador que encontra um problema peça ajuda imediatamente. O assistente designado deve responder imediatamente e resolver o problema dentro do ciclo de trabalho do requisitante. Se não conseguir, a falha desafia as hipóteses estabelecidas nesta conexão cliente-fornecedor. Talvez o pedido de ajuda seja ambíguo. Talvez o assistente tenha muitos outros pedidos a resolver, talvez não esteja capacitado como solucionador do problema. Testar hipóteses constantemente dessa maneira mantém o sistema flexível, tornando possível ajustá-lo continuamente e construtivamente.

O mais chocante sobre o princípio de se pedir ajuda imediatamente é que isto é, normalmente, contrário à intuição dos gerentes que encorajam os trabalhadores a resolver os problemas por si mesmos antes de pedir ajuda. Mas então os problemas permanecem escondidos e não são compartilhados ou resolvidos no âmbito da companhia. A situação se faz pior se os trabalhadores começam a resolver os problemas por si só e decidem arbitrariamente quando um problema é grande o bastante para merecer um pedido de ajuda. Os problemas então se amontoam e são resolvidos apenas muito mais tarde, quando informações valiosas sobre as causas reais podem já ter sido perdidas.

Regra 3 - Como a linha de montagem é construída

Todas as linhas de produção na Toyota devem ser projetadas de forma que cada produto ou serviço siga por um caminho simples e específico. Esse caminho não deve mudar, a menos que a linha de montagem seja expressamente reprojeta. Em princípio, não existem bifurcações ou voltas para complicar o fluxo em qualquer das linhas de suprimento na Toyota. Esta é a terceira regra.

Por exemplo, se um instalador precisa de capas de plástico para parafusos, ele as pede a um fornecedor específico, encarregado de abastecê-lo com as capas. Este, por sua vez, requisita capas de seu fornecedor designado no almoxarifado da fábrica o qual, em continuidade, as pede diretamente ao seu fornecedor designado na fábrica de capas.

Desta forma, a linha de produção liga cada pessoa que contribui para a produção, da fábrica da Toyota, através da moldadora de plásticos e até mesmo à fornecedora de pellets de plástico.

Quando a linha de montagem é projetada conforme a regra 3 os bens e serviços não seguem para a próxima pessoa ou máquina disponível, mas para uma *específica* pessoa ou máquina. Se, por alguma razão, esta pessoa ou máquina não está disponível, a Toyota vê isto como um problema que pode exigir o reprojeto da linha de montagem.

A exigência de que cada produto siga um caminho simples e preestabelecido não significa que cada caminho seja dedicado a apenas um produto. Muito pelo contrário, cada linha de montagem em uma fábrica da Toyota acomoda tipicamente muito mais produtos que suas equivalentes em outras companhias.

A terceira regra não se aplica apenas a produtos - aplica-se também a serviços. Se um instalador precisa de ajuda, esta vem de um único fornecedor específico. E se esse fornecedor não consegue fornecer a ajuda necessária, dispõe, por sua vez, de um apoiador designado. Em algumas fábricas da Toyota essa linha de apoiadores tem três, quatro ou cinco elos, ligando o chão de fábrica ao gerente da fábrica.

A terceira regra vai contra o senso comum sobre linhas de montagem e compartilhamento de recursos - e mesmo ao contrário do que muitos pensam ser o sistema Toyota. De acordo com esse senso comum, à medida que o produto segue pela linha de montagem, é passado para a

próxima pessoa ou máquina disponível. Similarmente, a maior parte das pessoas pensa que ajuda deve vir do primeiro que esteja disponível, não de um ajudante específico.

Ao exigir que cada produto siga um caminho específico, a regra garante que um experimento ocorrerá a cada vez que o caminho for usado. Existem hipóteses implícitas em cada caminho projetado conforme a regra 3: cada fornecedor conectado à linha é necessário e cada fornecedor não necessário não está conectado. Se os operários se encontram com vontade de encaminhar as peças para outra máquina, ou se começam a procurar ajuda com outra pessoa além daquele indicado, eles concluem que sua capacidade ou demanda real não correspondem às suas expectativas. E não haverá ambigüidade sobre quais as máquinas envolvidas. Então, o projeto da linha poderá ser revisto.

A regra 3, assim como as anteriores, permite à Toyota realizar seus experimentos e permanecer flexível.

Regra 4 - Como melhorar

Identificar os problemas é apenas o primeiro passo para fazer, de maneira consistente, mudanças efetivas, as pessoas precisam saber como mudar e quem é responsável por fazer as mudanças. A Toyota ensina explicitamente às pessoas como melhorar, não esperando que elas aprendam com a própria experiência. Especificamente, a Regra 4 estipula que qualquer melhoria nas atividades de produção em conexões entre pessoas ou máquinas ou em fluxos de processo devem

ser feitas conforme o método científico, sob a orientação de um instrutor, no nível organizacional mais baixo possível.

*** Como as pessoas aprendem a melhorar:**

Em uma subsidiária da Toyota criou-se em 1986 uma linha para fabricar colchões, com a finalidade de absorver o excesso de capacidade da fábrica. Desde 1986, a variedade de produtos cresceu de 200 para 850 tipos de colchões, o volume de produção cresceu de 160 para 550 por dia e a produtividade dobrou. Aqui está um exemplo de como eles fizeram isso.

Um grupo de trabalhadores estava sendo ensinado a melhorar sua habilidade em resolver problemas pelo reprojeto de seu próprio trabalho. Inicialmente, eles eram responsáveis apenas por fazer seu trabalho conforme os padrões; não eram responsáveis por resolver problemas. Então, receberam um líder que os treinou a estruturar melhor seus problemas e a formular e testar hipóteses - em outras palavras, os ensinou como usar o método científico para projetar o trabalho da equipe de acordo com as três primeiras regras. Os resultados foram impressionantes. Uma das realizações da equipe, por exemplo, foi reprojeto a maneira como a fita de canto era afixada ao colchão, reduzindo a taxa de defeitos em 90%.

Para fazer mudanças, espera-se que as pessoas apresentem explicitamente a lógica de sua hipótese. Por exemplo, um consultor interno ajudava os empregados de uma fábrica e seu supervisor a reduzir o tempo de espera de uma linha de produção, quando receberam a visita do gerente geral, para avaliar o progresso do grupo.

O grupo iniciou sua apresentação descrevendo os passos pelos quais passaram - delineando todos os problemas que identificaram quando iniciaram o estudo do processo de mudar uma máquina da fabricação de uma peça para outra. Explicaram que mudanças específicas fizeram em resposta a cada um desses problemas. E concluíram dizendo que no início, o tempo de mudança era de 15 minutos. A meta era reduzi-lo para 5 minutos. Devido às modificações feitas, alcançaram o tempo de mudança de 7,5 minutos - uma redução de 50%.

Depois da apresentação, o gerente perguntou porque não haviam alcançado a meta inicial de 5 minutos. O grupo argumentou com a complexidade da máquina, dificuldades técnicas e custos de upgrade do equipamento. O gerente apresentou mais questões ainda, cada uma com a intenção de levar o grupo e o consultor a expressar e desafiar suas premissas mais básicas sobre o que poderia e o que não poderia ser modificado - premissas que tanto guiaram quanto limitaram o modo como resolveram o problema. Ao perguntar porque não haviam atingido a meta de 5 minutos, o gerente não estava sugerindo que a equipe havia falhado. Ao contrário ele estava tentando levá-los a compreender que não haviam explorado todas as oportunidades de melhoria por não terem questionado suas premissas com profundidade suficiente.

Há uma segunda razão para a persistência do gerente. Ele tentava mostrar ao grupo que sua atividade de melhoria não estava sendo realizada como um experimento sem maiores compromissos. Eles haviam estabelecido uma meta baseada na premissa de que mudanças rápidas e lotes menores são melhores que mudanças lentas e lotes maiores. Mas aqui eles confundiram metas com predições baseadas nas hipóteses. A meta não é uma predição do que se acredita ser possível alcançar através dos passos que planejaram tomar. Como resultado, eles não haviam planejado esforços de melhoria como um experimento com hipóteses claras, verificáveis, explícitas, da forma "Se fizermos as seguintes mudanças específicas, obteremos aquele específico resultado". Ainda que eles tenham conseguido reduzir consideravelmente o tempo de adaptação da máquina, não haviam testado as hipóteses implícitas em seu trabalho. Para o gerente, era crítico que os trabalhadores e o supervisor compreendessem que o modo como faziam a mudança era tão importante quanto a mudança em si.

Quem faz as melhorias

Os trabalhadores da linha de produção fazem as melhorias em seu próprio trabalho, e seus supervisores fornecem orientação e assistência, como instrutores. Se algo está errado com a maneira como um trabalhador se comunica com um fornecedor em particular, dentro da área de montagem, os dois fazem as melhorias necessárias, com a assistência do supervisor. Quando as mudanças são em uma escala maior, o sistema Toyota providencia a criação de times de melhoria composto pelas pessoas diretamente afetadas e pelo responsável por supervisionar os fluxos envolvidos.

Assim, o processo é sempre o mesmo, inclusive nos níveis mais altos. Na fábrica de colchões, por exemplo, o gerente geral liderou a mudança de três para duas linhas de produção (haviam aumentado para três devido a um aumento de tipos de produtos). Ele se envolveu não apenas era uma mudança maior, mas porque tinha a responsabilidade operacional de supervisionar a maneira como o trabalho flui das linhas de alimentação até a montagem final. Assim, a Toyota garante que a solução de problemas e o aprendizado aconteçam em todos os níveis da companhia. Naturalmente a Toyota trará experts de fora se necessário para garantir a qualidade do processo de aprendizado.

A longo prazo, as estruturas organizacionais das empresas que adotam o sistema Toyota mudarão para adaptar-se à natureza e frequência dos problemas que encontram. Uma vez que as mudanças organizacionais acontecem usualmente num nível hierárquico muito baixo, pode ser difícil para pessoas de fora as perceberem. Isto é porque a natureza dos problemas é que determina quem deve resolvê-los e como a estrutura deve se organizar. Uma consequência disso é que estruturas organizacionais diferentes coexistem sem problemas dentro de uma mesma fábrica.

Por exemplo, em uma planta existem duas divisões, cada uma com três oficinas de produção independentes. Quando a visitamos, o pessoal de produção de uma divisão respondia diretamente aos chefes das oficinas e os engenheiros, ao chefe da divisão. Na outra divisão,

entretanto, os engenheiros eram distribuídos pelas oficinas, reportando-se aos chefes de oficina como os trabalhadores de linha. Nenhuma das duas organizações é inerentemente superior. Pelo contrário, como nos explicaram. Os problemas que ocorreram na primeira divisão criaram uma situação onde os engenheiros precisaram aprender uns com os outros, e a compartilhar os recursos de engenharia. Ao contrário, na segunda divisão, os problemas exigiram que os engenheiros e o pessoal de linha cooperassem a nível de cada oficina. Assim, a estrutura reflete o fato que os problemas nas duas divisões foram diferentes.

Como os trabalhadores na Toyota aprendem as regras

Se as regras do sistema de produção Toyota não são explícitas, como são transmitidas? Os gerentes da Toyota não dizem especificamente aos trabalhadores e supervisores como fazer seu trabalho. Usam uma abordagem de ensino e aprendizagem que permite aos trabalhadores descobrirem regras como consequência da resolução de problemas. Por exemplo, o supervisor que está ensinando a uma pessoa os princípios da primeira regra irá ao local do trabalho e, enquanto a pessoa estiver fazendo seu trabalho, perguntará uma série de questões:

- *Como você faz este trabalho?*
- *Como você sabe que está fazendo corretamente o trabalho?*
- *Como você sabe que os resultados do trabalho estão livres de defeitos?*
- *O que você faz se tiver um problema?*

Esse processo, ao longo do tempo, dá à pessoa uma visão cada vez mais aprofundada de seu trabalho. A partir de muitas experiências desse tipo, a pessoa gradualmente aprende a generalizar com projetar suas atividades de acordo com os princípios incorporados na Regra 1.

Todas as regras são ensinadas similarmente de uma maneira socrática, de perguntas iterativas com resolução de problemas. Embora este método seja particularmente eficiente para ensinar, leva a um conhecimento que fica implícito. Consequentemente, o Sistema de Produção da Toyota só é implantado com sucesso quando os gerentes são capazes e tem o desejo de se engajar em tal processo de questionamento para facilitação da aprendizagem pelo fazer.

A noção de ideal na Toyota

Através da aplicação do método científico em todos os níveis da força de trabalho a Toyota garante que as pessoas expressarão claramente as expectativas que estarão testando enquanto implementarem as mudanças que planejaram. Mas, além disso, descobrimos que as pessoas, nas companhias adotando o sistema Toyota, compartilham um objetivo. Têm uma mesma idéia sobre como seria o sistema de produção ideal e essa visão compartilhada os motiva a fazer melhorias além das que seriam meramente as necessárias para atender às necessidades atuais de seus clientes. Essa noção do ideal é muito disseminada e cremos que é essencial para o entendimento do sistema Toyota de produção. Quando falam do ideal, os trabalhadores na Toyota não se referem a algo filosoficamente abstrato. Eles tem uma definição concreta em mente, definição que é notavelmente consistente por toda a companhia. Mais especificamente, para os trabalhadores na Toyota, o produto ideal de uma pessoa, grupo de pessoas ou máquina:

- *é livre de defeitos (isto é, tem as características e desempenho que o cliente espera)*
- *pode ser entregue uma unidade de cada vez (tamanho do lote igual a um)*
- *pode ser fornecido sob encomenda, na versão solicitada*
- *pode ser entregue imediatamente*

- *pode ser produzido sem qualquer desperdício de material, mão de obra, energia ou de qualquer outro recurso (como o custo associado a inventários) e*
- *pode ser produzido num ambiente de trabalho que é física, emocional e profissionalmente seguro para todos os empregados.*

Encontramos, consistentemente, nas fábricas que usam o sistema Toyota, pessoas fazendo mudanças que empurram as operações em direção a esse ideal. Em um companhia que produz equipamentos eletromecânicos, por exemplo, descobrimos que os trabalhadores desenvolveram vários engenhosos calibres detetores de erros que geram um sinal simples e não ambíguo para indicar se o produto está ou não livre de defeitos – como especificado no ideal. Em outra planta, vimos que os trabalhadores reduziram o tempo de troca de uma grande matriz de moldagem de cinco para três minutos. Isso permitiu que a companhia reduzisse o tamanho do lote de cada peça em 40%, trazendo o lote para mais perto do ideal de um. Ao se mover em direção ao ideal, a Toyota pode, temporariamente, declarar que uma de suas dimensões é mais importante que as outras.

Algumas vezes, isso pode resultar em práticas que vão de encontro à visão popular da operação na Toyota. Vimos casos onde são mantidos níveis de estoques mais altos ou adotados lotes de produção maiores que os geralmente esperados em operações "just-in-time". A situação ideal na Toyota tem muitas das características da noção popular de customização em massa - a capacidade de criar um número virtualmente infinito de variações de um produto de forma tão eficiente quanto possível e ao custo mais baixo possível. Numa análise final, a fábrica ideal da Toyota seria aquela onde o cliente pudesse chegar na plataforma de carregamento, solicitar um produto ou serviço personalizado e obtê-lo ao preço mais baixo possível, e sem defeitos. Enquanto cada fábrica - ou a atividade de cada trabalhador - ficar aquém deste ideal, haverá uma tensão criativa para mais esforços de melhoria.

Contramedidas no Sistema Toyota de Produção

A Toyota não considera qualquer ferramenta ou prática - como kanbans ou cordões andon, que tantos observaram e copiaram - como fundamental ao seu Sistema de Produção. A Toyota apenas os usa como respostas temporárias a problemas específicos, que servirão até que surja uma abordagem melhor ou que as condições mudem. São chamadas de "Contramedidas" ao invés de "Soluções" porque isto poderia implicar que a resolução de um problema é permanente. Ao longo dos anos a companhia desenvolveu um robusto conjunto de ferramentas e práticas que usa como contramedidas mas muitas mudaram ou foram eliminadas à medida em que as melhorias ocorreram.

Então, se uma companhia usa ou não usa alguma ferramenta ou prática em particular, isto não é indicação de que esteja ou não aplicando as Regras de projeto e melhoria. Em particular, ao contrário da impressão que o conceito de estoque zero está no centro do sistema Toyota, observamos muitos casos em que o estoque foi aumentado, como uma contramedida. O sistema ideal, de fato, não tem necessidade de estoque. Mas, na prática, algumas circunstâncias podem exigir-lo:

- *rendimento imprevisível ou quebras imprevistas. Às vezes alguém ou uma máquina não consegue responder à demanda por causa de uma quebra mecânica inesperada. Por esta razão, estoques de segurança são mantidos para proteger o cliente contra ocorrências aleatórias. A pessoa responsável por garantir a confiabilidade da máquina ou processo é considerada "Proprietária" desse estoque e luta para reduzir a frequência e a duração das paradas de maneira que o estoque de segurança possa ser reduzido.*
- *Ajustes demorados. Dificuldades em mudar uma máquina para produzir outro produto impedem que o fornecedor responda com rapidez. Então, os fornecedores usarão tamanhos de lote maiores que um e reterão o excedente como estoque intermediário, de forma a poder atender imediatamente ao cliente. É claro que os fornecedores*

tentam continuamente reduzir o tempo de adaptação para manter o tamanho do lote e o estoque tão pequenos quanto possível. Aqui, os donos, tanto do problema quanto das contramedidas são os operadores da máquina e o líder da equipe, responsáveis pela redução do tempo de mudança e do tamanho do lote.

- *Volatilidade na composição e volume da demanda. Em alguns casos, as variações nas necessidades dos clientes são tão grandes e imprevisíveis que é impossível que uma fábrica ajuste a produção com rapidez suficiente. Nesses casos, um estoque intermediário é mantido no ponto de embarque, ou próximo, como uma contramedida. O estoque intermediário serve também de sinal para os gerentes de vendas e de produção que a pessoa que trabalha diretamente com o cliente precisa ajudá-lo a eliminar as causas básicas de qualquer oscilação evitável na demanda.*

Em muitos casos, o mesmo tipo de produto é mantido estocado em diferentes locais. A Toyota não agrupa seus vários tipos de inventário, mesmo que, através disso, pudesse reduzir os volumes a curto prazo. Isto pode parecer paradoxal em um sistema de gerenciamento tão amplamente conhecido por abominar desperdícios. Mas o paradoxo pode ser explicado quando se reconhece que os gerentes e trabalhadores da Toyota estão tentando ajustar cada contramedida a cada problema. Não há ligação entre a razão para se manter estoques de segurança - baixa confiabilidade do processo - e a razão para se manter estoques amortecedores - flutuações na demanda de clientes. Agrupar os dois resultaria tornar difícil distinguir entre as diversas atividades e conexões cliente-fornecedor envolvidas. O estoque teria muitos donos e as razões para seu uso se tornariam ambíguas.

Agrupar o inventário, então, mistura tanto a responsabilidade por ele quanto a causa dos problemas, tornando difícil introduzir melhorias.

O Impacto Organizacional das Regras

Se as regras transformam as companhias que usam o Sistema Toyota numa comunidade de cientistas realizando continuamente experimentos, então porque essas organizações não estão em estado de caos? Como pode uma pessoa fazer mudanças sem afetar adversamente o trabalho de outros na linha de produção? Como pode a Toyota introduzir mudanças em suas operações enquanto as mantém a pleno vapor? Em outras palavras, como a Toyota faz melhorias e continua estável, ao mesmo tempo?

Mais uma vez, a resposta está nas Regras. Tornando as pessoas capazes e responsáveis por seu próprio trabalho, padronizando as conexões individuais entre clientes e fornecedores e empurrando a resolução dos problemas de fluxo e de conexão para o nível mais baixo possível, as Regras criam uma organização com uma estrutura em módulos "embutidos", muito como tradicionais bonecas russas, que vêm umas dentro das outras. O grande benefício destas organizações em módulos "embutidos" é que as pessoas podem implementar mudanças em uma parte sem afetar indevidamente as outras partes. É por isso que os gerentes da Toyota podem delegar tanta responsabilidade sem criar o caos. Outras companhias que sigam as regras também acharão possível fazer mudanças sem provocar rupturas indevidas.

É claro que a estrutura de outras companhias tem características em comum com aquelas que seguem o Sistema Toyota, mas em nossa pesquisa não encontramos qualquer uma que tenha todas as características e que não siga o Sistema. Pode ser que, no final, seja possível construir a estrutura apenas investindo o tempo que a Toyota investiu. Mas acreditamos que se uma companhia se dedica a aperfeiçoar-se nas regras, tem melhor chance de replicar o DNA da Toyota - e com isso, a performance da Toyota.