

Sistema Toyota de Produção: Mais do Que Simplesmente Just-In-Time

Paulo Ghinato

Mestre em Engenharia de Produção PPGEP/UFRGS
Division of Systems Science - Graduate School of Science and Technology
Kobe University
Rokkodai-cho, Nada-ku, Kobe 657, Japan

Palavras Chave: Sistema Toyota de Produção (STP), automação, just-in-time (JIT), controle da qualidade zero defeitos (CQZD), engenharia de produção.

Key words: Toyota Production System (TPS), automation, just-in-time (JIT), zero defect quality control (ZDQC), production engineering.

RESUMO

As interpretações acerca do Sistema Toyota de Produção (STP), apontando o Just-In-Time (JIT) e o Kanban como sua essência, demonstram um entendimento limitado de sua verdadeira abrangência e potencialidade. O STP está estruturado sobre a base da completa eliminação das perdas, tendo o JIT e a automação como seus dois pilares de sustentação. O Controle da Qualidade Zero Defeitos (CQZD) aparece, também, como elemento essencial para a operacionalização da automação e funcionalidade de todo o sistema. Neste artigo, pretende-se apresentar um modelo que represente esta interpretação. Com este propósito, o modelo apresentado por Monden é adotado como ponto de partida, introduzindo-lhe, no entanto, significativas mudanças. Neste artigo, discute-se cada uma das relações mantidas pela automação e pelo CQZD com os diversos componentes do sistema.

ABSTRACT

Interpretations of Toyota Production System (TPS) which point out to Just-In-Time (JIT) and Kanban as its essence are evidence of restricted understanding of its real reach and strength. The TPS has the "complete elimination of wastes" as its grounds and JIT and automation as its two pillars. Zero Defect Quality Control (ZDQC) appears as essential support to the operation of automation and system's working. In this paper it is proposed a model which may portray the above interpretation of TPS. On this purpose, the model proposed by Monden was taken up as a starting point. Nevertheless, it was necessary to introduce significant changes. It is also discussed the nature of links among automation, ZDQC and other components.

Introdução

Mais de 20 anos se passaram desde a primeira crise do petróleo. Aquele foi um ponto de inflexão negativa na curva de expansão dos mercados e crescimento industrial do qual até hoje sente-se reflexos. O impacto destruiu com a capacidade competitiva das companhias industriais estruturadas segundo o modelo de produção em massa. Precisava-se urgentemente encontrar um modelo alternativo capaz de lidar como as novas condições de contorno.

Neste cenário conturbado, A Toyota Motor Co., líder japonesa na fabricação de automóveis, despontou com um desempenho inigualável. Todas as atenções se voltaram então ao Japão, na tentativa de identificar os fatores responsáveis pelos resultados assombrosos. Revelou-se aí, a utilização de elementos inovadores que rompiam com algumas das mais básicas premissas do gerenciamento convencional.

O "Just-In-Time" (JIT) e o "Kanban" foram imediatamente identificados como os elementos-chave da eficácia e sucesso do Sistema Toyota de Produção (STP). No entanto, começou-se a perceber que os resultados alcançados pela Toyota Motor Co. não podiam ser atribuídos a aplicação de um punhado de métodos ou a alguma tecnologia em particular. O sucesso da Toyota advém da construção de algo que reúne todos os seus princípios, métodos e técnicas e da aplicação concatenada deste conjunto;¹

Qualquer iniciativa de adaptação e aplicação do STP demanda um perfeito entendimento de sua natureza. Ao contrário de uma abordagem focalizando especificamente o JIT ou qualquer outro componente do STP, é necessário conduzir uma avaliação do ponto de vista sistêmico. É obviamente importante o conhecimento detalhado de cada componente mas é sobretudo essencial entender onde e como se encaixam.

Neste artigo, apresenta-se um modelo destinado a representar o STP com a máxima abrangência possível a partir das idéias de Ohno e Shingo. Sob esta ótica o STP está estruturado sobre a base da "completa eliminação das perdas", com o JIT e a autonomia atuando como seus dois pilares de sustentação. Para a apresentação desta versão é necessário, antes, algumas observações a respeito do JIT, da autonomia e do Controle da Qualidade Zero Defeitos (CQZD).

Just-In-Time (JIT)

Não há elemento da moderna administração industrial mais discutido e estudado do que o "Just-In-Time"(JIT). "Uma verdadeira revolução" e "mudança de paradigma" são expressões comumente associadas ao JIT, que traduzem o impacto exercido sobre as práticas gerenciais.

Operacionalmente, basta dizer que JIT significa que cada processo deve ser suprido com os itens e quantidades certas, no tempo e lugar certos. Contudo, apesar da profusão de obras tratando a respeito do assunto, o que se percebe é que, talvez exatamente por isso, os conceitos e definições de JIT são muito distintos e, às vezes, contraditórios. Em função disso, definir JIT com o rigor que um trabalho científico exige, apresenta-se como uma tarefa extremamente delicada.

Numa tentativa de "redefinição e conciliação metodológica", Motta analisa diversas publicações e encontra o JIT definido como filosofia, estratégia, sistema, projeto, abordagem, técnica e programa, entre outras, como prova concreta da grande dificuldade de conceituar JIT de forma precisa, tanto semântica quanto epistemologicamente.²

O que Motta conclui, contra diversas definições apresentadas e por ele analisadas, é que o "*Just-In-Time não é uma Ciência, uma vez que não tem por objetivo estabelecer hipóteses, teorias ou leis sobre a realidade organizacional. Seus objetivos, ao contrário, são de interferir, modificar essa realidade. [...] o JIT se coloca no campo do Conhecimento Técnico, cujo objetivo é a transformação da realidade mediante uma relação de caráter normativo com os fenômenos que a compõem.*"³

Seguindo esta linha de raciocínio, Motta sentencia que "*o Just-In-Time é, única e exclusivamente, uma técnica que se utiliza de várias normas e regras para modificar o ambiente produtivo, isto é, uma técnica de gerenciamento, podendo ser aplicada tanto na área de produção como em outras áreas da empresa.*"⁴

Tão grave quanto os desencontros em relação à definição precisa do JIT, e até como decorrência disso, são as confusões cometidas por alguns autores entre o Sistema Toyota de Produção (STP) e o JIT, envolvendo freqüentemente, também, o "kanban". "Estas caracterizações [do STP como sendo JIT] são altamente superficiais e indicam a falta de entendimento do observador quanto a verdadeira essência do Sistema Toyota de Produção."⁵

É fundamental que se entenda que o JIT é somente um "meio" de alcançar o verdadeiro objetivo do STP que é o de aumentar os lucros através da completa eliminação de perdas.⁶

A Autonomia ("Jidoka")

A autonomia consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade no

1 _____

2 _____
3 _____
4 _____
5 _____
6 _____

processamento. Este conceito surgiu na Toyota a partir dos esforços de Ohno para que um trabalhador pudesse operar simultaneamente mais de uma máquina, aumentando com isso a eficiência da produção.⁷

Na verdade, a palavra "jidoka" significa simplesmente automação. "Ninben no tsuita jidoka" ou "Ninben no aru jidoka" expressam o verdadeiro significado do conceito, ou seja, que a máquina é dotada de inteligência e toque humano.⁸ Automação é muitas vezes expressa como simplesmente "automação com toque humano" e a palavra "jidoka" também é usada, simplificada, com este mesmo significado. Shingo, no entanto, prefere o termo "pré-automação" para definir a máquina com capacidade de parar automaticamente quando a quantidade requerida foi atingida ou quando algo anormal acontece no processamento.⁹

Embora a automação esteja freqüentemente associada à automação, ela não é um conceito restrito às máquinas.¹⁰ É importante notar que **o conceito de automação tem muito mais identidade com a idéia de autonomia do que com automação.** Enquanto a autonomia para a interrupção da linha é condição fundamental, a automação desempenha um papel secundário, nem sempre presente.

No STP, a automação é ampliada para a aplicação em linhas de produção operadas manualmente. Neste caso, qualquer operador da linha pode parar a produção quando alguma anormalidade for detectada.¹¹

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.

A paralização da máquina ou da linha, com a imediata pesquisa para levantamento e correção das causas, é o procedimento chave na obtenção dos índices de qualidade superiores das fábricas da Toyota em relação às outras montadoras de veículos.¹²

O Controle da Qualidade Zero Defeitos (CQZD)

No Sistema Toyota de Produção a expressão

7

8

9

10

11

12

"Zero Defeitos" tem um significado completamente diferente do que foi consagrado no ocidente. **O "Controle da Qualidade Zero Defeitos" (CQZD) na Toyota não é um programa, mas um método racional e científico capaz de eliminar a ocorrência de defeitos através da identificação e controle das causas.**

São quatro os pontos fundamentais para a sustentação do CQZD:¹³

1. Utilização da inspeção na fonte; Este método de inspeção tem caráter preventivo, capaz de eliminar completamente a ocorrência de defeitos pois a função controle é aplicada na origem e não sobre os resultados.

2. Utilização de inspeção 100% ao invés de inspeção por amostragem.

3. Redução do tempo decorrido entre a detecção de uma anormalidade e a aplicação da ação corretiva.

4. Reconhecimento de que os trabalhadores não são infalíveis; Aplicação de dispositivos à prova-de-falhas ("Poka-Yoke") cumprindo a função controle junto à execução.

Como não existe qualquer sentido na aplicação de dispositivos poka-yoke que não seja em regime de inspeção 100%, os pontos fundamentais resumem-se em: inspeção na fonte; poka-yoke; feed-back e ação imediata.

A meta do CQZD não é somente a fabricação de um produto isento de defeitos, mas a **"garantia" de que um sistema seja capaz de produzir "consistentemente" produtos livres de defeitos.** Este conceito, na Toyota, é aplicado a todas as operações e processos de forma que cada operação e cada processo seja planejado considerando todas as possibilidades de falha. Esta postura preventiva evita a execução sob condições anormais (erros) que gerariam o defeito.

Existe uma relação muito forte de causa e efeito entre erros e defeitos. Normalmente os defeitos são o efeito da utilização incorreta de algum (ou vários) dos fatores de produção.

Foi aproveitando-se desta idéia que a inspeção na fonte estruturou-se, ou seja, identificando e mantendo sob controle os erros antes que se tornem efetivamente defeitos. Portanto, **a utilização eficaz da inspeção na fonte depende do reconhecimento da existência da relação de causa-e-efeito entre erros e defeitos, da identificação dos tipos de erros possíveis e da aplicação de técnicas capazes de neutralizá-los.**

O CQZD é a base operacional essencial para a prática da automação.

Uma Nova Proposta de Estrutura para o Sistema Toyota de Produção

Monden foi um dos primeiros autores a tentar representar o modelo de gerenciamento da Toyota. Em

13

1981, Monden publicou um artigo onde apresentava uma primeira versão da estrutura do STP (ver fig.1). Em 1983, este autor apresentou uma segunda e mais bem elaborada estrutura para o STP (ver fig. 2).¹⁴

A partir da leitura das obras de Ohno e Shingo percebe-se que, apesar de extremamente racional e conveniente para o estudo do STP, a estrutura proposta por Monden não apresenta elementos fundamentais para o equilíbrio do sistema e diversas relações importantes entre os elementos também não estão presentes.

A idéia central desta pesquisa é que, através da incorporação destes elementos e relações, seja possível a construção de uma estrutura mais consistente e abrangente do STP (fig. 3). Como decorrência disto, espera-se proporcionar uma idéia mais clara a respeito do STP para fins de pesquisa acadêmica, servindo também como um instrumento de orientação às iniciativas de implantação de sistemas similares.

As diferenças entre a estrutura proposta por Monden (fig. 2) e a estrutura proposta por esta pesquisa (fig. 3) evidenciam-se através de uma simples comparação entre as duas. No entanto, é fundamental perceber que a raiz destas diferenças reside na ampliação das relações da "autonomiação" ("jidoka") dentro do sistema, levando-a a ocupar a posição de verdadeiro pilar de sustentação do STP e na introdução do "controle da qualidade zero defeitos" (CQZD) como sua base essencial.

Cinco outros elementos são introduzidos: "estratégia de marketing", "nagara",¹⁵ "manutenção produtiva total" (MPT),¹⁶ "quebra zero" e os "5 S's".

Ainda que não se pretenda, nesta pesquisa, abordar as relações do STP em nível externo, envolvendo clientes e fornecedores, é inevitável propor a introdução da estratégia de "marketing" como um dos elementos do sistema. Seria possível apontar uma série de argumentos em favor desta proposta. No entanto, é suficiente recordar que Kotler e outros consideram a estratégia de "marketing" como a mola-mestra do avanço da Toyota no mercado mundial. Estes autores apresentam evidências que indicam que a aplicação da estratégia de "marketing" agressiva é sustentada pela estrutura interna do STP.¹⁷

O "nagara" surge como decorrência da ampliação das relações da autonomiação, enquanto que o MPT e a quebra zero aparecem como uma consequência da introdução do CQZD e de sua aplicação às máquinas, equipamentos e instalações fabris. Os 5 S's são incorporados à estrutura como um pré-requisito essencial para a implementação da MPT.

Embora as modificações introduzidas estejam centradas na autonomiação e CQZD, é conveniente, também, propor a realocação do TQC.

Observa-se no modelo de Monden (fig. 2), que o TQC é sustentado pela administração funcional e qualidade assegurada, ao mesmo tempo em que mantém uma relação direta com o aumento da receita.

Na figura 3, o TQC aparece dando suporte ou desdobrando-se nas atividades de pequenos grupos, na administração funcional, na MPT, na estratégia de "marketing" e resultando num aumento da moral dos trabalhadores.

Esta proposta de mudança de posição do TQC procura estar sintonizada com a interpretação de Shingo, que coloca o TQC na base das atividades dos CCQ's (ver fig.4).¹⁸ Esta ligação é extremamente importante na promoção do CQZD.¹⁹ É interessante notar que a ligação direta entre o TQC e as APG's não aparece representada na estrutura proposta por Monden (ver fig. 2).

Ratificando esta relação direta entre o TQC e as APG's, Shingo afirma que a palavra "total" do TQC significa ampliar o raciocínio e as práticas do controle da qualidade para todas as áreas da empresa.²⁰ O que é obtido através da organização de atividades de CCQ's em todas as áreas e setores.

Outra alteração fundamental que esta pesquisa propõe é a ampliação das condições sob as quais o aumento da lucratividade pode ser praticado. A julgar pela capacidade da Toyota no atendimento a pedidos quase personalizados, não é exagerado afirmar que o STP está apto a ser aplicado, também, em mercados em expansão com demanda por produtos variados e diferenciados.

Voltando ao foco central da proposta desta pesquisa, observa-se que Monden reconhece a autonomiação como um dos pilares do STP,²¹ mas na estrutura que ele propõe (fig. 2), e mesmo no texto de seu livro, a autonomiação parece muito menos importante do que o JIT e o "Kanban", por exemplo.

Monden afirma que a "autonomiação ou Jidoka é **essencialmente**²² as melhorias efetuadas no equipamento que servem para reduzir o número de trabalhadores."²³ Mais adiante ele observa que "[...] métodos mais tradicionais de controle da qualidade foram substituídos pela auto-inspeção de todas as unidades no interesse de reduções futuras de unidades defeituosas. Este conceito é denominado de "Jidoka" ou Autonomiação para o Controle de Qualidade."²⁴

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

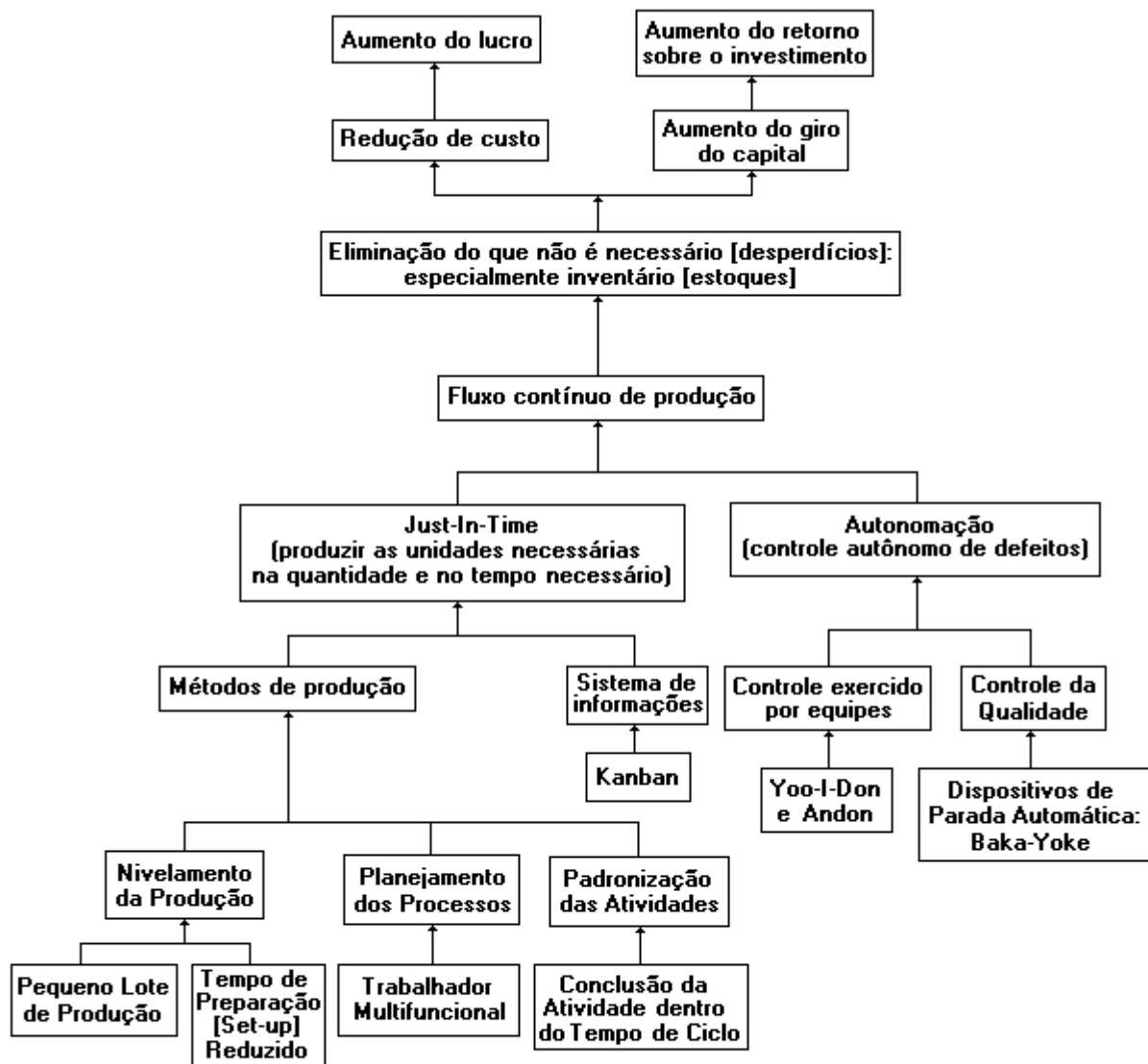


FIGURA 1 - PRIMEIRA VERSÃO DA ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO SEGUNDO MONDEN (1981, p. 38)

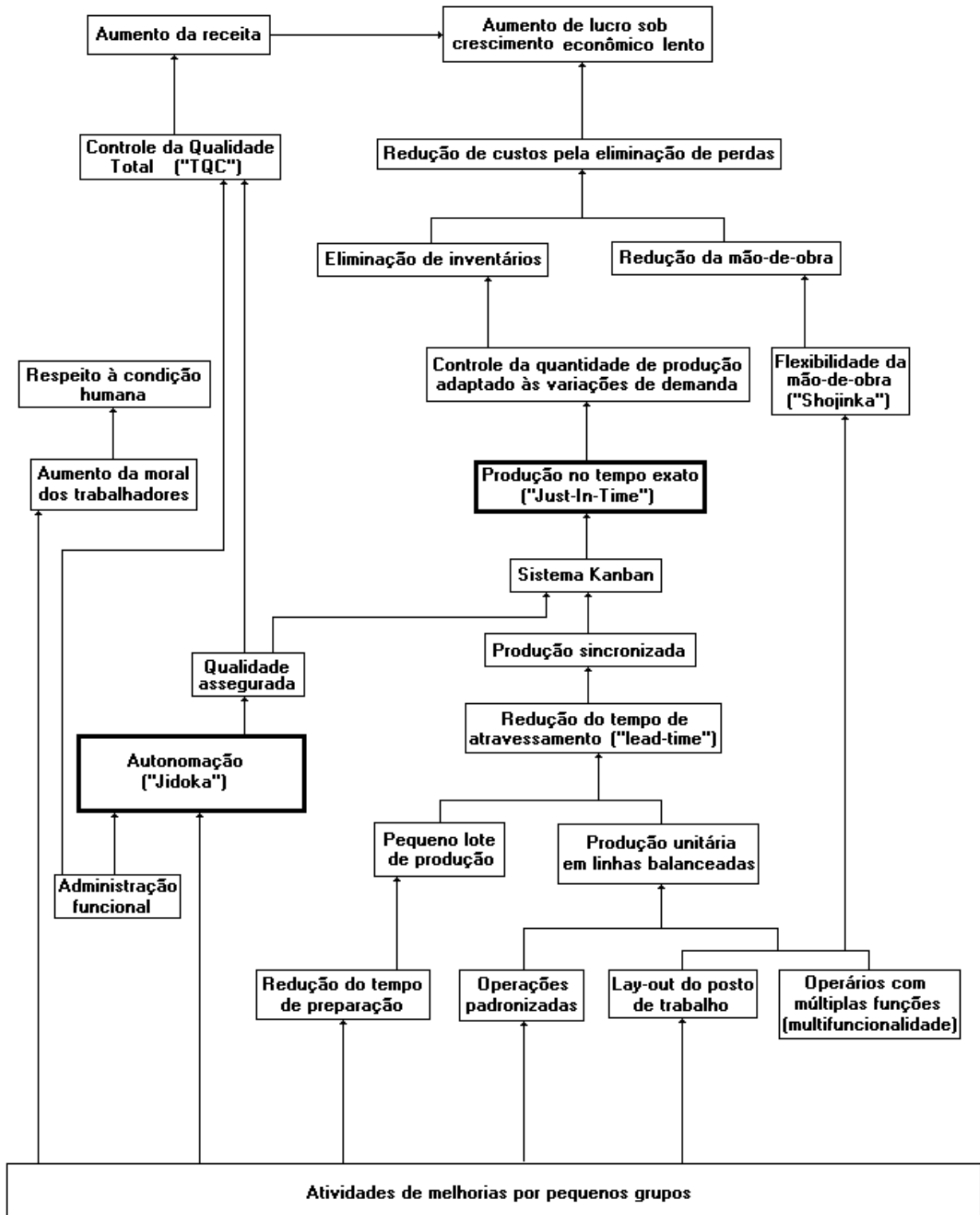


FIGURA 2 - ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO SEGUNDO MONDEN (1984, p. 2)

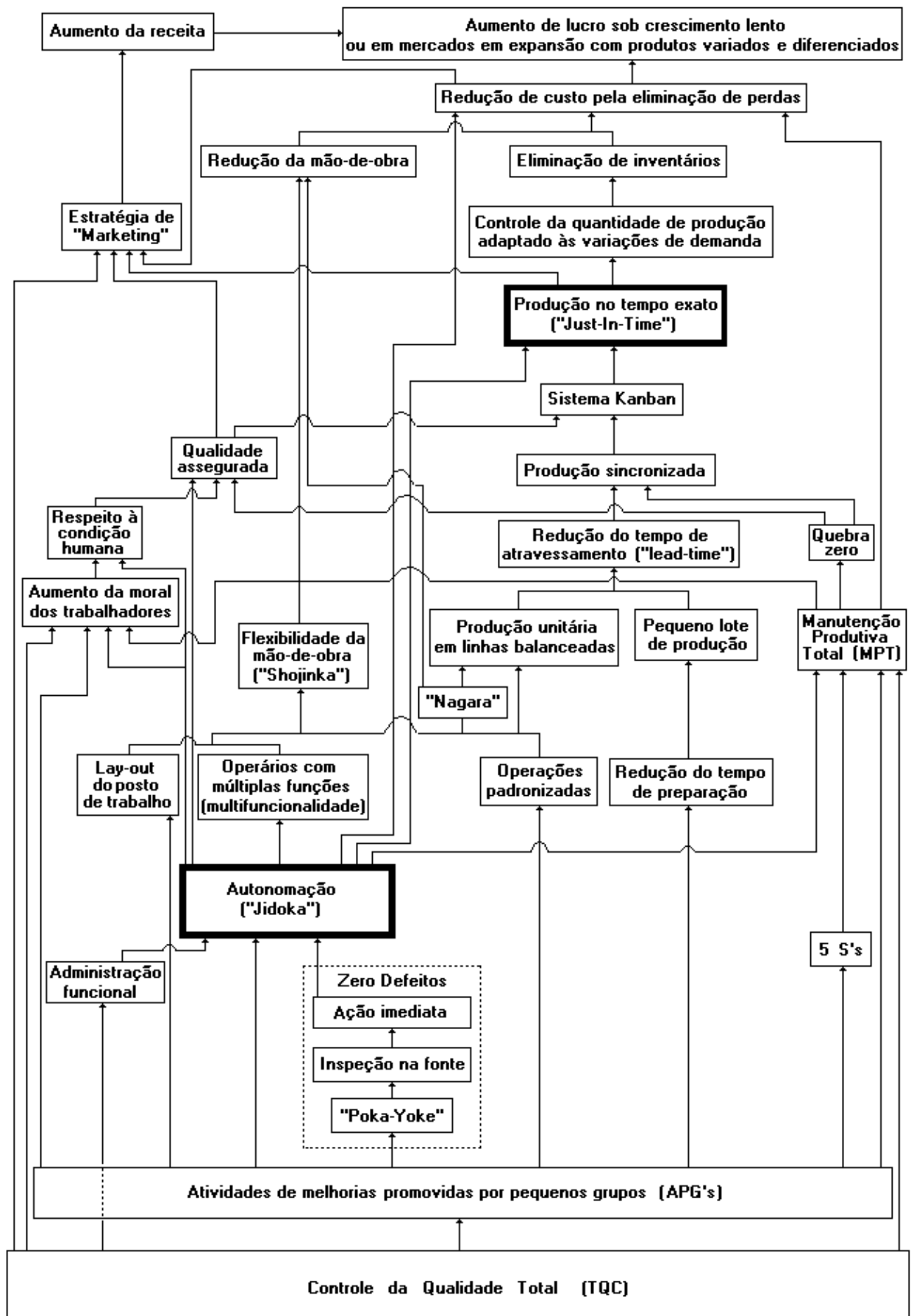


FIGURA 3 - ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO PROPOSTA PELA PESQUISA



FIGURA 4 - A BASE DO CQZD
FONTE: Shingo (1986, p. xiii)

A essência da autonomia não é a redução do número de operários, embora isto seja um dos resultados obtidos.

A essência é, isto sim, facultar ao operador ou à máquina a autonomia para a paralização da operação sob a presença de qualquer anormalidade. A redução de mão-de-obra é obtida através da flexibilização que decorre da multifuncionalidade (estas relações serão oportunamente discutidas neste trabalho).

Pode-se observar, também, alguma confusão entre o conceito de autonomia e o conceito de autoinspeção em regime de 100% (inspeção informativa). A autonomia pode estar associada a esta modalidade de inspeção com o objetivo de "eliminação" dos defeitos, mas continuará a ser um conceito completamente distinto.

Os sistemas Poka-Yoke são tratados como "sistemas à prova-de-tolos ("foolproof system") para a paralização da linha".²⁵ Monden chega a afirmar que "[...] os sistemas à prova-de-tolos são usados para eliminar os defeitos que podem ocorrer devido ao descuido [erro?] por parte do trabalhador [...]"^{26 27}

Contudo, sem reconhecer a existência da inspeção na fonte como o único método de inspeção capaz de atender ao objetivo de eliminação completa dos defeitos, a utilização dos sistemas "foolproof" pode, no máximo, reduzir o número de defeitos. É muito importante destacar que a verdadeira preocupação da Toyota concentra-se na eliminação dos defeitos através da detecção dos erros.

A Relação entre a Autonomia ("Jidoka") e o Controle da Qualidade Zero Defeitos (CQZD)

²⁵ ___

²⁶ ___

²⁷ ___

A detecção de anormalidades e a subsequente paralização da linha ou operação para a aplicação de imediata ação corretiva é a principal função da autonomia.

Um sistema de inspeção eficaz, incorporado à operação, é essencial para que a autonomia cumpra a sua função de controle. O CQZD, através da aplicação de dispositivos "poka-yoke" em regime de inspeção 100%, é capaz de operacionalizar a função controle necessária à autonomia.

O objetivo da Toyota com a interrupção das operações sob condições anormais é identificar o problema, eliminando-o completamente. Quando esta anormalidade pode se manifestar como um defeito no produto, o objetivo passa a ser o de evitar a sua ocorrência através de uma ação preventiva, isto é, a identificação de suas origens (erros) e a detecção das anormalidades ainda nesta fase. A inspeção na fonte (detecção de erros), elemento fundamental do CQZD, garante o atingimento deste objetivo (zero defeitos). Assim, o exercício da autonomia na Toyota procura estar sempre vinculado ao compromisso de evitar a ocorrência dos defeitos através da detecção dos erros e sua correção.

As Outras Relações da Autonomia e do Controle da Qualidade Zero Defeitos

Dentro da nova estrutura (fig. 3) do STP, a autonomia aparece em posição que realmente a consolida como um dos pilares de sustentação do sistema.

A autonomia mantém relação direta com outros oito elementos além da relação com o CQZD, anteriormente discutida. É curioso notar que nesta proposta a autonomia é o elemento detentor do maior número (nove) de relações diretas com outros elementos. Destas nove, três são relações das quais a autonomia depende para seu funcionamento e seis são relações com elementos sustentados pela autonomia.

O CQZD, por sua vez, aparece na estrutura do STP (fig. 3) sustentado pelas Atividades de Melhorias (promovidas) por Pequenos Grupos (APG's), conforme se poderá discutir a seguir.

A Autonomia e a Redução de Custo pela Eliminação de Perdas

A autonomia é capaz de atacar direta e efetivamente 3 das 7 perdas²⁸ a saber: perda por superprodução, perda por espera e perda por fabricação de produtos defeituosos. Além de eliminar perdas secundárias associadas a estas 3 perdas primárias.

²⁸ ___

Perda por super-produção quantitativa: na medida em que a máquina está equipada com um dispositivo capaz de interromper o processamento no momento em que a quantidade de produção planejada tenha sido atingida, não haverá excesso de produção e, portanto, a perda por super-produção quantitativa será completamente eliminada. Este foi o primeiro tipo de perda eliminado no STP. Hoje, quando se fala em perda por super-produção na Toyota, entende-se imediatamente como perda por produzir antecipadamente.

Perda por espera: o equipamento dotado da capacidade de detectar a ocorrência de qualquer anormalidade dispensa a presença do operador observando todo o processamento. Ou seja, a função controle, antes atribuição do operador, está incorporada ao próprio processamento.

Perda por fabricação de produtos defeituosos: com a autonomia, o processamento é interrompido ao primeiro sinal de anormalidade. A máquina não executa o processamento sob condições de risco de geração de produtos defeituosos. É necessário que o operador ou a equipe responsável atue sobre o processo de forma a eliminar a causa do problema (corrigir o processamento) para que a produção retome o curso.

A Autonomia e as Atividades de Melhorias por Pequenos Grupos (APG's)

A relação entre a autonomia e as APG's na estrutura proposta por esta pesquisa (fig. 3) também é reconhecida por Monden (fig. 2).²⁹ Portanto, as observações a respeito deste vínculo podem se restringir ao estritamente necessário para ratificar as suas conclusões.³⁰

Esta relação parece ser mantida basicamente de duas maneiras: através da participação dos trabalhadores no estudo dos processos e operações para identificação da natureza das anormalidades e projeto do sistema adequado de controle (detecção e chamada para ação corretiva³¹) e através da participação no esforço de solucionar os problemas detectados.

As APG's são a base essencial para a ampliação das oportunidades de aplicação da autonomia, bem como de sua manutenção.

Segundo Monden, as melhorias oriundas das APG's utilizam dois canais distintos: o conhecido Círculo de Controle de Qualidade (CCQ)³² e o Sistema de Sugestões,³³ também bastante difundido no ocidente.³⁴

A Automação e a Administração Funcional

A administração funcional ou administração com funções cruzadas foi desenvolvida por Ishikawa em 1960, sendo logo depois adaptada e incorporada pela Toyota Motor Co. com muito sucesso.³⁵

De acordo com a definição de Monden, "*Grupos Funcionais não agem como equipes de projeto ou força-tarefa. Mais precisamente, são unidades formalmente constituídas, tomadoras de decisão, cujo poder atravessa linhas e controle departamentais para amplas funções de cooperação. Consistindo tipicamente de gerentes de departamento de todas as partes da empresa [...]*".³⁶

Os grupos funcionais são a base da administração ou gerenciamento funcional, constituindo-se em importante instrumento de negociação para a introdução de mudanças que envolvam diversas áreas ou departamentos.

A administração funcional na Toyota, trabalha segundo duas linhas distintas de atuação, chamadas funções-propósito ou funções-objetivo: a garantia da qualidade e a administração de custos.³⁷

A interação entre a administração funcional e a autonomia pode ser percebida pelos esforços para a garantia da qualidade, empreendidos pelos grupos funcionais.

A garantia da qualidade procura assegurar satisfação, confiabilidade e economia para o consumidor através da oferta de produtos de alto padrão de qualidade. Para que este objetivo seja alcançado, cada departamento se preocupa com a garantia da qualidade em todas as suas atividades e, em seguida, como decorrência desta mobilização, são especificados todos os meios necessários.

A Automação e a Multifuncionalidade

A introdução da autonomia permitiu ao STP a redução ou eliminação de uma perda de reflexos significativos no custo de fabricação: a perda por espera do trabalhador.

Com as máquinas habilitadas para se "auto-supervisionarem", ou seja, parar ao menor sinal de anormalidade no processamento, os trabalhadores podem ser treinados para operar outras máquinas durante o processamento do produto na primeira máquina.

Existem duas modalidades de multifuncionalidade: o sistema de operação de múltiplas máquinas e o sistema de operação de múltiplos

29

30

31

32

33

34

35

36

37

processos.³⁸

No sistema de operação de múltiplas máquinas o trabalhador opera diversas máquinas simultaneamente, por exemplo, cinco furadeiras ou cinco tornos ou mesmo cinco mandriladoras dispostas em layout conveniente. Já no sistema de múltiplos processos, o trabalhador opera diversas máquinas seguindo o fluxo de fabricação do produto, isto é, o sistema de operação de múltiplas máquinas é aplicado em diferentes processos ao longo do fluxo de produção de um produto em particular.

A multifuncionalidade permite o desenvolvimento de um outro elemento do STP: o "nagara",³⁹ que no sentido estrito do termo, é a execução simultânea de operações secundárias ou selecionadas e a operação principal,⁴⁰ utilizando-se os tempos de folga existentes.

Embora a definição acima encerre a principal característica do "nagara" (utilização dos tempos de folga), Shingo chama a atenção para o fato de que muitas empresas empenhadas em aplicar o STP estão apenas preocupadas com a utilização efetiva dos tempos de folga, perdendo a grande potencialidade do "nagara", que é a capacidade de imprimir um fluxo contínuo e unitário à produção através da sincronização de trabalho e da quebra da organização do layout por processo.⁴¹

A Automação e a Qualidade Assegurada

A qualidade assegurada, dentro do contexto do STP, pode ser definida como a garantia de um fluxo contínuo de produtos livres de defeitos em todas as etapas (processos) de fabricação, ou seja, a garantia da eliminação total de qualquer perda por fabricação de produtos defeituosos. Ora, este é o resultado direto e mais significativo da aplicação da automação, uma vez que os operários e as máquinas estão preparados para a interrupção do processamento ao primeiro sinal de anormalidade.

A Toyota tem como um de seus objetivos a satisfação do cliente com a qualidade do produto.⁴² Portanto, a qualidade assegurada é um elemento que sustenta este compromisso com o mercado e ao mesmo tempo atua como uma alavanca de ampliação da participação da Toyota no mercado mundial.

Na estrutura do STP (fig. 3) percebe-se que a qualidade assegurada é um elemento fundamental para o funcionamento do "kanban". Monden, assim como diversos outros autores, enuncia um conjunto de 5 regras⁴³ para a aplicação exitosa do "kanban". A terceira regra

alerta que os produtos defeituosos não devem ser enviados ao processo ulterior sob pena de ocasionar uma auto-destruição do sistema "kanban", já que não existem estoques destinados a compensar as perdas por fabricação de produtos defeituosos.

A qualidade assegurada desempenha um importante papel na manutenção do Controle da Qualidade Total (TQC) porque uma vez que a qualidade do produto esteja garantida através da aplicação do Controle da Qualidade Zero Defeitos (CQZD) e da Automação, as atividades e os esforços do TQC podem ser dirigidos para a melhoria da qualidade do trabalho em si⁴⁴ (a verdadeira essência do TQC), atingindo resultados muito mais amplos do que seria possível com o foco dirigido às melhorias da qualidade do produto.

A Automação e o Just-In-Time

O JIT é um mecanismo que garante que cada processo fabrique somente a quantidade necessária de produtos, livres de qualquer defeito que possa impedir a sua utilização quando necessário. Em outras palavras, o JIT necessita do suporte de um elemento capaz de eliminar por completo as perdas por super-produção quantitativa e por fabricação de produtos defeituosos.

Foi discutido anteriormente a capacidade da automação em combater estas duas perdas, portanto ela se constitui como uma base essencial para a operacionalização do JIT.

O CQZD é um pré-requisito para a aplicação do JIT.⁴⁵ Ora, o CQZD é implementado pelo STP através da associação com a automação, portanto pode-se afirmar que o objetivo do "zero defeitos", essencial para o JIT, é perseguido e alcançado através da aplicação da automação em todos os processos de fabricação.

A Automação, o Aumento da Moral dos Trabalhadores e o Respeito à Condição Humana

A delegação de autonomia para paralização de uma linha ou operação é uma forma de reconhecer a capacidade dos trabalhadores do chão-de-fábrica em identificar e agir sobre as anormalidades. Este reconhecimento proporciona um alto nível de motivação e moral, atuando como propulsor das iniciativas dos trabalhadores em introduzir melhorias.

Além disso, a aplicação da automação dispensa que o trabalhador se mantenha em estado de alerta total no controle das operações, pois a ocorrência de qualquer anormalidade é detectada por dispositivos acoplados ao processamento.⁴⁶

A automação apresenta, também, a vantagem

38

39

40

41

42

43

44

45

46

de poder ser aplicada em operações que envolvam grandes riscos à integridade física dos trabalhadores, de forma que eles são mantidos à distância dessas operações, sendo chamados a intervir somente nos casos de ocorrência de problemas.

A Automação e a Manutenção Produtiva Total (MPT)

"Se ocorrem problemas na operação manual ou com a máquina, eles param a operação ou a máquina."⁴⁷

Este procedimento, característico da automação, é aplicado não só para a detecção e correção de anormalidades no produto, mas também para identificar e eliminar problemas que possam afetar o desempenho e a vida útil das máquinas e equipamentos. A utilização da automação com este objetivo pode ser uma solução muito sensata.⁴⁸ A eliminação completa das quebras das máquinas é alcançada através da aplicação de mecanismos que permitam a detecção do problema e a interrupção imediata do processamento, de forma a implementar soluções que ataquem a origem das quebras.⁴⁹

O STP não poderia deixar de dispensar uma atenção especial à manutenção das máquinas, pois os estoques mínimos entre processos não são suficientes para absorver paradas por quebras que afetariam a sincronização da produção. Além disso, o funcionamento de uma máquina ou equipamento sob condições precárias aumentaria o risco de geração de produtos defeituosos, o que também afetaria o fluxo de produção.

Na figura 3, a quebra zero,⁵⁰ elemento essencial tanto para a sincronização da produção quanto para a qualidade assegurada, é alcançada e sustentada pela Manutenção Produtiva Total (MPT).

A MPT pode ser definida como "uma abordagem de parceria entre todas as funções organizacionais, mas particularmente entre a produção e a manutenção, para a melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência da operação, garantia da capacidade e segurança",⁵¹ adequando-se perfeitamente às exigências de disponibilidade integral das máquinas nos sistemas de produção sem estoques.⁵²

As atividades de melhorias desenvolvidas pelos grupos de trabalho buscam identificar a verdadeira causa das quebras através da aplicação de instrumentos de análise normalmente simples, como é o caso do "Por quê 5 Vezes".⁵³ Estes grupos têm autonomia para implementar as mudanças necessárias nos equipamentos e instalações mas

mantêm-se orientados pela hierarquia, com sua conduta sintonizada com as diretrizes da alta administração.

O papel dos pequenos grupos de trabalho (APG's) estende-se também à preparação e preservação de um ambiente propício para as atividades de manutenção propriamente ditas. Este ambiente depende de cinco fatores fundamentais; organização ("seiri"), arrumação ("seiton"), limpeza ("seiso"), padronização ("seiketsu") e disciplina ("shitsuke"), abordados de forma sistemática através de uma técnica gerencial denominada 5 S's.⁵⁴ O cumprimento de cada um destes requisitos (fatores) é exercitado essencialmente pelo pessoal diretamente envolvido com as atividades operacionais, conforme pode ser observado na figura 3.

Capacitar os operadores para a manutenção de suas próprias máquinas gera um aumento de sua autoconfiança e a valorização da sua capacidade de contribuir para a otimização do sistema produtivo. Os operadores sentem-se motivados a apresentar e acolher sugestões do seu grupo de trabalho, pois percebem, entre outros benefícios, a melhoria do seu ambiente e condições de trabalho.

O Controle da Qualidade Zero Defeitos (CQZD) e as Atividades de Pequenos Grupos (APG's)

O maior canal de manifestação das atividades de melhorias promovidas por pequenos grupos é, sem dúvida, os Círculos de Controle de Qualidade (CCQ's).

Shingo enfatiza a necessidade das atividades em grupo para a promoção do controle da qualidade, chegando a reconhecer, especificamente, a importante contribuição das atividades dos CCQ's na sustentação do CQZD.⁵⁵

A "Union of Japanese Scientists and Engineers" (JUSE), principal órgão de orientação e fomento às atividades dos CCQ's no Japão, define a qualidade assegurada como um dos objetivos dos CCQ's, ao mesmo tempo em que recomenda que as ações para atingir este objetivo se desenvolvam no sentido de eliminar reparos, inspeção e seleção junto à linha de produção.⁵⁶

Os CCQ's têm no CQZD o melhor e mais eficaz instrumento para viabilizar a fabricação com qualidade assegurada. A interação entre o CQZD e as APG's se materializa da mesma forma como acontece entre a automação e as APG's, ou seja, através de identificação das oportunidades de implantação de controles eficazes e nas intervenções para a eliminação das anormalidades detectadas. A idealização de sistemas "poka-yoke", por exemplo, é uma atividade compatível com os objetivos e as atribuições dos grupos de CCQ.

Conclusões

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

O Sistema Toyota de Produção (STP) tem sido unanimemente apontado como o mais eficaz modelo de gerenciamento industrial e tem se mostrado flexível quanto às transferências para outros ambientes. A implantação de fábricas japonesas nos EUA tem servido como exemplo incontestável desta possibilidade.

Esta pesquisa proporcionou uma exploração importante sobre aspectos fundamentais do STP, permitindo perceber que a autonomia e o controle da qualidade zero defeitos (CQZD) são elementos essenciais, sem os quais talvez o STP não aparecesse como modelo.

Esta pesquisa serviu, também, para mostrar que a atenção e o estudo para o entendimento do modelo japonês não pode ser dirigida para um elemento em particular, como tem se verificado em diversas interpretações do modelo, centradas no JIT.

É imprescindível a visão e interpretação sistêmica. Tão ou mais importante do que a própria eficiência na aplicação de um conceito ou mecanismo em particular, é a interação que este elemento é capaz de desenvolver dentro do sistema. Os resultados positivos da aplicação do STP decorrem muito mais da sinergia entre os diversos elementos do que do somatório das contribuições isoladas de cada um.

Abordando especificamente o eixo da pesquisa, ou seja, o redimensionamento da autonomia e a introdução do CQZD na estrutura do STP à partir do que Monden⁷⁸ propunha, pode-se concluir que é imprescindível uma melhor e mais profunda exploração da essência da função controle desempenhada no STP. É perfeitamente possível afirmar que a grande maioria dos estudos a respeito do STP não tem captado uma faceta essencial ao funcionamento do sistema: "A completa eliminação dos defeitos através da identificação, detecção e ação imediata sobre os erros fundamentais".

A partir de uma abordagem sistêmica, fortemente vinculada ao princípio de redução de custos pela eliminação de perdas, a Toyota Motor Co. foi capaz de operacionalizar a função controle na detecção das causas fundamentais dos defeitos. O resultado disto é a aplicação do CQZD associado à autonomia nos processos de fabricação.

É importante ter presente que a proposta desta pesquisa é a construção de um "modelo teórico" que proporcione uma interpretação mais próxima do que é o STP na prática. Contudo, é impossível reduzir a zero a distância existente entre o "teórico" e o "prático".

Finalizando, sabe-se da existência de diversas outras relações que não foram representadas, como por exemplo, relações de retro-alimentação ("feedback") entre muitos elementos. Portanto, as interações e a dinâmica das relações entre os elementos do sistema, levam a crer que as discussões e estudos sempre serão capazes de proporcionar

a ampliação das interpretações e a introdução de modificações na estrutura.

Agradecimentos

Gostaria de registrar os meus mais sinceros agradecimentos ao Professor Dr. Syoji Katsuo do Departamento de Mecatrônica e Engenharia de Precisão da Universidade de Tohoku e Professor Dr. Fujii Susumu do Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação da Universidade de Kobe pelo apoio prestado durante o desenvolvimento deste trabalho. Este autor contou, também, com o suporte essencial do Ministério da Educação e Cultura do Japão (MONBUSHO).

NOTAS

- ¹ "É preciso cautela para não adotar apenas algumas partes [do STP]. Na medida em que elas são interdependentes, devem ser introduzidas simultaneamente." (Ferro, citado por Humphrey, em Hirata, 1993, p. 242-3)
- ² Motta, Paulo Cesar D., 1993, p. 55
- ³ ibidem, p. 55
- ⁴ ibidem, p. 56
- ⁵ Shingo, Shigeo, 1988, p. 388
- ⁶ ibidem, p. 412
- ⁷ ibidem
- ⁸ Monden, Yasuhiro, 1983; Productivity Press, 1986
- ⁹ Shingo, Shigeo, 1981; 1988
- ¹⁰ Monden, Yasuhiro, 1983
- ¹¹ Ohno, Taiichi, 1988
- ¹² Ver Womack, James P. et al., 1992, p. 73
- ¹³ Shingo, Shigeo, 1986
- ¹⁴ Monden, Yasuhiro, 1984, p. 2
- ¹⁵ Execução simultânea de operações secundárias ou selecionadas e a operação principal utilizando-se dos tempos de folga associados à operação principal de forma a imprimir um fluxo contínuo a cada peça fabricada.
- ¹⁶ É uma abordagem de parceria entre todas as funções organizacionais, mas particularmente entre a produção e a manutenção, de forma a implementar o aprimoramento contínuo da qualidade do produto, da eficiência operacional, da garantia da capacidade produtiva e da segurança.
- ¹⁷ Kotler, Philip et al., 1986, p. 27-31
- ¹⁸ Shingo, Shigeo, 1986, p. xiii
- ¹⁹ Shingo, Shigeo, 1986, p. xv
- ²⁰ Shingo, Shigeo, 1988, p. 205
- ²¹ Monden, Yasuhiro, 1984, p. 1
- ²² A essência da autonomia é responder ao princípio fundamental da completa eliminação de perdas. A redução no número de trabalhadores é uma decorrência planejada da eliminação das perdas por espera (grifo nosso).
- ²³ Monden, Yasuhiro, 1983, p. 123-4
- ²⁴ ibidem, p. 140
- ²⁵ ibidem, p. 145
- ²⁶ ibidem, p. 145
- ²⁷ Monden parece não ter reconhecido a existência de uma relação de causa-e-efeito entre erros e defeitos. Para ele, a função controle é exercida somente através da detecção de defeitos.
- ²⁸ As 7 classes perdas propostas por Ohno e Shingo são as seguintes: 1.perda por super-produção (quantitativa e por antecipação); 2.perda por espera; 3.perda por fabricação de produtos defeituosos; 4.perda por transporte; 5.perda por movimentação; 6.perda no processamento em si; 7.perda por estoque. Existem, obviamente, outras classes de perdas. Estas 7, no entanto, abrangem a quase totalidade das perdas presentes num ambiente industrial. (Ghinato, 1994, p.62)
- ²⁹ Monden, Yasuhiro, 1984, p. 2
- ³⁰ ibidem, p. 6, 69-80
- ³¹ A chamada para ação corretiva pode ser realizada através de mecanismos de paralização da operação e/ou de simples sinalização (alarme) sonoro ou visual.
- ³² Em 1987 a Toyota mantinha 6650 CCQ's em atividade, com um total de 25 mil trabalhos implantados no ano. (Toyota Motor Corp., 1989, p. 28)
- ³³ Em 1986 a Toyota recebeu 2,65 milhões de sugestões de seus colaboradores, com uma média de 48 sugestões/ funcionário (ibid., p. 27)
- ³⁴ Monden, Yasuhiro, 1984, p. 74-7
- ³⁵ Ishikawa, Kaoru, 1993, p. 117
- ³⁶ Monden, Yasuhiro, 1984, p. 93
- ³⁷ ibidem, p. 93, 95
- ³⁸ Shingo, Shigeo, 1981, p. 239; Ohno, Taiichi, 1988, p. 125
- ³⁹ Nagara é um termo japonês que significa "a realização simultânea de duas ou mais atividades". Como acontece para diversos outros termos, a palavra "Nagara" não tem sinônimo adequado em inglês ou português e portanto será mantida no decorrer deste trabalho.
- ⁴⁰ Shingo, Shigeo, 1981, p. 147
- ⁴¹ ibidem, p. 210-2
- ⁴² Monden, Yasuhiro, 1984, p. 81
- ⁴³ As 5 Regras do Kanban: 1- O processo subsequente deve retirar, no processo precedente, os produtos necessários, nas quantidades necessárias e no momento necessário; 2- O processo precedente deve produzir seus produtos nas quantidades requisitadas pelo processo subsequente; 3- Produtos defeituosos nunca devem ser enviados ao processo subsequente; 4- O número de kanbans deve ser minimizado; 5- O kanban deve ser usado para adaptar pequenas flutuações na demanda (Monden, 1983, p.23-28)
- ⁴⁴ O foco na melhoria da qualidade do trabalho em si na verdade pode resultar, também, em melhoria da qualidade do produto.
- ⁴⁵ Shingo, Shigeo, 1988, p. 413
- ⁴⁶ As anormalidades podem ser detectadas nas demais operações (transporte, movimentação, espera,...)
- ⁴⁷ Shingo, Shigeo, 1981, p. 187
- ⁴⁸ ibidem, p. 44
- ⁴⁹ ibidem, p. 309
- ⁵⁰ Segundo Takasan, Kosei (1992, p. 38-9), quebra pode ser entendida como a perda da função previamente definida que pode se

manifestar através de parada de funcionamento ou queda do desempenho.

⁵¹ Maggard, Bill N. e Rhyne, David M., 1992

⁵² ibidem

⁵³ O "Porquê 5 vezes" ("Why five times") é um método que consiste em perguntar sistematicamente "Porquê?" até a identificação da causa fundamental (origem) de um problema.

⁵⁴ 5 S's : Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke; Osada, Takashi, 1992, p. 34-5

⁵⁵ Shingo, Shigeo, 1986, p. xiv, xv Seiketsu e Shitsuke; Osada, Takashi, 1992, p. 34-5

⁵⁶ União Brasileira dos 9Círculos de Controle de Qualidade - UBCCQ, 1985, p. 30

⁷⁸ Monden, Yasuhiro, 184, p. 2

Referências Bibliográficas

GHINATO, P. Elementos para a compreensão de princípios fundamentais do Sist. Toyota de Produção: Autonomia e Zero Defeitos. *Dissert. Mestrado - PPGEP/UFRGS*, POA, 1994.

HIRATA, H. S. *Sobre o "Modelo" Japonês: Automatização, Novas Formas de Organização e de Relações de Trabalho*. São Paulo, Ed. da U.S.P., 1993.

ISHIKAWA, K. *Controle de qualidade total: à maneira japonesa*. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1993.

KOTLER, P. , FAHEY, L. & JATUSRIPITAK, S. *A nova concorrência*. Rio de Janeiro, Prentice-Hall, 1986.

MAGGARD B. N. & RHYNE, D. M. Total Productive Maintenance: A timely integration of production and maintenance. *Production and Inventory Management Journal*, [S. 1.], p. 6-10, 4. quarter 1992.

MONDEN, Y. What makes the Toyota Production System really tick? *Industrial Engineering*, [S. 1.], p. 36-46, Jan. 1981.

MONDEN, Y. *Toyota Production System: Practical Approach to Production Management*. Norcross, USA, Industrial Engineering and Management Press, 1983.

MONDEN, Y. *Produção sem estoques: uma abordagem prática do sistema de produção Toyota*. São Paulo, IMAM, 1984.

MOTTA, P. C. D. Ambigüidades metodológicas do just-in-time. In: *Encontro Anual da ANPAD*, 17. ANPAD, Salvador, 1993. 10 v. v.3, p. 46-57.

OHNO, T. *Toyota Production System: Beyond large-scale production*. Cambridge, MA., Productivity Press, 1988.

OSADA, T. *Housekeeping, 5 S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*. 1. ed. São Paulo, IMAM, 1992.

PRODUCTIVITY PRESS. *Kanban and just-in-time at Toyota: management begins at workplace*. Cambridge, MA, 1986

SHINGO, S. *Study of Toyota production system from industrial engineering viewpoint*. Tokyo, Japan Management Association, 1981.

SHINGO, S. *Zero quality control: source inspection*

and the poka-yoke system. Cambridge, Massachusetts, Productivity Press, 1986.

SHINGO, S. *Non-stock production: the Shingo system for continuous improvement*. Cambridge, MA, Productivity Press, 1988.

TAKASAN, K. TPM: confiabilidade e otimização de equipamentos industriais. Tokyo, *JIPM*, 1992, 14. *Seminário internacional de TPM*.

TOYOTA MOTOR CORPORATION. *Outline of Toyota*. Toyota City, Japan, 1989.

UNIÃO BRASILEIRA DE C. C. Q's [UBCCQ]. CCQ Koryo: *Princípios gerais de círculos de controle de qualidade*. São Paulo, Guteplan, 1985.

WOMACK, J. P. , JONES, D. T. & ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. 2.ed. RJ., Ed. Campus, 1992.