

1

Visão geral do Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção foi desenvolvido e promovido pela Toyota Motor Corporation e passou a ser adotado por muitas companhias japonesas como consequência da crise do petróleo de 1973. O principal objetivo do sistema é eliminar, através de atividades de aprimoramento, vários tipos de desperdício que se encontram ocultos dentro de uma companhia.

Mesmo durante períodos de crescimento lento, a Toyota conseguiu se manter lucrativa ao diminuir custos por meio de um sistema de produção que eliminava completamente o excesso de estoque e de pessoal. Provavelmente não seria um exagero afirmar que este é um outro sistema revolucionário de gestão da produção. Ele segue o sistema Taylor (gestão científica) e o sistema Ford (linha de montagem em massa).

Este capítulo examina a ideia básica por trás desse sistema de produção, o modo como ele fabrica produtos e especialmente as áreas em que a inovação japonesa pode ser percebidas. Além disso, a estrutura desse sistema de produção é analisada pela apresentação de suas ideias e objetivos básicos, com as diversas ferramentas e métodos usados para alcançá-los.

§ 1 OBJETIVO PRINCIPAL

Lucro pela redução de custos

O Sistema Toyota de Produção é um método viável para a fabricação de produtos, já que se trata de uma ferramenta eficiente para a produção do objetivo final: o lucro. Para alcançar este propósito, o objetivo principal do Sistema Toyota de Produção é a redução de custos, ou o aumento da produtividade. A redução de custos e o aumen-

to da produtividade são obtidos através da eliminação de diversos desperdícios, tal como o excesso de estoque e o excesso de pessoal.

O conceito de custos nesse contexto é bastante amplo. Trata-se essencialmente de desembolsos monetários (*cash outlays*) para a realização de lucros, efetuados no passado, presente e futuro a partir das vendas. Portanto, os custos no Sistema Toyota de Produção incluem não apenas os custos de fabricação, mas também os custos de vendas, os custos administrativos e até mesmo os custos de capital.

Eliminação da superprodução

A principal consideração do Sistema Toyota de Produção é reduzir os custos por meio da eliminação completa do desperdício. Quatro tipos de desperdício podem ser encontrados nas operações da manufatura:

1. Excesso de recursos de produção
2. Superprodução
3. Excesso de estoque
4. Investimento desnecessário de capital

Em primeiro lugar, o desperdício nos locais da manufatura decorre principalmente da existência de um *excesso em recursos de produção*, que englobam o *excesso de pessoal*, o *excesso de instalações* e o *excesso de estoques*. Quando esses elementos existem em quantidades maiores que o necessário, quer se tratem de pessoas, de equipamentos, de materiais ou de produtos, eles só aumentam o desembolso monetário (os custos) e não adicionam valor algum. Quando se conta, por exemplo, com um excesso de pessoal, isso leva a custos supérfluos com pessoal; quando se conta com um excesso de instalações, isso leva a custos supérfluos de depreciação; e quando se conta com um estoque excessivo, isso leva a desembolsos monetários supérfluos (custo de capital e investimento em estoque).

Além do mais, recursos de produção excessivos criam o desperdício secundário: a superprodução, que era considerada como o pior tipo de desperdício na Toyota. A superprodução se dá ao se continuar trabalhando quando as operações deveriam ser cessadas. Isso acarreta o terceiro tipo de desperdício encontrado em plantas de fabricação: os *estoques excessivos*. Estoques extras criam a necessidade de mais recursos humanos, de mais equipamentos e de mais área de chão para transportar e armazenar o estoque. E esses empregos extras acabarão tornando a superprodução ainda mais invisível.

Considerando-se a existência de recursos excessivos, de superprodução e de excesso de estoques ao longo do tempo, a demanda pelo quarto tipo de desperdício acabará se desenvolvendo. Esse quarto tipo, *investimento desnecessário de capital*, inclui o seguinte:

1. Construção de um prédio para armazenar estoque extra
2. Contratação de trabalhadores extras para transportar o estoque para o novo prédio
3. Aquisição de uma empilhadeira para cada transportador
4. Contratação de um funcionário para verificação de estoque para trabalhar no novo prédio
5. Contratação de um operador para consertar itens danificados no estoque
6. Estabelecimento de processos para gerenciar as condições e as quantidades de diferentes tipos de estoque
7. Contratação de uma pessoa para fazer o controle computadorizado dos estoques

Todas as quatro fontes de desperdício também elevam os custos administrativos, os custos com materiais diretos, os custos com mão de obra direta e indireta e os custos operacionais como depreciação, etc.

Como o excesso de pessoal é o primeiro tipo de desperdício a ocorrer dentro do ciclo e como ele parece dar vazão a desperdícios subsequentes, é muito importante começar pela redução ou pela eliminação desse desperdício. (A Figura 1.1 mostra os processos para a eliminação do desperdício e para se alcançar uma redução de custos.)

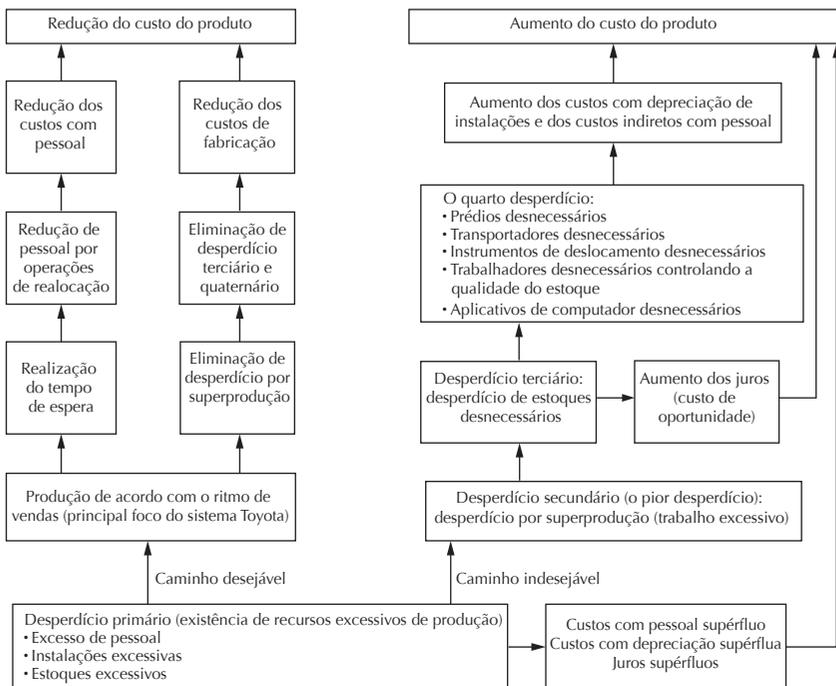


FIGURA 1.1 Processo de eliminação de desperdícios para redução de custos.

Ao esclarecer que um excesso de pessoal cria tempo ocioso (tempo de espera), as operações dos trabalhadores podem ser realocadas a fim de reduzir o número de funcionários. Isso resulta em uma redução dos custos com mão de obra. Além disso, custos adicionais causados pelo segundo, pelo terceiro e pelo quarto tipo de desperdício mencionados anteriormente podem ser reduzidos.

Como já vimos, o principal foco do Sistema Toyota de Produção é o controle da superprodução: assegurar que todos os processos redundem em produtos de acordo com o ritmo de vendas no mercado. Essa capacidade de controlar a superprodução representa a estrutura do Sistema Toyota de Produção.

Controle da qualidade, garantia da qualidade, respeito à condição humana

Embora a redução dos custos seja o objetivo mais importante do sistema, ele precisa primeiramente cumprir com três outras submetas:

1. Controle da qualidade, que permite que o sistema se adapte a flutuações diárias e mensais na demanda por quantidade e variedade
2. Garantia da qualidade, assegurando que cada processo venha a fornecer somente boas unidades para os processos subsequentes
3. Respeito à condição humana, ou moral, que deve ser cultivado enquanto o sistema utiliza recursos humanos para alcançar seus objetivos em termos de custos

Cabe ressaltar aqui que essas três metas não podem existir independentemente ou serem alcançadas de forma independente sem influenciar umas às outras ou ao objetivo principal de redução de custos. Um aspecto especial do Sistema Toyota de Produção é que o objetivo principal não pode ser alcançado sem a realização das submetas, e vice-versa. Todos os objetivos são produtos finais do mesmo sistema; com a produtividade como objetivo final e conceito guia, o Sistema Toyota de Produção luta para realizar cada um dos objetivos para os quais foi projetado.

Antes de discutirmos os conceitos do Sistema Toyota de Produção em detalhe, examinaremos, em primeiro lugar, um esboço geral do sistema. Os dados de saída (resultados) – custos, quantidade, qualidade e respeito à condição humana – bem como os dados de entrada do Sistema Toyota de Produção são exibidos na Figura 1.2.

***Just-in-time* e Autonomia**

Um *fluxo contínuo de produção* através da companhia ou da cadeia de suprimento, ou uma adaptação às mudanças na demanda por quantidades e variedades, é obtido alcançando-se dois conceitos-chave: *just-in-time* e *autonomia*. Esses dois conceitos representam os pilares do Sistema Toyota de Produção.

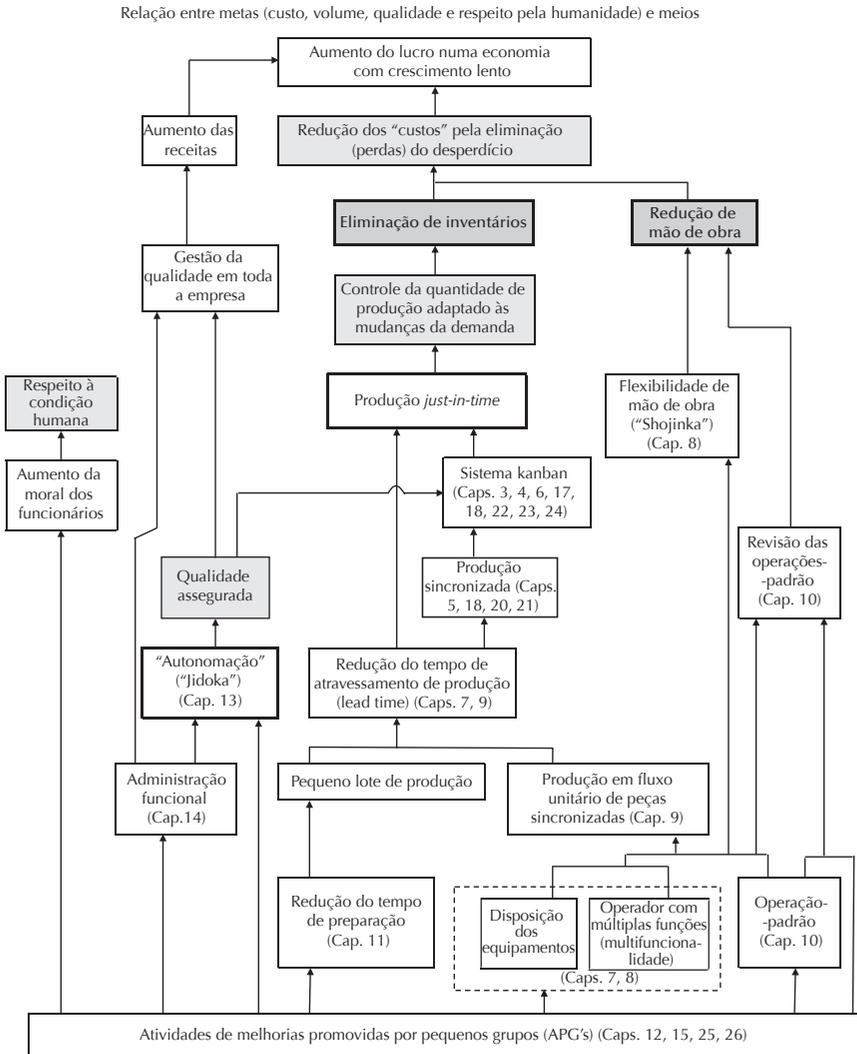


FIGURA 1.2 Estrutura do Sistema Toyota de Produção.

Just-in-time (JIT) significa basicamente produzir as unidades necessárias nas quantidades necessárias dentro do tempo necessário. *Autonomação* (em japonês *Ninben-no-aruru Jidoka*, que costuma ser abreviado como *jidoka*) pode ser interpretado livremente como o controle autônomo de defeitos. Ela apoia o JIT ao jamais permitir que unidades defeituosas provenientes de processos precedentes sejam produzidas e prejudiquem os processos subsequentes (veja Figura 1.2).

Mão de obra flexível e originalidade e engenhosidade

Dois conceitos que também são básicos para o Sistema Toyota de Produção incluem a *mão de obra flexível* (*Stotinka* em japonês), que significa um número variável de trabalhadores para mudanças na demanda, e o *pensamento criativo* ou geração de ideias (*Seiko*), que significa o aproveitamento das sugestões dos trabalhadores.

Para realizar esses dois conceitos, a Toyota estabeleceu os sistemas e os métodos a seguir:

- “Sistema *kanban*” para manter a produção JIT (Capítulos 3, 4, 17, 18, 22, 23, 24)
- Método de sincronização da produção” para se adaptar às mudanças na demanda (Capítulos 5, 20, 21)
- “Redução do tempo de preparação” para reduzir o tempo de atravessamento (*lead time*) de produção (Capítulo 11)
- “Padronização das operações” para alcançar a sincronização das linhas (Capítulo 10)
- “Leiaute das máquinas” e “trabalhadores multifuncionais” para o conceito de mão de obra flexível (Capítulos 7, 8)
- “Atividades de melhoria promovidas por pequenos grupos e por sistema de sugestões” para reduzir o pessoal e elevar o moral dos trabalhadores (Capítulos 12, 25, 26)
- “Sistema de controle visual” para alcançar o conceito de Autonomia (Capítulos 12, 13)
- “Sistema de administração funcional” a fim de realizar um controle de custos em toda a companhia, etc. (Capítulos 14, 15)

Produção JIT

Um exemplo de JIT no processo de montagem de peças de carros é a exigência de que os tipos imprescindíveis de submontagens em processos precedentes cheguem à linha de produção no instante necessário e nas quantidades necessárias. Se o JIT for realizado na empresa como um todo, haverá então uma eliminação completa dos estoques desnecessários na fábrica, tornando desnecessários também os prédios e armazéns. Os estoques associados a custos serão reduzidos e a proporção de giro de capital acabará aumentando. No entanto, é muito difícil implementar o JIT em todos os processos para um produto como um automóvel caso se esteja utilizando a abordagem de planejamento centralizando (*sistema de empurrar* pela técnica MRP – *material requirement planning* [planejamento das necessidades de materiais]), que determina e distribui cronogramas de produção para todos os processos simultaneamente.

Sendo assim, no sistema Toyota é preciso examinar o fluxo de produção ao deusante para montante; em outras palavras, as pessoas envolvidas em um determinado

processo vão até o processo precedente a fim de retirar as unidades necessárias nas quantidades necessárias e no momento necessário. O processo precedente produz apenas unidades suficientes para substituir aquelas que foram retiradas. Esse método é chamado de *sistema de puxar*, o qual se baseia no sistema descentralizado.

§ 2 SISTEMA KANBAN

Neste sistema, o tipo e a quantidade de unidades necessárias são escritos num cartão similar a uma etiqueta, chamado *kanban*, que é enviado pelos trabalhadores em um dos processos para os trabalhadores no processo precedente. Como resultado, muitos processos numa planta ficam conectados uns aos outros. Essa conexão de processos numa fábrica permite que haja um controle melhor das quantidades necessárias para vários produtos.

No Sistema Toyota de Produção, o sistema *kanban* é sustentado pelos seguintes itens:

- Sincronização da produção
- Padronização das operações
- Redução do tempo de preparação
- Atividades de melhoria
- Projeto de leiaute das máquinas
- Autonomiação

Mantendo o JIT pelo sistema *kanban*

Muitas pessoas chamam incorretamente o Sistema Toyota de Produção de sistema *kanban*. O Sistema Toyota de Produção fabrica produtos; o sistema *kanban* gerencia o método JIT de produção. Em resumo, o sistema *kanban* é um sistema de informações que controla harmoniosamente as quantidades de produção em cada processo. A menos que os diversos pré-requisitos desse sistema sejam implementados com perfeição (tais como o desenho dos processos, a padronização das operações e a sincronização da produção), é bastante difícil realizar o JIT, mesmo quando o sistema *kanban* é introduzido.

Um *kanban* é um cartão que costuma ser colocado em um envelope retangular de vinil. Dois tipos são geralmente os mais usados: o *kanban de retirada* e o *kanban de produção*. O *kanban* de retirada detalha a quantidade que o sistema subsequente deve retirar, ao passo que o *kanban* de produção indica a quantidade que o processo precedente precisa produzir.

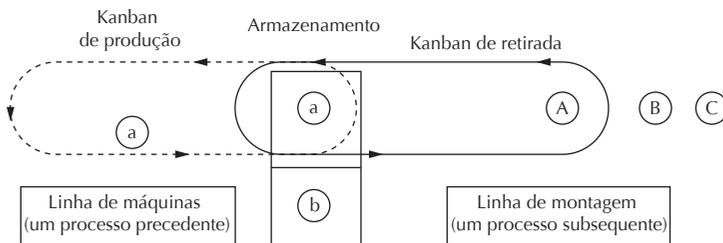


FIGURA 1.3 O fluxo de dois cartões *kanban*.

Informações via *kanban*

Esses cartões circulam dentro das fábricas da Toyota, entre a Toyota e suas diversas companhias cooperativas e dentro das fábricas das companhias cooperativas. Dessa maneira, o *kanban* é capaz de transferir informações quanto às quantidades de retirada e de produção de modo a alcançar a produção JIT.

Suponhamos que estamos fabricando os produtos A, B e C numa linha de montagem (veja a Figura 1.3). As peças necessárias para produzirmos esses produtos são *a* e *b*, que são produzidas pela linha de máquinas precedente. As peças *a* e *b* são armazenadas atrás dessa linha e os cartões *kanban* de produção da linha ficam afixados a elas.

O transportador da linha de montagem que fabrica o produto A irá até a linha de máquinas para retirar a quantidade necessária da peça *a* com um *kanban* de retirada. Em seguida, no local de armazenamento da peça *a*, ele recolhe o número de caixas dessa peça designado no *kanban* que ele traz consigo e destaca os cartões *kanban* de produção afixados nessas caixas. Ele leva, então, essas caixas de volta para a sua linha de montagem, novamente carregando o *kanban* de retirada.

Nesse momento, os cartões *kanban* de produção são deixados no local de armazenamento da peças *a* na linha de máquinas, mostrando o número de unidades retiradas. Esses cartões *kanban* representarão a informação de expedição para a linha de produção. A peça *a* será, então, produzida nas quantidades determinadas pelo número de cartões *kanban*. O mesmo processo é utilizado até mesmo quando uma linha de produção produz mais do que um tipo de peça.

Adaptação a variações nas quantidades de produção

Analisemos agora a sintonia fina da produção com o uso de um *kanban*. Suponha que um processo mecanizado precisa produzir 100 engrenagens por dia. O processo subsequente exige que cinco engrenagens por cada lote individual seja o *kanban* de

retirada. Esses lotes são, então, recolhidos 20 vezes por dia, o que totaliza exatamente 100 engrenagens produzidas diariamente.

Sob tal plano de produção, caso seja necessário reduzir todos os processos de produção em 10% como um procedimento de sintonia fina, o processo subsequente neste exemplo precisará retirar engrenagens 18 vezes por dia. Assim, já que o processo de fabricação mecanizada de engrenagens produz apenas 90 unidades em um dia, as 10 horas remanescentes para 10 unidades de produção serão poupadas cessando-se esse processo. Por outro lado, caso seja preciso aumentar as quantidades de produção em 10%, o processo subsequente precisará retirar engrenagens 22 vezes ao dia com o *kanban*. Então, o processo precedente precisará produzir 110 unidades, e as 10 unidades adicionais serão produzidas em hora extra.

Embora o Sistema Toyota de Produção siga a filosofia de gestão de produção segundo a qual as unidades poderiam ser produzidas sem qualquer estoque ocioso ou desnecessário, o risco de variações nas necessidades de produção continuam a existir. Esse risco é enfrentado pelo uso de horas extras e por atividades de melhoria a cada processo. (Veja o Apêndice para informações sobre como lidar com o risco de parada da cadeia de suprimento após um desastre.)

§ 3 SINCRONIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Produção de acordo com a demanda do mercado

A sincronização da produção é a condição mais importante para a produção por *kanban* e para a minimização do tempo ocioso em termos de mão de obra, equipamentos e material em processo (*work-in-process*). A sincronização da produção é a pedra fundamental do Sistema Toyota de Produção.

Como já foi descrito anteriormente, cada processo busca em seu processo predecessor os bens necessários no momento necessário e nas quantidades necessárias. Sob tal regra de produção, caso o processo subsequente venha a retirar peças de uma forma flutuante em termos de tempo ou de quantidade, então os processos precedentes deverão preparar estoques, equipamentos e mão de obra suficientes para se adaptarem ao pico da variação das quantidades demandadas.

Desse modo, a linha de montagem de carros acabados, na condição de processo final na fábrica da Toyota, produzirá e disponibilizará cada tipo de automóvel em conformidade com o seu próprio intervalo de tempo dentro do qual uma unidade do carro pode ser vendida em média. (Isso é chamado de *takt time*.) A linha também receberá de maneira similar as peças necessárias provenientes dos processos precedentes. (Isso é chamado de “sincronização do *mix* de produtos”.)

Em resumo, uma linha final de montagem produz igualmente cada tipo de produto em conformidade com o seu próprio *takt time* diário. A variação na quantidade retirada de cada peça produzida em cada linha de submontagem é minimizada, permitindo, assim, que as submontagens produzam cada peça a um ritmo constante ou a uma quantidade fixa por hora. (Isso é chamado de “sincronização do uso de peças”.) Tal sincronização da produção pode ser ilustrada pelo exemplo a seguir.

Determinação da sequência de produção diária

Suponhamos uma linha de produção que precisa fabricar 10.000 carros do tipo A dentro de 20 dias operacionais, com oito horas de trabalho cada, em um mês. Os 10.000 carros do tipo A consistem em 5.000 sedãs, 2.500 *hardtops* e 2.500 *wagons*. Dividindo-se esses números por 20 dias operacionais, chega-se a 250 sedãs, 125 *hardtops* e 125 *wagons* por dia. Essa é a sincronização da produção em termos de *número médio diário* de cada tipo de carro produzido

Durante um turno de oito horas de operação (480 minutos), todas as 500 unidades precisam ser produzidas. Portanto, o *takt time unitário*, ou o tempo médio necessário para se produzir um veículo de qualquer tipo, é de 0,96 minutos (480/500), ou aproximadamente 57,7 segundos.

A combinação apropriada, ou a *sequência de produção*, pode ser determinada comparando-se o *takt time* propriamente dito para se produzir um modelo específico do carro tipo A. O tempo máximo, por exemplo, para se produzir um sedã tipo A é determinado pela divisão do tempo do turno (480 minutos) pelo número de sedãs a serem produzidos no turno (250); nesse sentido, o tempo máximo é de 1 minuto e 55 segundos. Isso significa que o *takt time* para um sedã é de 1 minuto e 55 segundos.

Ao se comparar esse intervalo de tempo com o *takt time* médio de 57,5 segundos, fica óbvio que outro carro de qualquer tipo poderia ser produzido entre o instante em que um sedã é completado e o instante em que outro sedã precisa ser produzido. Assim, a sequência básica de produção é sedã, outro, sedã, outro, etc.

O tempo máximo para se produzir um *wagon* ou um *hardtop* é de 3 minutos e 50 segundos (480/125). Comparando-se esse intervalo com o *takt time* de 57,7 segundos, fica óbvio que três carros de qualquer tipo podem ser produzidos entre cada *wagon* ou *hardtop*. Se um *wagon* se seguir ao primeiro sedã na produção, então a sequência de produção seria: sedã, *wagon*, sedã, *hardtop*, sedã, *wagon*, sedã, *hardtop*, etc. Este é um exemplo da sincronização da produção em termos do *takt time* de cada tipo.

Adaptação à variedade de produtos por meio de máquinas universais

Considerando-se os equipamentos de fabricação propriamente ditos, deparamos com um conflito entre a variedade de produtos e a sincronização da produção. Caso não se produza uma grande variedade de produtos, a disponibilidade de equipamentos específicos para a produção em massa será geralmente uma arma poderosa para a redução de custos. Na Toyota, porém, há diversos tipos de carros diferenciados em várias combinações de tipos, pneus, opcionais, cores, etc. Por exemplo: três ou quatro mil tipos diferentes de Coronas são produzidos. Para realizar a produção sincronizada em uma tal variedade de produtos, é preciso contar com *máquinas universais*, ou *flexíveis*. Ao colocar certos instrumentos ou ferramentas nessas máquinas, a Toyota foi capaz de especificar os processos de produção a fim de acomodar suas utilidades gerais.

O conceito de produção sincronizada como uma resposta à variedade de produtos apresenta diversas vantagens. Em primeiro lugar, ele permite que a operação de produção se adapte com agilidade a flutuações na demanda diária ao produzir de maneira equilibrada vários tipos de produtos todos os dias em uma pequena quantidade. Em segundo lugar, a produção sincronizada permite que a fábrica reaja às variações nas encomendas diárias dos consumidores sem precisar depender de estoques de produtos. Em terceiro lugar, se todos os processos alcançarem uma produção de acordo com o *takt time*, o equilíbrio entre os processos aumentará e estoques de material em processo serão eliminados.

A realização de uma produção sincronizada exige a redução do tempo de atravessamento (*lead time*) de produção (o período entre a emissão de uma encomenda de produção por *kanban*, etc., passando pelo processamento, até o armazenamento) para fabricar de forma ágil e imediata vários tipos de produtos. E para se reduzir o tempo de atravessamento, por sua vez, é preciso reduzir o tempo de preparação para minimizar o tamanho dos lotes. A meta final da redução do tamanho dos lotes é a produção *em fluxo unitário de peças*, o que analisaremos mais adiante.

§ 4 REDUZINDO O TEMPO DE PREPARAÇÃO

O ponto mais difícil na redução da produção sincronizada é o problema da preparação. Em um processo de prensa, por exemplo, o senso comum indica que se use um único tipo de matriz, dando vazão, assim, ao maior lote possível e reduzindo os custos de preparação. No entanto, na situação em que o processo final alcança uma média em sua produção e busca reduzir os estoques entre o processo de perfuração e sua linha subsequente de montagem de carroceria, como se houvesse ali uma esteira

rolante “invisível”, o departamento de prensagem (estamparia), na condição de um processo precedente, precisa fazer preparações frequentes e rápidas. Isso significa alterar os tipos de matrizes para a prensa correspondendo a uma grande variedade de produtos, que são retirados frequentemente pelo processo subsequente.

Na Toyota, durante o período entre 1945 e 1954, o tempo de preparação para o departamento de prensagem era de duas ou três horas. Ele foi reduzido para 15 minutos nos anos 1955-1964, e após 1970, caiu para apenas três minutos.

Para reduzir o tempo de preparação, é importante fazer uma disponibilização prévia bastante rigorosa dos gabaritos e das ferramentas necessárias e da matriz e dos materiais subsequentes, e remover a matriz e os gabaritos destacados *após* a nova matriz ser encaixada e a máquina começar a operar. Essa fase de preparação é chamada de preparação *externa*. Além disso, o trabalhador precisa se concentrar em fazer as trocas das matrizes, gabaritos, ferramentas e materiais de acordo com as especificações da próxima encomenda *enquanto a máquina está parada*. Essa fase de ações preparatórias é chamada de preparação *interna*. O ponto mais importante é converter o máximo possível da preparação interna em preparação externa.

§ 5 ESTUDO DE LEIAUTE PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE ATRAVESSAMENTO E PRODUÇÃO EM FLUXO UNITÁRIO DE PEÇAS

Vejam o desenho ou a disposição dos processos numa planta. Anteriormente nessa fábrica, cada um dos cinco estandes de torno mecânico, máquinas de fresagem e furadeiras foram dispostos lado a lado, e uma máquina era operada por um único funcionário (por exemplo: um torneiro mecânico operava somente um torno). De acordo com o Sistema Toyota de Produção, a disposição das máquinas seria redeseenhada para sincronizar o fluxo de produção. Assim, cada trabalhador operaria três tipos de máquinas. Por exemplo: um trabalhador operaria um torno, uma máquina de fresagem e uma furadeira ao mesmo tempo. Esse sistema é chamado de *operação múltiplos processos*. Em outras palavras, um *trabalhador com uma função única*, um conceito que prevalecia anteriormente nas fábricas da Toyota, acabou se tornando um *trabalhador multifuncional*.

Numa linha de operações com múltiplos processos, um trabalhador opera diversas máquinas de vários processos uma a uma, e o trabalho em cada processo só irá avançar quando o trabalhador completar suas tarefas designadas dentro de um *takt time* específico. Como resultado, a introdução de cada unidade à linha é equilibrada pela finalização de outra unidade de produto acabado, conforme encomendado pelas

operações de um *takt time*. Tal produção é chamada de produção e transporte em fluxo unitário de peças com os seguintes benefícios:

- Conforme os produtos são fabricados um a um, é possível reduzir o tempo de atravessamento de fabricação especificado de um produto.
- Estoques desnecessários entre cada processo podem ser eliminados.
- Esse conceito de trabalhador de múltiplos processos pode reduzir o número de trabalhadores necessários, aumentando, assim, a produtividade.
- Conforme os trabalhadores passam a assumir múltiplas funções, eles podem participar do sistema total de uma fábrica, e, assim, podem se sentir mais confortáveis em seus empregos.
- Ao assumirem múltiplas funções, cada trabalhador obtém o conhecimento necessário para trabalhar em equipe e para ajudar uns aos outros.

Tal conceito de trabalhador de múltiplos processos e multifunções representa um método bastante japonês. Até pouco tempo, as plantas norte-americanas e europeias apresentavam um excesso de divisões laborais e de sindicatos de ofícios específicos. Como resultado, trabalhadores sindicalizados eram pagos com base em sua classe empregatícia. Devido a esses acordos, um torneiro mecânico, por exemplo, opera um único torno e não costuma trabalhar em nenhum outro tipo de máquina. No Japão, a condição predominante é um sindicato empresarial para cada companhia, o que facilita bastante a mobilidade dos trabalhadores e as operações de múltiplos processos. Obviamente, essa diferença precisa ser superada pelas companhias norte-americanas e europeias que desejam adotar o Sistema Toyota de Produção.

§ 6 PADRONIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES

A operação padronizada na Toyota diz respeito sobretudo à rotina sequencial de várias operações realizadas por um trabalhador que opera os diversos tipos de máquinas de um funcionário multifuncional.

Dois tipos de folhas apresentam operações-padrão: a *folha de rotina de operações-padrão*, que se parece com um gráfico de homem-máquina, e a *folha de operação-padrão*, que é afixada na fábrica para que todos os trabalhadores a possam enxergar. Esta última folha especifica o *takt time*, a rotina de operações-padrão e a qualidade-padrão do material em processo.

Um *takt time*, ou um tempo de ciclo, é o número padrão especificado de minutos e segundos dentro dos quais cada linha precisa fabricar um produto ou uma

parte. O rendimento necessário por mês é predeterminado pela demanda do mercado. Esse tempo é computado pelas duas fórmulas a seguir:

$$\text{rendimento necessário por dia} = \frac{\text{rendimento necessário por mês}}{\text{dias operacionais por mês}}$$

$$\text{takt time ou tempo de ciclo} = \frac{\text{horas operacionais por mês}}{\text{rendimentos necessários por dia}}$$

Ao final de cada mês, o escritório de planejamento central repassa para todos os departamentos de produção a quantidade necessária por dia e o *takt time* para o mês seguinte. Esse processo é característico do *sistema de puxar*. Por sua vez, o gerente de cada processo determina quantos trabalhadores são necessários para que seu processo produza uma unidade dentro de um *takt time*. Os trabalhadores da fábrica inteira precisam, então, ser reposicionados para que cada processo seja operado por um número mínimo de trabalhadores.

A rotina de operações-padrão indica a sequência de operações que devem ser assumidas por um trabalhador em múltiplos processos do departamento. Trata-se da ordem para que um trabalhador recolha os materiais, coloque-os em sua máquina e retire-os após o processamento pela mesma. Essa ordem de operações continua para cada máquina que ele opera. Então, a sincronização de linhas, ou equilíbrio de linhas, podem ser alcançada entre os trabalhadores nesse departamento, já que cada trabalhador encerrará todas as suas operações dentro do *takt time*.

A quantidade padrão de material em processo é a quantidade mínima de material em processo dentro de uma linha de produção, o que inclui o trabalho que ainda se encontra junto às máquinas. Sem essa quantidade de trabalho, a sequência predeterminada de diversas máquinas nessa linha como um todo não pode operar simultaneamente. Em teoria, porém, se a *esteira rolante invisível* for implementada nessa linha, não haverá necessidade de armazenar estoque algum entre os processos sucessivos. A *esteira rolante invisível* permite que as peças de operações manuais fluam uma a uma entre os processos sucessivos, ainda que a esteira de fato não exista.

§ 7 AUTONOMAÇÃO

Sistema de controle autônomo de defeitos

Como ressaltado anteriormente, os dois pilares que sustentam o Sistema Toyota de Produção são o JIT e a Autonomia. Para realizar um JIT perfeito, 100% de unidades livres de defeitos precisam fluir para os processos subsequentes, e esse fluxo

precisa ser ritmado sem interrupções. Portanto, o controle da qualidade precisa coexistir com a operação JIT por todo o sistema *kanban*. Autonomia significa a construção de um dispositivo para impedir a produção em massa de trabalho defeituoso em máquinas ou linhas de produtos. A palavra Autonomia não significa o mesmo que Automação, e sim a verificação autônoma de qualquer coisa anormal em um processo.

Essa máquina autônoma é um equipamento que traz embutido em si um dispositivo automático de parada. Nas fábricas da Toyota, praticamente todas as máquinas são autônomas, para que a produção em massa de defeitos possa ser impedida e para que as quebras de máquinas sejam automaticamente verificadas. Um mecanismo desse tipo para prevenir trabalhos defeituosos pela colocação de vários dispositivos de verificação nos implementos e nos instrumentos é chamado à prova de erros (“*bakayoke*” ou “*pokayoke*”).

A Toyota expande a Autonomia até a linha de produção manual de uma maneira diferente daquela conhecida como “automação com dispositivo de *feedback*”. Caso aconteça algo anormal na linha de produção, o trabalhador pára a linha ao apertar o seu botão de parada, interrompendo, assim, a linha como um todo.

Sistema de controle visual

O *sistema de controle visual* da Toyota vem a ser um quadro de luzes elétricas chamado *andon*, que fica suspenso bem alto dentro da fábrica para que todos consigam enxergá-lo. Quando um trabalhador chama por ajuda e atrasa uma tarefa, ele acende a luz amarela no *andon*. Se ele interromper a linha para ajustar as máquinas, a luz vermelha é ativada.

§ 8 ATIVIDADES DE MELHORIA

O Sistema Toyota de Produção integra e alcança diferentes objetivos (quais sejam: controle da qualidade, garantia da qualidade e respeito à condição humana) enquanto persegue a sua meta final da redução de custos. As atividades de melhoria representam um elemento fundamental do Sistema Toyota de Produção, e são elas que dão vida ao sistema. Cada trabalhador tem a chance de fazer sugestões e de propor melhorias via um pequeno grupo chamado de *círculo de Controle de Qualidade (CQ)*. Tal processo de repasse de sugestões permite melhorias (1) no controle da qualidade, ao adaptar a rotina de operações-padrão a mudanças no *takt time*, (2) na garantia da qualidade, ao impedir a recorrência de trabalhos e máquinas defeituosos, e (3) no respeito pela condição humana, ao permitir que cada trabalhador participe do processo de produção.

§ 9 O OBJETIVO DO STP

O objetivo final do STP (Sistema Toyota de Produção)

O objetivo final do sistema Toyota de produção é aumentar a “eficiência” (ou “produtividade”) da companhia em termos de “retorno sobre o investimento” (ROI – Return On Investment) ou “retorno sobre os ativos” (ROA – Return On Assets). Essa medida é uma meta *corporativa*, e, por isso, será o parâmetro de avaliação para a alta gerência da companhia e para o CEO do grupo empresarial (o grupo da cadeia de suprimento como um todo), que precisam usar as demonstrações financeiras consolidadas.

Os elementos do retorno sobre os ativos são os seguintes:

$$\begin{aligned} \text{Retorno sobre os ativos} &= \text{Margem de lucro} \times \text{Giro de ativos} \\ &= (\text{Rendimento/Vendas}) \times (\text{Vendas/Ativos}) \end{aligned}$$

Como o ROA consiste tanto em índice de margem de lucro quanto em índice de giro, os pontos de melhoria podem ser divididos nos dois a seguir.

Para aumentar o índice de margem de lucro, os custos precisam ser reduzidos, já que Lucro = Receitas – Custos

No § 1 deste capítulo, o conceito de custos é definido amplamente como ***desembolso monetário*** (*cash outlay*) para a realização de lucros, despendidos **no passado, presente e futuro** a partir das vendas. Portanto, os custos no Sistema Toyota de Produção incluem não apenas os custos de fabricação, mas também os custos de vendas, os custos administrativos e até mesmo os custos de capital”.¹

Reduções de custos na fase de projeto são possibilitados pela técnica de “custo-alvo”. Os itens com custo fixo ou os custos em capacidade podem ser reduzidos na fase de projeto de novos modelos. Reduções de custo na fase de fabricação podem ser obtidos pelas técnicas do STP e do “custo *kaizen*”, por meio do qual custos especialmente variáveis, incluindo custos com materiais diretos, como custos com peças, custos com mão de obra direta e custos operacionais variáveis, podem ser

¹ Esse conceito de custos baseado em desembolso monetário é o conceito alemão de “Pagatorische Kosten” Begriff, que se encontra em oposição ao conceito de custo baseado em consumo-valor (“Weltmässige Kosten” Begriff). Um custo é considerado como um desembolso monetário. Mesmo que a sincronia de tempo entre o consumo de valores de recursos possa diferir do desembolso de fundos, algumas suposições são introduzidas para identificar o desembolso monetário. Por exemplo, o custo de aquisição de um seguro também se baseia em desembolso monetário no passado, e podemos supor que fundos foram despendidos para se adquirir a porção de serviço de seguro utilizada durante um dado período (Koch 1958, 355-300).

reduzidos. Como o Sistema Toyota de Produção é aplicado ao estágio da fabricação, ele é especialmente útil para reduzir custos variáveis por meio de atividades de *kaizen* e de custo *kaizen*. (Para mais informações sobre custo *kaizen*, veja o Capítulo 15. Veja também Monden, Y. *Cost Reduction Systems: Target Costing and Kaizen Costing*, Productivity Press, 1996, para detalhes sobre custo-alvo e custo *kaizen*.)

Para aumentar o índice de giro, o tempo de atravessamento precisa ser reduzido

Para aumentar o giro de ativos, a quantidade de ativos precisa ser reduzida em relação às vendas. Contudo, o parâmetro de giro *total* de ativos (total de vendas / *total* de ativos) não necessariamente é útil para os supervisores dos operadores do chão de fábrica; por isso, os ativos devem ficar restritos aos estoques que incluem materiais, material em processo e produtos acabados. Assim, o giro dirá respeito ao giro de estoque ou ao estoque de número de dias (os exemplos numéricos que se seguem são apenas uma ilustração):

$$\text{Giro de estoque} = \frac{\text{Custo dos bens vendido}}{\text{Estoque}} = \frac{\$430.800}{\$35.900} = 12,0$$

Ambos os parâmetros de estoque (vendas/estoque e custo dos bens vendidos/estoque) já é utilizado há muito tempo nos livros-texto de contabilidade.

Um baixo índice de giro de estoque é indicativo de um estoque de lenta movimentação, e um índice que está em queda ou que está abaixo daquele apresentado pela concorrência, ou ambos, é um sinal de perigo em potencial, já que implica o armazenamento de um estoque mais longo por número de dias, o que representa um excesso em relação à demanda média diária.

$$\begin{aligned} \text{Número de dias de} \\ \text{estoque disponível} &= \frac{\text{Estoque}}{\text{Custo dos bens vendidos por dia}} \\ &= \frac{\$35.900}{\$430.800/365} = 30 \text{ dias} \end{aligned}$$

ou

$$= \frac{365 \text{ dias}}{\text{Índice de giro de estoque}} = \frac{365}{12,0} = 30 \text{ dias}$$

Como o estoque por número de dias diz respeito à duração dos períodos, ele é uma parte importante do tempo de atravessamento total, representando o tempo de permanência do estoque. Como o estoque inclui o estoque de materiais (incluindo peças adquiridas), o estoque de material em processo e o estoque de produtos acabados, precisamos reduzir o tempo de atravessamento “total” de produção. Perceba que o estoque de material em processo inclui tanto os estoques intraprocessos quanto os estoques interprocessos. Se algum tempo de atravessamento for reduzido, esse material em processo será reduzido.

Outro parâmetro do objetivo integrado: “fluxos de caixa JIT”

Os usos internos das *declarações de fluxos de caixa* pelos gestores de uma corporação incluem os seguintes.

Os “fluxos de caixa operacionais” na declaração de fluxo de caixa podem ser utilizados para:

- Pagar salários de funcionários
- Pagar por estoques junto a fornecedores
- Honrar os passivos de curto prazo e de longo prazo junto a credores
- Pagar pelos investimentos em novas instalações e por fusões e aquisições
- Pagar dividendos aos acionários

O núcleo do fluxo de caixa operacional, ou “Fluxo de Caixa JIT”, é o seguinte:

$$\begin{aligned} \text{Fluxo de Caixa JIT} &= \text{Rendimento operacional} \\ &\quad - (+) \text{Aumento (diminuição) do estoque} \end{aligned} \quad (1.1)$$

ou

$$\begin{aligned} \text{Fluxo de Caixa JIT} &= \text{Quantidade de vendas} \\ &\quad - \text{Quantidade de materiais diretos } \textit{adquiridos} \\ &\quad - \text{Todos os custos de processamentos } \textit{pagos} \\ &\quad \quad \textit{pelo caixa} \end{aligned} \quad (1.2)$$

A Equação 1.1 se baseia no “método indireto” de mensurar os fluxos de caixa, enquanto a Equação 1.2 se baseia no “método direto”. Embora as Equações 1.1 e 1.2 representem métodos alternativos de mensurar o Fluxo de Caixa JIT, elas não são

equivalentes entre si, pois a Equação 1.1 não possui uma adição por depreciação no seu lado direito.²

Efeitos motivacionais do parâmetro Fluxo de Caixa JIT

Parâmetro de controle na alta gerência sobre toda a cadeia de suprimento

O termo “rendimento operacional” na Equação 1.1 irá motivar atividades de *redução de custos* por meio de “*kaizen*”. O termo “– (+) Aumento (diminuição) do estoque” na Equação 1.1 irá motivar a redução do estoque, e, portanto, a *redução do tempo de atravessamento* total.

Dessa forma, a Equação 1.1, quando aplicada ao grupo empresarial consolidado, é capaz de motivar todos os membros da companhia na cadeia de suprimento a reduzirem os seus custos e seus tempo de atravessamento por meio de atividades de *kaizen*. Como as companhias listadas publicamente em um mercado de valores mobiliários são obrigadas por lei a divulgarem sua “declaração consolidada de fluxo de caixa”, e como os fluxos de caixa JIT estão embutidos na seção de fluxo de caixa

² Na Equação 1.1, a despesa por depreciação não está deduzida no lado direito, mas como os custos por depreciação de instalações são considerados como “custo perdido” (*sunk cost*) no sistema de produção JIT, não importa se a depreciação é adicionada ou não na Equação 1.1. Se o fluxo de caixa proveniente das atividades operacionais estão expressos com precisão e detalhe, segue-se que:

Fluxo de Caixa Operacional

= **Rendimento líquido (após juros e impostos)**

+ **Despesas alheias a caixa (Depreciação)**

- (+) aumento (diminuição) no estoque,
- (+) aumento (diminuição) nas contas a receber,
- (+) diminuição (aumento) nas contas a pagar,
- (+) diminuição (aumento) nos passivos acumulados

(A)

= **Receitas de caixa provenientes de Vendas**

– **Efluxos de caixa** para:

- aquisição de materiais,
- processamento de custos,
- despesas em vendas,
- despesas administrativas e
- despesas em juros e impostos de renda.

(B)

(Assumimos aqui que os desembolsos para juros e impostos são equivalentes às despesas com juros e ao imposto de renda pagável, respectivamente.)

A Equação A no lado direito diz respeito ao método “indireto”, e a Equação B ao método “direto”.

Além disso, o método de mensuração do rendimento operacional com base no custeio por absorção é muitas vezes criticado por motivar o aumento intencional do estoque, já que ele irá transferir parte dos custos fixos como depreciação para o estoque, diminuindo, assim, as despesas a serem deduzidas a partir da receita bruta das vendas. Essa crítica, porém, não é válida quando a quantidade aumentada de estoque é subtraída do rendimento operacional baseado em custeio por absorção empregado nos fluxos de caixa JIT, já que todos os custos fixos acabarão por ser deduzidos das vendas.

operacional dentro delas, para conseguirem melhorar o desempenho dessa declaração consolidada, a alta gerência e o CEO da companhia-mãe do grupo consolidado da cadeia de suprimento precisariam inevitavelmente ter de aumentar o rendimento líquido por meio da redução dos custos, e reduzir ao mesmo tempo a quantidade de estoque ao longo da cadeia de suprimento.

Entretanto, se as vendas autorizadas não estiverem totalmente incluídas nessa declaração consolidada de fluxo de caixa, como o fabricante do produto final praticamente não possui estoque de venda (muito embora os fornecedores de peças costumem estar incluídos aí, já que seus estoques são mantidos pelo fabricante do produto acabado ou pela companhia-mãe), os estoques em excesso nas vendas não necessariamente serão reduzidos.

Na minha opinião, contanto que as vendas autorizadas sejam eficientemente controladas ou governadas pelo fabricante dos produtos acabados, elas devem ser incluídas na declaração consolidada de fluxo de caixa do fabricante mesmo que os estoques das vendas não sejam mantidos pelo fabricante. Ou, se as vendas não estiverem consolidadas com o fabricante, o termo “- (+) *aumento (diminuição) nas contas a receber*” (veja a Equação A na nota 2) está incluído na declaração de fluxo de caixa do fabricante. Para diminuir a quantia representada por esse termo, o fabricante final precisa reduzir o excesso de estoques nas vendas por meio de um suprimento rigoroso de seus produtos de acordo com o sistema de ingresso de encomendas em quatro passos. (Veja o Capítulo 6, § 1, O sistema de informação por ordem de entrada).

Parâmetro de controle no âmbito dos gerentes e supervisores do chão de fábrica

Fluxos de Caixa JIT na Equação 1.2 = Montante de vendas

- Montante de materiais diretos *adquiridos*
- Todos os custos de processamento *pagos pelo caixa*

Esse parâmetro é uma espécie de “fractal” do Fluxo de Caixa JIT da corporação como um todo no âmbito do CEO, que é calculado pelo “método direto” da declaração de fluxo de caixa. Portanto, os fluxos de caixa JIT podem ser usados pela alta gerência, pelo médio escalão e pelos sub-gerentes em conformidade com a “implementação dos objetivos” por todos os níveis da organização.

O fluxo de caixa JIT pode ser mensurado mensalmente ou diariamente em cada planta e em cada processo ou linha. Os sistemas de “mini central de lucros” ou de “companhia em linha” (descritos no Capítulo 29) empregam esse tipo de parâmetro, já que ele é tão fácil de computar quanto a contabilidade diária de uma família.

Esse parâmetro é calculado pelo “método direto” da declaração de fluxo de caixa, e você também pode dividir essa cifra de fluxo de caixa JIT pelas horas de mão de obra operacional, como o sistema de mini central de lucros em Kyo-Sera está fazendo.

Medidas de controle no âmbito dos operadores de chão de fábrica

No âmbito dos operadores de chão de fábrica, parâmetros não financeiros são úteis para avaliação de metas e desempenho. Alguns parâmetros de unidades físicas e parâmetros temporais serão usados, tais como os seguintes:

- Tempo de atravessamento
- Volume do estoque
- Tempo de preparação
- Paradas de máquinas
- Unidades defeituosas
- Disponibilidade da capacidade

Para reduzir o tempo de atravessamento total para metade do nível atual, o gerente da planta pode sugerir que os operadores reduzam cada uma das metas recém citadas para a metade do nível atual. Os meios para se reduzir essas submetas serão descritos nos capítulos a seguir.

Os gerentes de alto e médio escalão devem reduzir o número de trabalhadores quando a demanda for reduzida no mercado, e devem aumentar o número de trabalhadores quando a demanda crescer. No entanto, numa época de recessão indiscriminada, eles devem tentar manter os empregos por meio de “distribuição de trabalho”, ainda que precisem reduzir as despesas totais com salários. A redução do quadro de funcionários (isto é, a demissão propriamente dita de trabalhadores) impedirá atividades de melhoria.

§ 10 RESUMO

O objetivo básico de Sistema Toyota de Produção é o aumento dos lucros ou dos “fluxos de caixa operacionais” pela redução dos custos ou dos “desembolsos monetários” mediante a eliminação completa do desperdício, como o excesso de estoques ou de trabalhadores. Para alcançar a redução de custos, a produção precisa se adaptar de forma ágil e flexível às mudanças na demanda do mercado sem com isso apresentar um tempo ocioso. Tal ideal é conquistado pelo conceito de JIT: a produção dos itens necessários nas quantidades necessárias e no tempo necessário.

Na Toyota, o sistema *kanban* foi desenvolvido como um meio para expedir a produção durante um mês e gerenciar o JIT. A sincronização da produção para nivelar as quantidades e variedades nas retiradas de peças pela linha de montagem final é um aspecto necessário para a implementação do sistema *kanban* (*sincronização do uso de peças*). Tal sincronização exigirá a redução do tempo de atravessamento de produção, já que diversas peças precisam ser prontamente produzidas a cada dia. Isso pode ser alcançado pela produção de lotes pequenos ou pela produção e transporte. A produção de lotes pequenos pode ser alcançada pela redução do tempo de preparação, e a produção no fluxo unitário de peças será realizada pelo trabalhador de múltiplos processos que opera em uma linha de múltiplos processos. Uma rotina de operações-padrão garantirá a conclusão de todas as tarefas para se processar uma única unidade de um produto dentro de um *takt time*. A sustentação da produção JIT por 100% de produtos “bons” será assegurada pela Autonomia (sistemas de controle autônomo de defeitos). Finalmente, as atividades de melhoria contribuirão para o processo em geral pela modificação das operações-padrão, pela correção de certos defeitos e pela elevação do moral dos trabalhadores.

De onde vieram essas ideias básicas? O que estimulou a sua criação? Acredita-se que elas foram suscitadas pelas restrições do mercado que caracterizaram a indústria automobilística japonesa no pós-guerra: uma grande variedade limitada por pequenas quantidades de produção. A partir de 1950, aproximadamente, a Toyota consistentemente passou a considerar que seria perigoso imitar cegamente o sistema Ford (que minimizava o custo unitário médio com a produção de grandes quantidades). Contudo, na era de lento crescimento após a crise do petróleo, o Sistema Toyota de Produção passou a receber mais atenção e a ser mais adotado por muitas indústrias no Japão, visando elevar os lucros por meio da redução de custos e de desperdícios.

O Sistema Toyota de Produção é singular e revolucionário; portanto, ao se implementar esse sistema de produção fora do Japão, é preciso que se dê uma atenção e uma consideração especiais às relações mão de obra-gerência e às transações com as companhias externas. Veja o Capítulo 19 para uma discussão aprofundada sobre o emprego do Sistema Toyota de Produção fora do Japão.