

Universidade Federal de Goiás (UFG) – *Campus* Catalão (CAC)  
Departamento de Engenharia de Produção (DEP)  
Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC)

## **Proposição da utilização de um sistema *kanban* automatizado na linha de montagem de uma montadora de automóveis da cidade de Catalão – Goiás**

Nayara Moreira Rosa <sup>1</sup> - nayara\_microprocesso@hotmail.com  
Muris Lage Junior <sup>2</sup> – muris@dep.ufscar.br

Palavra chave: Sistema Toyota de Produção, *Just in Time*; Sistema *kanban*.

### **1. Introdução**

O sucesso do Sistema Toyota de Produção (STP) ocorreu a partir da necessidade de reerguer a empresa japonesa Toyota Motor Company economicamente e competitivamente, após o período da Segunda Guerra Mundial. No final da guerra o Japão saiu completamente destruído, enfrentando uma série de problemas financeiros, de infra-estrutura e sociais, inclusive as indústrias que estavam se reorganizando novamente tinham um mercado consumidor muito restrito no país nesta época.

Assim, a Toyota buscou melhorar a capacidade de responder às mudanças do mercado e o controle sobre o processo de manufatura, por meio da redução de estoque, custo e tempos de esperas. Como resultado, a empresa conseguiu desenvolver um sistema simples que possibilitou atender principalmente as necessidades da empresa diante do mercado. A empresa conseguiu melhorar sua produtividade e aumentou a variedade de modelos, através da substituição do método tradicional em massa de controle da produção pelo sistema *Just in Time* (JIT) que usa como importante método visual de controle o sistema *kanban*.

Entretanto, o ambiente favorável para o desenvolvimento e implantação do STP na Toyota pode não ser válido para o ambiente de outra empresa. Alguns fatores que impedem

---

1- orientando; 2 - orientador; revisado pelo orientador.

sua correta implantação são a alta variedade de produtos, demanda instável, operações não-padroneizadas, altos tempos de *setup* e alta variabilidade dos tempos de processamento.

Outro motivo que faz com que o STP não seja bem sucedido em outras empresas é a falta de planejamento com relação à implantação do sistema *kanban*. Em muitas empresas é implantado sem primeiramente ser analisado para se adequar às suas necessidades e características. Sendo assim, o tema central deste projeto refere-se às adaptações do sistema *kanban* que muitas vezes são necessárias para que os benefícios oferecidos pelo *kanban* original sejam alcançados. O foco será o sistema *kanban* interno, ou seja, para coordenar as ordens dentro da empresa.

Esse tema foi escolhido pelo fato do sistema *kanban* ser uma ferramenta que embora mundialmente conhecida, ainda muitas empresas têm dificuldades em implantá-lo (WHITE e PRYBUTOK, 2001). Uma das principais causas disto é a falta de planejamento para adaptar o sistema de forma que atenda às necessidades da organização ou ainda quando há adaptação, mas não são aproveitadas as vantagens proporcionadas pelo sistema original.

Diante disso, a presente pesquisa tem o objetivo de analisar o uso do sistema *kanban* em uma empresa, verificar se há necessidade de adaptá-lo e, em caso positivo propor uma adaptação ao mesmo. Para alcançar tal objetivo, este trabalho está estruturado da seguinte maneira: na seção 2 é discutida a metodologia utilizada na pesquisa, na seção 3 é realizada uma revisão bibliográfica com o levantamento conceitual-teórico sobre o STP, o JIT e a relação existente entre eles, assim como com o sistema *kanban*. Para que na seção 4 seja apresentado um estudo de caso que relacione o conteúdo teórico da seção anterior com o conhecimento prático adquirido neste tipo de pesquisa e de acordo com as proposições realizadas uma proposta de melhoria foi apresentada. Na seção 5 são feitas considerações finais sobre a pesquisa e em seguida, na seção 6 são apresentadas todas as referências utilizadas para a elaboração deste trabalho.

## **2. Método de pesquisa**

Este trabalho é desenvolvido em duas etapas, na primeira etapa é realizado um estudo teórico-conceitual, por meio de uma pesquisa bibliográfica, abordando aspectos do sistema *kanban* e promovendo um levantamento de várias informações sobre como e quando há a necessidade de se adaptar o sistema para adequá-lo ao ambiente da empresa. Na segunda etapa é feito um estudo de caso em uma montadora de automóveis da cidade de Catalão/GO para identificar os problemas do sistema *kanban* utilizado. Por fim, com base na revisão

bibliográfica e no estudo de caso é proposta uma adaptação do sistema *kanban* para a situação estudada.

O estudo de caso é uma forma de se fazer pesquisa social empírica, tendo como objetivo a investigação do fenômeno dentro de seu contexto. Para Yin (1990) os estudos de caso são apropriados, entre outros, para explicar ligações causais que são relativamente complexas para serem tratadas com experimentação, para descrever intervenções realizadas em um contexto de vida real, e para exploração de situações nas quais não se tem clareza dos resultados. De acordo com este mesmo autor, este tipo de pesquisa não tendo por objetivo a generalização. O objetivo principal é criar relações e promover o entendimento de um fenômeno estudado. Para a presente pesquisa, optou-se pela utilização do estudo de caso como um meio de explorar a situação de uma empresa que utiliza o sistema *kanban* adaptado, em que as peculiaridades do caso (funcionamento da adaptação) é complexa e, além disso, não se tinha clareza dos resultados que seriam alcançados.

Na abordagem do tema em estudo utilizou-se o método indutivo de natureza qualitativa, já que não serão usados dados estatísticos para a realização do projeto (LAKATOS e MARCONI, 2005). A escolha de desenvolver sobre proposições do método indutivo se deve por sua característica, dentro da pesquisa qualitativa, de permitir considerações sobre determinado fenômeno, partindo de observações sistemáticas e criteriosas do tema em estudo. De acordo com Berto e Nakano (2000), “as pesquisas de natureza qualitativa buscam aproximar a teoria e os fatos, através da descrição e interpretação de episódios isolados ou únicos, privilegiando o conhecimento da relação entre contexto e ação (método indutivo)”.

Como técnicas de coleta de dados, a primeira etapa utilizou-se da documentação indireta para realizar uma pesquisa bibliográfica onde foram feitas revisões teóricas de caráter científico em artigos, teses, dissertações e livros. Para a segunda etapa, além da documentação indireta também será utilizado a documentação direta através da elaboração de questionários, entrevistas e visitas à empresa.

Segundo Menezes e Silva (2005), a coleta de dados está relacionada com o problema, a hipótese ou os pressupostos da pesquisa e objetiva obter elementos para que os objetivos propostos na pesquisa possam ser alcançados.

Sendo assim, o projeto por meio do conhecimento teórico e prático, pretende estudar e investigar o contexto da montadora de automóveis em estudo para desenvolver uma adaptação do sistema *kanban* utilizado às necessidades da empresa.

### 3. Revisão bibliográfica

#### 3.1 Sistema Toyota de Produção (STP)

Até a década de 50 o sistema de produção em massa, de origem americana, era referência para os processos produtivos, em que se produziam, a baixos custos, grandes volumes e baixa variedade de produtos. Entretanto, com a crise do petróleo em 1973 constatou-se que este sistema não era capaz de lidar com mudanças inesperadas de demanda, produzir maior variedade e menores volumes mantendo-se os baixos custos.

Contudo, um sistema de produção japonês ainda pouco difundido no setor industrial mostrou-se eficiente em épocas de crises. Segundo Ohno (1997), durante este período de recessão da economia o seu lucro era maior que os ganhos das principais empresas manufactureiras. Idealizado e implantado na Toyota Motor Company, este sistema reduziu todo tipo de desperdício no processo produtivo por meio do uso técnicas e ferramentas gerenciais como JIT, automação, *kanban*, *kaizen*, entre outros.

Dentre as características do STP, a eliminação de desperdícios foi crucial para extinguir as perdas e desenvolver um fluxo unitário de peças que, de acordo com Liker (2005), tem como objetivo a flexibilidade de mudar a fabricação de determinado produto seguindo a demanda dos clientes, diferentemente do que ocorria na produção em massa da Ford, por exemplo.

Para Ohno (1997), o principal o objetivo do Sistema Toyota de produção é produzir uma maior variedade de modelos em pequenas quantidades, aumentar a eficiência da produção e eliminar de forma consistente e completa todos os tipos de desperdícios que permeiam o processo produtivo, como:

- superprodução: produzir antecipadamente à demanda. Produzir em excesso significa produzir mais, antes, ou mais rápido do que é requerido pelo processo seguinte ou pelos consumidores (ROTHER e SHOOK, 1998). Sua importância se dá em função de seus reflexos: excesso de estoque, dinheiro alocado neste estoque, necessidade de espaço para alocação destes estoques, aumento do *lead-time* de produção, além de resultar em faltas, pois os processos ficam ocupados fazendo itens a mais (desnecessários) enquanto os necessários estão sendo consumidos e precisam ser repostos;
- espera: formação de filas de materiais que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos;
- transporte: o transporte de materiais não agrega valor ao produto, deve ser eliminado ou reduzido ao máximo por meio de layouts melhores elaborados;

- processamento: no próprio processo pode haver desperdícios, inclusive no que se refere a produzir ou não determinada peça;
- movimento: dos operadores, que deve ser estudado por meio de análises de tempos e métodos;
- produtos defeituosos: produzir produtos defeituosos significa desperdiçar material, mão de obra, disponibilidade de equipamento, movimentação e transporte, inspeção, entre outros;
- estoque: ocultam os defeitos, ocupam espaço e exige investimento.

E como a característica do Sistema Toyota de Produção é tentar “enxugar” ao máximo todos os tipos de desperdícios, o STP ficou conhecido como Produção Enxuta depois da divulgação da pesquisa mundial das montadoras, realizada pelo IMVP – *International Motor Vehicle Program* (Programa Internacional de Pesquisa sobre a Indústria Automobilística), do *Massachusetts Institute of Technology* – MIT, no livro *A máquina que mudou o mundo*, WOMACK *et al.* (1992). A obra apresentou a grande potencialidade e capacidade da Toyota frente as empresas do sistema em massa.

Portanto, para que seja compreendido o real valor e importância desse sistema para a economia industrial, é necessário que se entenda os conceitos das principais características e técnicas utilizadas pelo STP.

### **3.2 Just in Time**

Expressão de origem inglesa, *Just in Time* significa “Justo a tempo”, Lage Junior (2007), em que itens e/ou materiais são requeridos nas quantidades e no tempo exato para serem usados, nas palavras de Moura (1992), significa dizer produzir componentes necessários, nas quantidades necessárias e no número necessário. Esse sistema, juntamente com automação e qualidade total formam o pilar do Sistema Toyota de Produção.

Conforme estudos de Moura (1992), a definição de JIT vai muito mais além do entendimento de produzir no momento e quantidade exata, essa filosofia oferece a oportunidade de flexibilizar a produção, diminuir os custos de manufatura e estoques, e sincronizar os estágios produtivos. Isso é feito por meio da redução dos lotes de operação e de desperdícios, e também funciona como estratégia de produção ao reduzir custos, *lead times*, inventários e melhorar a qualidade.

*“O JIT considera o inventário como o pior mal dentro de uma fábrica de manufatura. O inventário é usado como proteção, ou estoque intermediário, contra problemas conhecidos e mudanças de programa. Ele cobre muitas inadequações e custos do sistema, associados á formação de inventário, que nem sempre são aparentes.”*  
(MOURA, 1992, p.15)

Para o seu correto funcionamento, o JIT tem como característica, segundo Lage Junior (2007) e Moura (1992):

- A meta de estabelecer um fluxo que estabeleça cada passo exatamente na quantidade e no momento necessário;
- O layout é estruturado considerando uma família de peças ou produtos a serem fabricados (layout celular);
- É reduzido o tempo de troca de ferramentas ou setup para permitir a flexibilidade, redução de custos com os setups e estoques, diminuição dos lotes e aumento da capacidade produtiva;
- Assegura por meio de melhorias contínuas no processo (*kaizen*) a qualidade dos produtos, e caso necessário há paradas na linha da produção para solucionar os problemas;
- Busca uma estreita relação cliente/fornecedor de longo prazo;
- Tem como base a produção puxada usado pelo sistema *kanban*.

Portanto, o JIT por meio de suas características obtém maior flexibilidade e redução de custos, garantindo que itens e peças sejam produzidos no momento e na quantidade desejada. Sendo que, por meio do sistema *kanban* é controlado o estoque e sincronização dos processos produtivos.

### **3.3 Sistema *kanban***

O sistema *kanban* surgiu da necessidade da Toyota Motor Company de aumentar a produtividade da empresa e tentar evitar a superprodução responsável por gerar altos custos com estoque, impedir a flexibilização da produção e a identificação dos problemas, de forma a proporcionar meios simples e visíveis de limitar o estoque entre processos. O sistema *kanban* pode ser implantado internamente a empresa ou então entre a empresa e seus fornecedores, ou seja, externamente. A presente pesquisa trata apenas do sistema *kanban* interno.

Taiichi Ohno, criador do sistema *kanban* e ex-vice-presidente da Toyota, inspirou-se no método de reabastecimento dos supermercados americanos para criar o sistema *kanban*. As idéias basearam-se nas prateleiras que eram reabastecidas apenas quando estavam vazias e na quantidade de itens que foram retirados, já que o espaço nas prateleiras eram limitados.

E partindo da relação existente entre os sistemas de supermercados e a forma de abastecimento de materiais dentro do sistema *kanban*, Ohno verificou que se fosse feito o pedido de produção a partir da demanda em vez de “empurrar” os itens de um processo ao próximo poderia reduzir significativamente um dos maiores desperdícios que é a superprodução. Para isso, ele introduziu um conceito de “puxar” a produção, onde o processo

subsequente (cliente) retira do processo precedente (fornecedor) apenas a quantidade de itens necessários para ser usado em processo (MOURA, 1997)

Em funcionamento, esse fluxo de materiais mantém pequenos estoques entre os processos para permitir o nivelamento da produção e garantir que seja possível flexibilizar a produção quando trocada a sequência de operações ou *mix* de produtos, sem interromper a linha. Dessa forma, “nunca haverá superprodução maior do que a pequena quantidade estabelecida nos armazéns e automaticamente cria-se uma conexão sem desvio entre o que os clientes (interno e externo) querem e o que a empresa está produzindo” (LAGE JUNIOR, 2007).

Sendo uma ferramenta para a aplicação e concretização do JIT em um processo produtivo, o sistema *kanban* por meio da redução do estoque e sincronização dos estágios produtivos, possibilita, segundo Moura (1992), abastecer cada processo com apenas itens na quantidade e no momento necessário para serem utilizados.

*O sistema kanban é um subsistema do JIT usado para controlar os estoques em processo, a produção e o suprimento de componentes, e em determinados casos, as matérias-primas. (...) Em outras palavras, por meio do sistema kanban é que se atinge a meta do JIT (LAGE JUNIOR, 2007)*

A criação do sistema *kanban* se justifica devido a complexidade e a enorme quantidade de etapas no processo produtivo da fábrica, em que foi necessário desenvolver um meio de emitir ordens de fabricação que atendesse o método de puxar a produção, sinalizando o que havia sido consumido nos armazéns e com isso o que deveria ser repostado, e ao mesmo tempo, que fosse de fácil visualização e uso, já que seriam os próprios funcionários os responsáveis por sua utilização.

A tradução da palavra *kanban*, segundo Lage Junior (2007), é anotação visível ou sinal, devido sua característica de controlar e gerenciar a movimentação de materiais na linha de produção por meio de sinalizadores visuais. Dentro do sistema *kanban* original da Toyota eram utilizados 2 tipos de sinalizadores, o de requisição e o de produção, entretanto vários outros tipos de sinalizadores são encontrados na literatura, tais como *kanban* de um único cartão, *kanban* de gravidade que utiliza como sinalizador bolas e pregadores, *kanban* rótulo que sinaliza por meio de contenedores, carretas ou carrinho, etc.

O interessante de se utilizar sinalizadores visuais é que torna mais simples o processo de movimentação e produção de peças, pois o sinalizador comunica que novas peças devem repor as consumidas. Além disso, a produção é feita em pequenos lotes para facilitar a flexibilização e acompanhar a pequenas flutuações da demanda. Dentro do sistema *kanban* original, o cartão de requisição (conhecido também como cartão *kanban* de recebimento,

transporte e movimento) é responsável por autorizar a movimentação de peças da estação precedente até a estação seguinte; e o cartão de ordem de produção autoriza a fabricação de um novo lote de peças ou componentes dentro de uma mesma estação de trabalho para substituir as peças que foram consumidas pela estação subsequente. E para a autorização de movimentação e produção, cada cartão contém como informações as descrições da peça requerida, o tamanho do contenedor necessário para transportar as peças, a descrição do centro de trabalho, o número de liberação do *kanban* que indica o total de contenedores em uso, entre outras informações que pode variar de acordo com o tipo de cartão.

A figura 1 demonstra o fluxo de materiais entre duas estações de trabalho, realizados por meio do uso dos dois cartões, típico da Toyota.

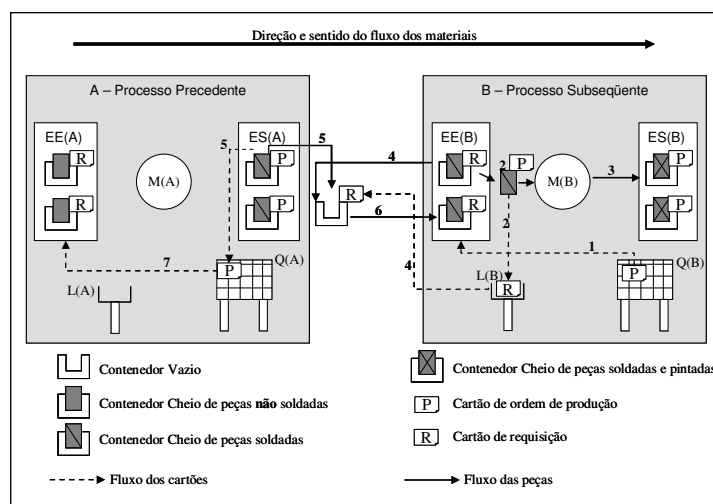


Figura 1 – Fluxo de materiais e cartões no sistema kanban original  
Fonte: Lage Junior (2007)

As linhas tracejadas representam os fluxos dos cartões e as linhas completas representam os fluxos das peças e/ou contenedores. Um operador da estação (B) precisa produzir determinados itens, pois peças foram consumidas e um cartão de ordem de produção foi afixado em seu quadro, funcionando como uma ordem de produção e como um sistema informativo sobre o que produzir, quanto e quais materiais utilizar. Com o cartão de ordem de produção em mãos, o operador vai até o estoque de entrada EE(B) da sua estação de trabalho para retirar as peças que necessita processar. Juntamente com estas peças está o cartão de requisição correspondente a elas. No momento em que o operador retira do contenedor as peças do EE(B), ele recolhe o cartão de requisição e leva ao posto de cartões de requisição L(B). O cartão de ordem de produção acompanha as peças dentro da estação de trabalho. Depois o operador retorna para a máquina para realizar o processamento das peças. Quando o operador termina sua tarefa, ele leva as peças prontas juntamente com o cartão de ordem de



produção para o estoque de saída ES(B) da sua estação de trabalho, acomodando-as dentro do contenedor que anteriormente estava vazio. Com isso, as peças consumidas de seu estoque foram repostas, porém, o seu estoque de entrada está incompleto e precisa ser abastecido. No momento de realizar o reabastecimento do seu estoque de entrada (repor as peças que foram usadas), o operador da estação (B) vai ao posto de cartões de requisição L(B) e retira o cartão de requisição que estiver em primeiro na fila. Com o cartão de requisição em mãos, o operador vai ao estoque de saída ES(A), levando consigo o contenedor vazio que estava em seu estoque de entrada. Ao chegar ao estoque de saída ES(A) o operador retira as peças especificadas no cartão de requisição (R). Neste momento, ele retira também o cartão de ordem de produção que estava afixado no contenedor (com as peças recolhidas) e coloca o cartão no quadro de cartões de ordem de produção Q(A) (esse procedimento informa o que foi retirado do estoque de saída e que deverá ser repostos). Em posse das peças, o operador leva-as ao estoque de entrada da sua estação de trabalho EE(B) com o cartão de requisição afixado no contenedor; a partir deste momento, o operador é dito “desocupado” para ir novamente ao seu quadro de cartões de ordem de produção verificar o que deve ser produzido em seguida. Após isso, o ciclo se repete quando o operador da estação de trabalho anterior fica desocupado e vai ao quadro de cartões de ordem de produção da sua estação Q(A) retirar o cartão referente ao item que deve ser produzido para reabastecer seu estoque de saída ES(A).

Sendo assim, as características do método de funcionamento, de acordo com Ohno (1997), Liker (2005), Lage Junior e Godinho Filho (2008) e Moura (1992), para o sistema *kanban* é:

- Produção puxada: dentre duas estações a reposição é feita à medida que o processo posterior consome matéria-prima da estação que lhe antecede;
- Controle da produção de forma descentralizada: é atribuído aos encarregados da produção o controle do fluxo de materiais por meio do uso de cartões, de forma a diminuir a responsabilidade do departamento de PCP (Planejamento e Controle da Produção);
- Limitação do nível máximo de estoque: o estoque entre processo é limitado pelo número de cartões em circulação e pelo estoque de segurança mínimo aceito;
- Uso de cartões sinalizadores para o controle visual.

Quanto aos benefícios associados ao uso desse sistema, tem-se: redução de estoques, redução nos tempos de *lead time*, melhorias na qualidade, eliminação de desperdícios, simplicidade do uso, controle eficiente dos estágios produtivos e possibilidade de atribuição de *empowerment* aos operadores.

Porém para que o sistema *kanban* seja utilizado eficientemente da maneira como foi desenvolvido na Toyota, as seguintes características são necessárias: demanda estável, baixos tempos de *setup*, produção nivelada e estável, padronização dos processos produtivos, manutenção preventiva e uma baixa variedade de itens. Para o ambiente de mercado em que a Toyota atuava e continua atuando, essas condições são verificadas, entretanto muitas empresas não possuem tais condições, tornando indispensável adaptar o *kanban* para favorecer o ambiente interno e externo de cada empresa, caso desejem implantar o sistema.

### **3.5 Adaptações do sistema *kanban***

Adaptações no sistema *kanban* são necessárias para a coordenação de ordens de produção e compras (SCO) de empresas que possuem características desfavoráveis a sua utilização tal como desenvolvido originalmente na Toyota.

Várias pesquisas já evidenciaram essa tendência e diferentes adaptações já foram propostas de forma a melhorar o sistema e atender às diversas necessidades das empresas. Alguns dos pesquisadores neste campo de estudo são Monden (1981), Schonbeger (1984) e Hendrick (1988). Entretanto, é um tema ainda pouco abordado se se considerar sua importância para o setor industrial. Além disso, segundo o próprio Ohno (1997), o aperfeiçoamento deve ser eterno.

De acordo com a concepção de Lage Junior e Godinho Filho (2008), a necessidade de adaptar o sistema *kanban* se deve às condições muitas vezes impostas pelo ambiente, pois o sistema *kanban* foi gerado para atender às necessidades específicas de uma empresa em particular (no caso a Toyota), ou seja, para funcionar efetivamente dentro de determinadas condições produtivas e competitivas. Uma vez que essas condições naturalmente não são as mesmas para todas as organizações, e a utilização do sistema *kanban* possui uma série de restrições, é necessário buscar alternativas que superem as barreiras impostas pelo ambiente.

Considerando então as condições desfavoráveis do ambiente para a implantação do sistema *kanban* original, os sistemas adaptados seguem diferentes lógicas e graus de adaptação que tendem a priorizar uma ou mais características de funcionamento do sistema original. Para mais informações sobre outras adaptações do sistema *kanban* existentes na literatura ver Lage Junior e Godinho Filho (2010).

A principal vantagem de se utilizar sistemas adaptados, caso seja inadequado usar o original, está no fato de que melhora relativamente o desempenho frente às condições ambientais desfavoráveis. Contudo, deve-se ter certa precaução para que a adaptação realmente atenda às necessidades da empresa e para que não se perca todos os benefícios

proporcionados pelo sistema original. Também, dependendo da adaptação pode-se aumentar a complexidade de uso. Portanto, torna-se fundamental analisar as condições da empresa e verificar qual o real problema enfrentado por ela que impede a implantação do *kanban* original, e em função disso, implantar um sistema adaptado que supere este problema.

#### 4. Estudo de caso

##### 4.2 Descrição da empresa

Situada no distrito industrial de Catalão, a empresa em estudo monta em média, cerca de 130 automóveis por dia e possui aproximadamente três mil postos de trabalhos diretos e indiretos. Sua estrutura física é composta pela área de montagem dos veículos, área de armazenagem de peças, pistas de testes, testes especiais e testes de veículos de produção; ocupando uma área construída de 6.345.236 m<sup>2</sup>. Seus veículos são reconhecidos pelo alto padrão de qualidade.

Com 100% de capital brasileiro, a unidade monta quatro modelos nacionais e quatro importados, além de carros da linha *competition* para as competições em *rally*. Porém, se espera até 2015 que o número de modelos seja consideravelmente aumentado devido ao investimento de mais de 1 bilhão de reais para o crescimento da unidade, que vai desde a instalação de fornecedores mais próximos a até o aumento da capacidade produtiva diária.

Enquanto isso, na atual capacidade produtiva, a empresa conta com o suporte de sistemas integrados de informação no controle de todo o processo de montagem, desde o fornecimento de peças até o produto final, integrando e gerindo para isso, informações sobre localização de peças em estoque, código do *chassi* que está entrando na linha de montagem por meio do sistema RFID (*Radio-Frequency IDentification*), e o controle de peças na linha de montagem com a utilização de cartões *kanban* de requisição.

O *layout* da empresa está organizado em linhas de montagem. No roteiro seguido pelos veículos, a carroceria é levada para a pintura e em seguida é transportada para uma área chamada de seletividade onde são realizadas a seleção das carrocerias em perfeitas condições de continuarem na linha de montagem. Na próxima etapa, são montados o retrovisor, pára-brisa, pára-choques e pára-lamas. E logo depois o produto é levado a linha de cabine, para serem montados os *airbags*, maçanetas das portas e outros itens menores.

Simultaneamente a todo esse processo pelo qual a carroceria passa, o *chassi* do carro é montado em outra linha de produção separada para a colocação do motor. Então, o *chassi* e a carroceria do carro são acoplados e o carro é suspenso para que peças como tanque de combustível e a parte elétrica sejam montados. Em seguida, o carro é levado para um setor chamado de *by off*, onde são realizadas vistorias, que após ser concluída o carro é levado para a linha final, onde são colocados os bancos, que são costurados na tapeçaria da própria

empresa, e também são montados e parafusados os pneus, além do balanceamento e alinhamento dos mesmos. Para finalizar, são realizados alguns testes de qualidade.

### **4.3 O PCP da empresa**

Para determinar a quantidade de veículos a ser montados diariamente, previsões da demanda são realizadas pelo departamento de PCP, que por meio do uso de um sistema de planejamento das necessidades de materiais do tipo MRP (*Material Requirements Planing*), controla o inventário de pedidos. Em síntese, esse sistema realiza previsões de quanto e quando produzir de acordo com previsões da demanda, e as transmite a linha de montagem.

O planejamento das necessidades de materiais para fornecedores nacionais garante a manutenção de estoques para 5 dias; enquanto que para o fornecimento de peças internacionais, devido o alto custo de transporte, a cobertura do estoque é maior.

As informações dos materiais recebidos são inseridos nos bancos de dados da empresa e logo depois as peças são divididas em lotes e alocadas no setor de armazenagem. O estoque está organizado por produto e a identificação de cada peça, assim como do lote é realizada por sistemas de informações computadorizados que indicam a localização e registram as retiradas.

### **4.4 O funcionamento do sistema *kanban* na empresa**

O sistema *kanban* é utilizado em todas as etapas do processo de montagem. A empresa utiliza apenas o cartão de ordem de requisição como sinalizador. Além disso, é substituído o painel de cartões por coletores. A responsabilidade de manipular os cartões é dada a um grupo de funcionários.

As peças que são transportadas do almoxarifado para as linhas de montagem passam por um setor para realizar o registro da retirada, em banco de dados e é atribuído um cartão *kanban* (também registrado no sistema) para cada conjunto de peças acomodado em um contenedor.

Esses contenedores, com os seus respectivos cartões *kanban*, são colocados em prateleiras ao longo das linhas de montagem. Ao serem esvaziados até um limite estipulado pelo próprio cartão *kanban*, os cartões são separados e colocados dentro de coletores que, periodicamente são recolhidos por um funcionário encarregado e levados novamente ao setor de registro para informar que as peças retiradas já foram acopladas aos veículos e ao mesmo tempo realizar novos pedidos de peças. Assim, inicia-se mais uma vez o ciclo de reposição de peças na linha de montagem.

Os cartões *kanban* possuem as seguintes informações: quantidade mínima de peças (ponto de pedido), código do lote, endereço de localização no setor de armazenagem, descrição do(s) modelo(s) de carro em que serão utilizadas as peças e o endereço na linha de montagem em que serão colocados.

#### 4.5 Análise e propostas de melhorias

Ao considerar as discussões realizadas nas seções anteriores, de acordo com os estudos feitos por Lage Junior (2007), pode-se afirmar que a atual adaptação do sistema *kanban* da empresa possui pouca semelhança com o sistema original, pois não puxa a produção, não limita o nível máximo de estoque (no almoxarifado), e utiliza apenas um tipo de cartão. A única característica do sistema *kanban* original preservada nesta adaptação é o controle descentralizado, mas que responde a um cálculo de necessidades de materiais.

A empresa em estudo apresenta baixa variedade de itens, pois são apenas oito modelos de veículos montados e algumas adaptações de veículos para competições. As operações são padronizadas, já que a maioria dos modelos segue o mesmo roteiro de montagem e utilizam equipamentos de uso dedicado. Os tempos de processamento são estáveis devido as operações serem padronizadas. A demanda também é estável, pois não sofre grandes flutuações em relação a média diária e o produto não é sazonal. Os tempos de *setup* são considerados baixos, chegando a poucos minutos para a maioria das máquinas, com exceção do setor de pintura ao trocar de cor. Ou seja, a empresa apresenta, de acordo com Lage Junior (2007), todas as condições de utilizar o sistema *kanban* original em vez de uma adaptação. Dessa forma, para usufruir de todas as vantagens deste sistema, a empresa deveria implanta-lo com todas as suas características originais, ou seja, puxando a produção entre os processos, limitando o nível máximo de estoque, descentralizando totalmente o controle e utilizando dois cartões. Isso seria recomendado entre processos internos (*kanban* interno) ou entre a empresa e seus fornecedores (*kanban* externo), desde que haja condições favoráveis também em relação aos fornecedores. Para mais informações sobre *kanban* externo, ver Monden (1984).

Mesmo que a empresa não tenha interesse em fazer esta implantação, foi identificado neste estudo uma necessidade de melhoria que pode ser realizada imediatamente sem que incorra em custos. Atualmente, há um problema de perda de cartões *kanban* pelos próprios operários. Segundo os representantes da empresa, a perda de cartões ocorre com frequência, principalmente porque muitas vezes os operários esquecem de colocar os cartões nos coletores. Em consequência, muitos cartões ficam pendentes no sistema de registro, dificultando assim o controle da quantidade de peças que entraram na linha de montagem. Devido a este problema, a eficiência operacional da montadora acaba sendo prejudicada.

Assim, propõe-se nesta pesquisa uma automatização de todo o sistema *kanban* pelo sistema RFID, de forma a eliminar por completo o uso de cartões físicos. Essa proposta fundamenta-se no fato de que a empresa já possui o sistema RFID instalado, e também porque na literatura concernente à adaptações do sistema *kanban* existem diversas propostas de utilização de sistemas informatizados como, por exemplo, em Ansari e Modarress (1995) e

Vernyi e Vinas (2005). Basicamente, funcionaria da seguinte forma: quando o primeiro chassi e simultaneamente a carroceria do dia entrassem em suas respectivas linhas de montagem, as etiquetas do sistema RIFD devem informar o início do processo de montagem; assim, o próprio sistema registra as peças que já foram usadas, com base no consumo já sabido de peças por veículo. Esse processo vai se repetindo a cada estação de trabalho em que os veículos vão sendo transferidos e outros novos vão entrando na linha de montagem. E através da atualização dos dados em tempo real, o sistema informa quando e qual contenedor de determinada peça está chegando ao limite mínimo estipulado (função antes atribuída com a ajuda do cartão *kanban* físico), e o próprio sistema registra o pedido de reposição, coordenando as ordens de transferência de materiais entre o almoxarifado e as linhas.

## **5. Considerações finais:**

O sistema *kanban* utilizado pela empresa perdeu quase todas as características do sistema original. Além dos principais benefícios obtidos com o uso do sistema *kanban* não serem usufruídos pela empresa, existe ainda um problema com perdas de cartões.

Inicialmente, em função da identificação de todas as características produtivas e competitivas favoráveis à utilização do sistema *kanban* original, esta pesquisa sugere que deva-se implantar o sistema *kanban* original, para que a empresa possa desfrutar de todas as vantagens de tal sistema de coordenação de ordens. Em não havendo interesse da empresa em fazer tal implantação completa, sugere-se que pelo menos se concilie os recursos de tecnologia de informação já existentes na empresa com a adaptação atual do sistema *kanban* para que o problema de perda de cartões seja solucionado.

Por fim, o estudo realizado com esta empresa pode servir de base para pesquisas posteriores que analisem outras empresas que também buscam alternativas que melhor atendam suas necessidades.

## **6. Referências Bibliográficas**

ANSARI, A.; MODARRESS, B. Wireless Kanban. *Production and Inventory Management Journal*, v 36, n 1, p. 60-64, 1995.

BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um levantamento dos Métodos e Tipos de Pesquisa. *Produção*, v.9, n.2, p. 65-75, 2000.

HENDRICK, T. E. 'Fake Pull' in a Kanban Environment: Acceptable Trade-Off Or Violation Of Principle? *Production and Inventory Management Journal*, v 29, n 2, p 6-9, 1988.

- LAGE JUNIOR, M. *Evolução e Avaliação da Utilização do Sistema Kanban e de suas Adaptações: Survey e Estudos de Casos*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2007.
- LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Adaptações ao Sistema *Kanban*: Revisão, Classificação, Análise e Avaliação. *Gestão e Produção*, v. 15, nº1, São Carlos, 2008.
- LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Variations of kanban system: literature review and classification. *International Journal of Production Economics*, v. 125, p. 13–21, 2010.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 6ª edição, São Paulo: Atlas, 2005.
- LIKER, J. K. *O Modelo Toyota: 14 princípios de Gestão da Produção do Maior Fabricante do Mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MENEZES, E. M.; SILVA, E. L. *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. UFSC, 2005.
- MONDEN, Y. Adaptable Kanban System Helps Toyota Maintain Just in time Production. *Industrial Engineering*, Vol. 13, n. 5, p. 29-46, 1981.
- MONDEN, Y. *Sistema Toyota de produção*. São Paulo, IMAM, 1984.
- MOURA, R. A. *Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção*. São Paulo, IMAM, 1992.
- OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- ROTHER, J. e SHOOK, M. *Aprendendo a Enxergar*. São Paulo. Lean Institute Brasil, 1998.
- SCHONBERGER, R. J. *Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições Ocultas sobre Simplicidade*. São Paulo: Pioneira, 1984.
- VERNYI, B.; VINAS, T. Easing Into E-Kanban. *Industry Week*, v. 254, n. 12, 2005.
- WHITE, R. E.; PRYBUTOK, V. The Relationship Between JIT practices and Type of Production System. Omega, *The International Journal of Management Science*, Vol. 29, p. 113-124, 2001.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro, Campus, 1992.
- YIN, R. K. *Case Study Research: Design and Methods*. Newbury Park, California: Sage Publications, 1990.