

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES**

**MARCELO KEIJI SIONO**

**ANÁLISE DO SISTEMA KANBAN UTILIZADO COMO FERRAMENTA DA  
LOGÍSTICA EMPRESARIAL EM UMA EMPRESA DE USINAGEM DE  
COMPONENTES AERONÁUTICOS**

Botucatu-SP  
Dezembro – 2011

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES**

**MARCELO KEIJI SIONO**

**ANÁLISE DO SISTEMA KANBAN UTILIZADO COMO FERRAMENTA DA  
LOGÍSTICA EMPRESARIAL EM UMA EMPRESA DE USINAGEM DE  
COMPONENTES AERONÁUTICOS**

Orientador: Prof. Vicente Marcio Cornago Junior

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de  
Botucatu, para obtenção do título de  
Tecnólogo no Curso de Logística e  
Transportes.

Botucatu-SP  
Dezembro – 2011

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela vida e pela inspiração para lutar todos os dias.

Agradeço aos meus pais, minha irmã, minha namorada e aos meus amigos, que compreenderam minhas ausências ao longo dos últimos anos, período em que lutei pelas minhas graduações.

Agradeço ao Professor José Benedito Leandro e ao Professor Vicente Marcio Cornago Junior, por terem me apoiado durante a elaboração deste trabalho.

*“Quem de manhã compreendeu os ensinamentos da sabedoria, à noite pode morrer contente.”*

*Confúcio*

## RESUMO

Em um universo empresarial cada vez mais competitivo é de suma importância a utilização e o fomento de boas práticas empresariais por parte das organizações, buscando cada vez mais alternativas para a manutenção dos níveis de competitividade e até mesmo a garantia da sobrevivência no mercado. Nota-se, portanto, que a Logística Empresarial jamais esteve tão evidenciada como ocorre contemporaneamente, com suas ferramentas e boas práticas exploradas ao máximo, auxiliando empresários a lapidar empresas, processos produtivos e fluxos de materiais enxutos e extremamente eficientes e eficazes, onde a racionalidade e os baixos custos operacionais tornam-se primordiais. Dentre essas várias ferramentas e práticas que são freqüentemente adotadas pelo empresariado, a administração de materiais pelo sistema *kanban* é uma das que ocupam lugar de maior destaque, pela praticidade obtida com o gerenciamento visual de estoques e pela agilidade e simplificação proporcionados ao fluxo de informações que obrigatoriamente deve ocorrer ao fluxo de materiais. Tomando por base a utilização deste sistema em uma empresa de usinagem, especificamente numa célula de montagens mecânicas localizada no final do fluxo de produção, será realizada a análise de uma situação prática em busca de diagnosticar benefícios e falhas proporcionados por este sistema.

**Palavras - chave:** Administração de Materiais. *Kanban*. Logística Empresarial.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tear de madeira Toyoda .....	8
Figura 2 - Tear automático Modelo G .....	8
Figura 3 - Toyota modelo A1 .....	10
Figura 4 - Barco do JIT .....	12
Figura 5 - Acessórios da célula de trabalho.....	19
Figura 6 - Layout da empresa.....	20
Figura 7 - Fluxograma do processo de fabricação das peças. ....	22
Figura 8 – Peça usinada com montagem de buchas .....	23
Figura 9 – Peça usinada com componentes fixados por rebites .....	23
Figura 10 - <i>Layout</i> da célula de montagem mecânica. ....	24
Figura 11 – Armazenagem dos componentes do <i>kanban</i> .....	24
Figura 12 – Quadro <i>kanban</i> .....	25

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Relação de máquinas.....	18
Tabela 2 – Consumo de componentes entre fevereiro e outubro de 2011.....	26

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<i>1.1.1 Objetivos Gerais .....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2 Objetivos Específicos .....</i>	<i>5</i>
<b>1.2 Justificativa .....</b>	<b>5</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 As origens do sistema kanban .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 O Sistema Toyota de Produção e o kanban.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Just in time .....</b>	<b>12</b>
<i>2.3.1 Eliminação de desperdícios .....</i>	<i>13</i>
<i>2.3.2 O envolvimento das pessoas .....</i>	<i>14</i>
<i>2.3.3 Técnicas JIT .....</i>	<i>14</i>
<b>2.4 O sistema kanban .....</b>	<b>15</b>
<i>2.4.1 Tipos de kanban .....</i>	<i>15</i>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Materiais empregados .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Métodos empregados.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Estudo de Caso.....</b>	<b>17</b>
<i>3.3.1 Célula de montagem mecânica .....</i>	<i>22</i>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente competitividade entre as organizações por fatias de mercado cada vez menores e a significativa equivalência e similaridade entre os produtos/ serviços oferecidos pelas mesmas (KIM; MAUBORGNE, 2005), a busca por diferenciais competitivos, que possam proporcionar maiores participações no mercado e garantir a sobrevivência das empresas, passou a ser uma constante nas rotinas empresariais.

Pesquisas recentes mostram que os produtos e serviços, de modo geral, estão se tornando cada vez mais parecidos na percepção dos clientes, o que obriga as empresas a buscarem vantagens competitivas que possam ser perceptíveis aos olhos dos mesmos (FERRAES; KÜEHNE, 2002).

Dias (1993) sugere que as empresas de forma geral, ao se depararem com cenários corporativos altamente competitivos, ao invés de buscar subsídios junto ao governo e/ ou apontar as fontes de seus problemas administrativos como oriundas do mercado em que atuam, deveriam considerar a possibilidade de uma revisão crítica de seus próprios padrões de operação, eliminando elementos ineficientes de sua operação e otimizando seus fluxos produtivos. Desta forma, seria possível que políticas adotadas para sobrevivência levassem ao crescimento.

Segundo Moura (1998), entre as décadas de 1970 e 1990 ocorreu um vertiginoso aumento da oferta de produtos e uma considerável estagnação das demandas, o que obrigou as empresas a otimizar seus fluxos produtivos com a finalidade de se tornarem mais competitivas.

Os fatores tempo e serviço ganharam notoriedade neste contexto e passaram a determinar os sucessos ou os infortúnios das organizações. A qualidade e o prazo de entrega deixaram de ser diferenciais, e o serviço se tornou um fator gerador de competitividade.

Portanto, as estratégias de negócios das empresas passaram a ser elaboradas tomando por base um mercado altamente competitivo e globalizado, levando em consideração um cliente global em suas análises e perspectivas (DANTAS *et al*, 2006).

Neste contexto, a logística foi uma das áreas que apresentou maior evolução nas atividades empresariais, deixando de ser apenas uma mera operação de transporte e armazenagem de materiais para se tornar uma atividade geradora de competitividade (NOVAES, 2001).

A logística empresarial, portanto, passou a ser primordial no atendimento das necessidades dos clientes e também na relação com o fator tempo, estudando como a administração poderia maximizar a rentabilidade nas diversas atividades desenvolvidas no ambiente empresarial (BALLOU, 2007).

## **1.1 Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivos Gerais***

Pretende-se neste trabalho observar e analisar as práticas de administração de materiais de uma empresa de usinagem através de um sistema *kanban*.

### ***1.1.2 Objetivos Específicos***

Especificamente nesse trabalho, ambiciona-se observar e analisar as vantagens proporcionadas pelo sistema *kanban* na administração de materiais em uma empresa de usinagem, especificamente numa célula de montagens mecânicas localizada no final do fluxo produtivo desta empresa.

## **1.2 Justificativa**

Grande parte das organizações ainda faz uso dos conceitos de logística empresarial apenas de forma embrionária, o que confere às mesmas severas desvantagens competitivas diante dos concorrentes externos. São poucos os segmentos mais adiantados, como a indústria automobilística, por exemplo, que já têm suas cadeias de abastecimento bem desenvolvidas e operações produtivas enxutas. Entretanto, nota-se que são grandes os esforços para mudar este

cenário, o que permite uma visão mais otimista na aplicação da logística empresarial e no aproveitamento de seus benefícios para as organizações e conseqüentemente para o país.

Portanto, dentro deste contexto, a análise de ferramentas que promovam a competitividade e a agilidade das atividades produtivas dentro das organizações torna-se primordial, assim como a disseminação de todo e qualquer conceito que promova a logística empresarial.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 As origens do sistema *kanban***

O conceito de automação inteligente, também denominado como autonomia ou *jidoka*, nasceu nos teares criados por Sakichi Toyoda em uma tecelagem japonesa no final do século dezenove. Naquela época, tradicionalmente, a tecelagem era tida como um trabalho manual. O tecelão, que também poderia ser considerado um artesão, fornecia os fios horizontais para frente e para trás entre os fios verticais dispostos no tear. Ao observar constantemente sua mãe durante a operação do tear manual, Sakichi Toyoda pensou em maneiras de facilitar a tecelagem, e inventou um tear manual de madeira em 1890. Esse tear era de fácil operação e quase 50% mais eficiente do que os teares anteriores. O tecelão poderia mover o condutor do fio para frente e para trás com uma mão, e fornecer o fio horizontal ao mesmo tempo. Logo, com as idéias advindas após sua primeira criação, Sakichi começou a trabalhar em teares mecânicos (LIKER, 2005).

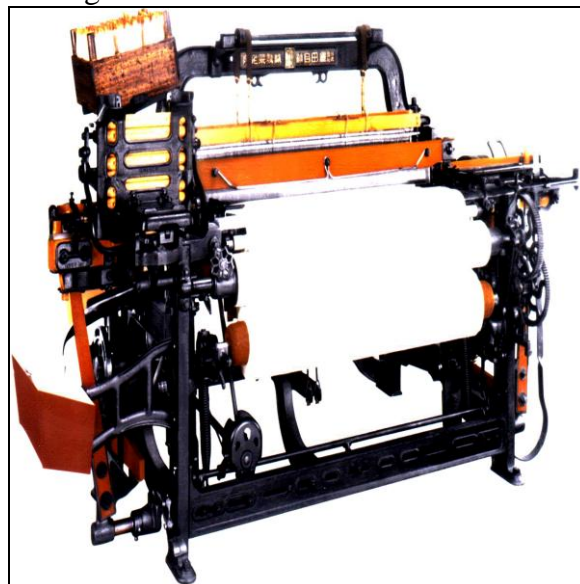
Figura 1 - Tear de madeira Toyoda



Fonte: Toyota Industries Corporation

Em 1896 Sakichi construiu seu primeiro tear mecânico e continuou aperfeiçoando-o cada vez mais. Em 1924, Sakichi e seu filho Kiichiro Toyoda executaram um feito histórico, criando o primeiro tear mecânico de alta velocidade do mundo, que fornecia o tecido e o fio horizontal com segurança, sem interromper o trabalho. A este tear foi dado o nome de “Modelo G” (LIKER, 2005).

Figura 2 - Tear automático Modelo G



Fonte: Toyota Industries Corporation

Antes da invenção do Modelo G, os teares tradicionais desperdiçavam muito material em tecidos, pois quando o fornecedor de fios verticais arrebentava, o que era freqüente, o tear

continuava trabalhando de maneira ininterrupta até que o operador percebesse o problema. Desta forma, era comum nas tecelagens da época que houvesse um operador para observar a operação de cada tear (LIKER, 2005).

Para evitar o desperdício, Sakichi e Kiichiro instalaram um medidor fino de metal nos fios verticais. Este medidor deslizava e parava o tear se o fio arrebentasse, uma inovação que foi absolutamente extraordinária para a época, pois para criar estes sensores sofisticados, Sakichi ainda não podia contar com os recursos das tecnologias óptica e eletrônica (LIKER, 2005).

Suas inovações eliminaram a necessidade de um operador para observar cada tear continuamente e, desta forma, um operador poderia observar mais de trinta teares. Por todas essas vantagens, o Modelo G atraiu muita atenção na Europa e nos Estados Unidos (LIKER, 2005).

Em 1929 Kiichiro viajou para a Europa e pelos Estados Unidos para licenciar a tecnologia do tear automático de sua empresa. Conheceu o processo da fábrica de Henry Ford e sua linha de produção em massa, onde identificou diversas situações das quais poderia tirar vantagem. Ficou impressionado com a quantidade de carros que circulavam pelas ruas dos Estados Unidos e também conheceu os supermercados americanos e seus métodos de reposição de mercadorias. Destas observações, retirou as idéias que futuramente ajudariam a desenvolver o *Just-in-time* (JIT) e o *kanban*. Ao retornar ao Japão, com o incentivo de seu pai, Kiichiro decidiu que começaria a desenvolver automóveis (LIKER, 2005).

Kiichiro sabia que o Japão não tinha a tecnologia e a base econômica necessárias para estabelecer uma indústria de automóveis viável. Apesar disso, ignorou essas incertezas e montou uma oficina na fábrica de teares para desenvolver, inicialmente, pequenos motores. Em 1935 Kiichiro criou um protótipo de carro para passageiros, o Toyota Modelo A1 (LIKER, 2005).

Figura 3 - Toyota modelo A1



Fonte: Toyota Industries Corporation

No ano seguinte, Kiichiro adaptou os métodos americanos de produção para sua fábrica e desenvolveu o primeiro carro para passageiros da Toyota produzido em série, o Toyota Modelo AA (LIKER, 2005).

Em 1941, devido à Segunda Guerra Mundial, Kiichiro foi obrigado a interromper suas atividades na fábrica de automóveis. Após o término do conflito, com o Japão derrotado e ocupado pelos americanos, Kiichiro acreditou que não houvesse mais esperanças para sua fábrica de automóveis. Entretanto, havia a necessidade de se produzir caminhões para reconstrução do Japão após a guerra. Kiichiro se aproveitou desta oportunidade e iniciou a produzir estes veículos. (LIKER, 2005).

Neste período Kiichiro incutiu em seu primo Eiji Toyoda o gosto pela produção de automóveis, e designou a este a tarefa de adequar a fábrica aos padrões americanos de produção. Era uma tarefa assustadora, pois a produção de automóveis nos EUA era 8 vezes maior do que no Japão e a Toyota não dispunha de muitos equipamentos e nem de capital suficientes para esta tarefa (LIKER, 2005).

Eiji designou para oficina de máquinas um gerente chamado Taiichi Ohno. Ohno sabia que para igualar a Toyota a uma produção americana em termos de competitividade precisaria eliminar todo e qualquer tipo de desperdício do processo de fabricação. Desta forma, ao longo de vários e penosos anos, Ohno desenvolveu e aprimorou a filosofia JIT, sendo esta uma forma de eliminar os desperdícios e atender as demandas exatamente conforme a necessidade. Como forma de operacionalizar o JIT e garantir um fluxo de materiais enxuto pela fábrica, inspirado nos supermercados americanos e seu sistema de reposição, Ohno desenvolveu o *kanban*. Ohno também pregava que a mão de obra deveria ser melhor aproveitada e, inspirado nos conceitos de autonomia de Sakichi Toyoda, implantou um sistema em que os

operadores deveriam ser capazes de operar variados tipos de máquinas ao longo do processo produtivo. Obteve, portanto, uma linha de produção extremamente flexível (LIKER, 2005).

Desta forma, ao longo de toda a sua história, a Toyota se desenvolveu com uma filosofia fortemente enraizada nos conceitos de autonomação e de JIT (este operacionalizado pelo *kanban*) desenvolvidos por seus grandes líderes, fazendo uso constante de boas práticas e eliminando sistematicamente os desperdícios identificados em seu processo de produção. A esta filosofia de boas práticas e aperfeiçoamento constante deu-se o nome de STP (Sistema Toyota de Produção), também conhecido como *lean manufacturing* (manufatura enxuta) (LIKER, 2005).

## **2.2 O Sistema Toyota de Produção e o *kanban***

Para uma adequada fundamentação teórica, é necessário conhecer ao menos em parte a filosofia de trabalho e o contexto histórico que gerou a necessidade de criação e desenvolvimento do *kanban*.

De acordo com Ohno (1997), esta poderosa ferramenta foi desenvolvida na Toyota Motor Company, e foi a maneira encontrada para operacionalizar o fluxo de materiais dentro da filosofia de trabalho enxuta (*lean manufacturing*).

Segundo Ohno (1997), durante o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (STP), verificou-se a necessidade de estabelecer um fluxo contínuo e unitário de materiais, eliminando assim os desperdícios proporcionados pela produção em lotes.

Tal necessidade dava-se em função de que não havia como a indústria automobilística japonesa competir com a indústria americana na mesma filosofia de trabalho desta última, ou seja, produzindo em larga escala, pois a demanda pelos veículos japoneses se caracterizava por vários tipos de veículos e em pequenas quantidades.

Desta forma, nas linhas de produção, Ohno (1997) imaginou formas de estabelecer este fluxo de materiais para atender a exata necessidade de cada etapa do processo de fabricação, evitando os desperdícios da produção em massa e ao mesmo tempo não deixando o processo cliente de cada operação parado por falta de peças.

Sendo assim, Ohno (1997), descreve que este método de trabalho funcionaria como se o automóvel pronto, no final da linha de montagem, iniciasse o fluxo reverso, voltando etapa por etapa no processo de fabricação e retirasse de cada etapa somente a quantidade necessária de cada componente para sua montagem.



Portanto, Ohno (1997), idealizou o sistema *kanban* em 1956, ao observar a sistemática de trabalho dos supermercados americanos, onde o cliente retirava das prateleiras apenas os produtos de que necessitava e, em seguida, um funcionário do supermercado reabastecia os espaços vazios nas prateleiras.

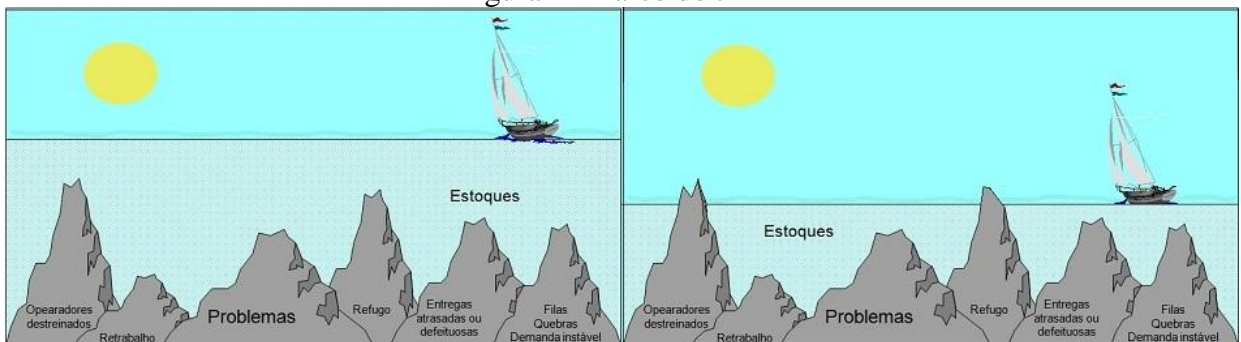
### 2.3 Just in time

Ao abordar-se o tema *kanban*, torna-se indispensável a conceituação e a abordagem da filosofia JIT (*just in time*). O conceito JIT consiste em produzir bens e serviços no tempo necessário, não antes evitando que se formem estoques e não fazendo seus clientes esperarem caso se produza depois. Segundo Dennis (2008) a essência do JIT é fazer o valor fluir para que o cliente possa puxar.

Já de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002) o JIT visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios.

Se seguirmos o pensamento de Hay (1992), concluiremos que é uma filosofia de produção que visa evitar desperdícios em todo processo de fabricação, desde compras até a distribuição, tanto que se nos adequarmos, ela se torna uma arma estratégica para o desenvolvimento da produção. Outro ponto a ser frisado é a eliminação total de estoques, pois eles são considerados um grande obstáculo ao fluxo, porém nenhuma empresa conseguiu atingir essa perfeição, nem mesmo a Toyota que foi criadora desse processo produtivo.

Figura 4 - Barco do JIT



Fonte: adaptado de SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON (2002).

Trabalhar em processos com níveis de estoques altos pode esconder os problemas, estes problemas são descritos como a água do mar. Quando o navio navega, os problemas não aparecem porque a água do mar é muito alta. Logo que a água começa a baixar, os problemas começam a aparecer.

Segundo Ohno (1997), o sistema *kanban* foi a solução aplicada para a necessidade de operacionalizar a filosofia JIT no tocante à movimentação de materiais e controle dos estoques.

### 2.3.1 *Eliminação de desperdícios*

Segundo a Toyota, criadora do conceito JIT, desperdício é “qualquer quantidade maior do que o mínimo necessário de equipamento, materiais, componentes e tempo de trabalho absolutamente essencial à produção” (HAY, 1992).

Para eliminar-se os desperdícios é necessário primeiramente identificá-los. Saber o que agrega valor ao produto é um ponto crucial para se iniciar esta atividade. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Analisar valor agregado é uma diretriz importante para definir o que o JIT pode fazer por uma empresa, essa análise pode demonstrar como é ineficiente seu processo de fabricação atual, e a melhor maneira de ser aplicar essa análise é indo até o campo de produção e seguir o processo de um produto, anotando cada atividade envolvida nele (HAY, 1992).

Ohno (1997) identificou oito tipos de desperdícios que consomem recursos da empresa e não agregam valor. São eles:

- Desperdício de superprodução: produzir mais do que o necessário, cria um leque de outros desperdícios como: área de estoque, deterioração, custos de energia, manutenção de equipamentos e obsolescência.
- Desperdício de espera: é o material que está esperando para ser processado, formando filas que visem garantir alto índice de utilização do equipamento. O *lean manufacturing* enfatiza o fluxo de materiais, coordenado com o fluxo de informações, e não aos índices de utilização dos equipamentos, os quais somente devem trabalhar caso haja necessidade, também coloca ênfase no homem e não na máquina. O homem não pode estar ocioso, mas a máquina pode esperar para ser utilizada.
- Desperdício de transporte ou movimentação desnecessário: são os desperdícios presentes nas mais variadas operações do processo produtivo. O *lean manufacturing* procura a economia e consistência nos movimentos através do estudo de métodos e tempos de trabalho, se apoiando nas reduções de custos, porém é preciso o aprimoramento do processo produtivo para evitar a automatização e robotização dos desperdícios.

- Desperdício de superprocessamento: quando existem defeitos ou limitações técnicas nos equipamentos. O processo se desenvolve de maneira ineficaz e por isto eventualmente algumas operações extras são adicionadas no ciclo produtivo para atender uma condição que não é requerida.
- Desperdício de excesso de estoque: é o dinheiro parado no sistema produtivo. Pode ser a tranqüilidade da fábrica, quaisquer peças, sub-montadas ou veículos completos ou incompletos que estejam apenas estocados ou aguardando entre operações.
- Desperdício de movimento desnecessário: acontece pela diferença entre trabalho e movimento. É a ação de quem realiza algum tipo de seleção ou a procura de peças nos almoxarifados, sobre a bancada de trabalho, qualquer movimento de um membro de time ou máquina o qual não agrega valor.
- Desperdício de retrabalho: refere-se aos desperdícios gerados pelos problemas da má qualidade do processo produtivo. Produtos defeituosos implicam em desperdícios de materiais, mão-de-obra, uso de equipamentos, além da movimentação e armazenagem de materiais defeituosos.
- Desperdício da criatividade dos funcionários: perdas de tempo, idéias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir seus funcionários.

### ***2.3.2 O envolvimento das pessoas***

Podemos dizer que a filosofia JIT tem uma visão total dentro de uma organização, ela conta com o envolvimento de todos os funcionários desde operários até gerentes, dividindo as funções de acordo com a qualidade de cada um se encaixando da melhor maneira dentro dos determinados processos. Essa atitude do JIT, segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), incentiva a resolução de problemas por equipes, a rotação de cargos e multi-habilidades, tendo como intenção incentivar alto grau de responsabilidade pessoal, engajamento e propriedade do trabalho.

### ***2.3.3 Técnicas JIT***

O conceito JIT dispõe de algumas técnicas que contribuem para a eliminação de desperdícios que de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002) são:

- Práticas básicas de trabalho;

- Disciplina;
- Flexibilidade;
- Igualdade;
- Autonomia;
- Desenvolvimento pessoal;
- Qualidade de vida no trabalho;
- Criatividade.

Essas técnicas contribuem no geral como um desenvolvimento e organização da empresa no geral, visando sempre à melhoria do ambiente de trabalho, a qualidade interpessoal, a flexibilidade para gerir os negócios e a busca por competitividade e crescimento interno.

## **2.4 O sistema *kanban***

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), o *kanban* pode ser definido como uma correia invisível que, operacionalizada pelo sistema de produção puxado, determina o fluxo de materiais de um estágio para outro.

Normalmente, o indicador utilizado com maior frequência para sinalizar que mais material deve ser pago ao estágio cliente é o próprio cartão. Entretanto, existem operações que utilizam outras formas de sinalizadores, como marcadores plásticos, bolas de pingue-pongue, caixas com coloridas, entre outros (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

### **2.4.1 Tipos de *kanban***

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), contemporaneamente, existem três tipos de sistema *kanban*. São eles:

- a. *kanban* de movimentação e transporte, utilizado como forma de comunicar ao estágio antecessor que o material pode ser retirado de estoque e transferido para um destino determinado.
- b. *kanban* de produção, que indica a um processo produtivo que a fabricação de um determinado item pode ser iniciada para abastecer o estoque.

c. *kanban* de fornecedor, utilizado para comunicar a um fornecedor que é necessário enviar matéria-prima ou componentes a um determinado setor da produção.

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Materiais empregados**

Para realização deste trabalho foram utilizados os seguintes recursos:

- Sistema operacional;
- Editor de texto;
- Software RP;
- Literatura relativa ao tema;
- Câmera fotográfica;
- Impressora colorida;
- Computador portátil.

### **3.2 Métodos empregados**

Será empregado método observação sistemática em relação às práticas de administração de materiais pelo sistema *kanban* e também será realizada análise documental de registros da empresa de usinagem na qual será realizado o estudo de caso.

### **3.3 Estudo de Caso**

O estudo de caso deste trabalho foi realizado em uma empresa prestadora de serviços de usinagem situada na cidade de Botucatu-SP, onde está estabelecida desde 2005. As

principais matérias-primas usinadas são alumínio, cobre, aço carbono, aço inox, bronze, titânio e policarbonato. Sua força de trabalho é constituída de cerca de cento e trinta funcionários diretos e dez funcionários indiretos.

Os pedidos enviados pelos seus clientes se caracterizam pela alta variedade de peças com baixas quantidades, o que torna necessário um processo de fabricação enxuto e com foco na eliminação dos desperdícios.

Realiza inspeções de qualidade em 100% das peças usinadas para atendimento dos requisitos de um de seus principais mercado-cliente (indústria aeronáutica).

Suas instalações contam com uma área total de 4500 m<sup>2</sup> (área construída) e um parque de máquinas composto de centros de usinagem e tornos CNC (Controle Numérico Computadorizado) e máquinas convencionais.

Cada célula de trabalho da empresa conta com uma máquina de usinagem, sendo elas descritas conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Relação de máquinas.

<b>Relação de máquinas</b>		
<b>Identificação</b>	<b>Tipo</b>	<b>Marca/ Modelo</b>
CNR01	Centro de usinagem	Romi Discovery 760
CNR02	Centro de usinagem	Romi Discovery 760
CNR03	Centro de usinagem	Romi Discovery 760
CNR04	Centro de usinagem	Romi Discovery 560
CNR05	Centro de usinagem	Romi Discovery 560
CNR06	Centro de usinagem	Romi Discovery 560
CNR07	Centro de usinagem	Romi Discovery 560
CNR08	Centro de usinagem	Romi Discovery 560
CNR09	Centro de usinagem	Romi Discovery 560
CNR10	Centro de usinagem	Romi Discovery 560
CNR11	Centro de usinagem	Romi Discovery 560
CNR12	Centro de usinagem	Romi Discovery 560
CNR13	Centro de usinagem	Romi Discovery 560
CNR14	Centro de usinagem	Romi Discovery 1250
CNR15	Centro de usinagem	Romi Discovery 1250
CNR16	Centro de usinagem	Romi Discovery 1250
FRC01	Fresadora ferramenteira	Romi F-20
TRC01	Torno revólver	Imor
TCR01	Torno CNC	Romi Centur 30D
TCR02	Torno CNC	Romi Centur 30D

Fonte: Empresa de usinagem (2011)

Além da máquina de usinagem cada célula de trabalho conta com os seguintes recursos:

- Computador: para leitura e transferência de programas e acesso as fichas de preparação;
- Quadro sombra: utilizado para organizar um jogo de chaves perfil “L” para parafusos sextavados, paquímetro, canetas, ferramenta de eliminar rebarbas e calculadora;
- Prateleira: para acomodação de ferramentas, acessórios e dispositivos.

Figura 5 - Acessórios da célula de trabalho

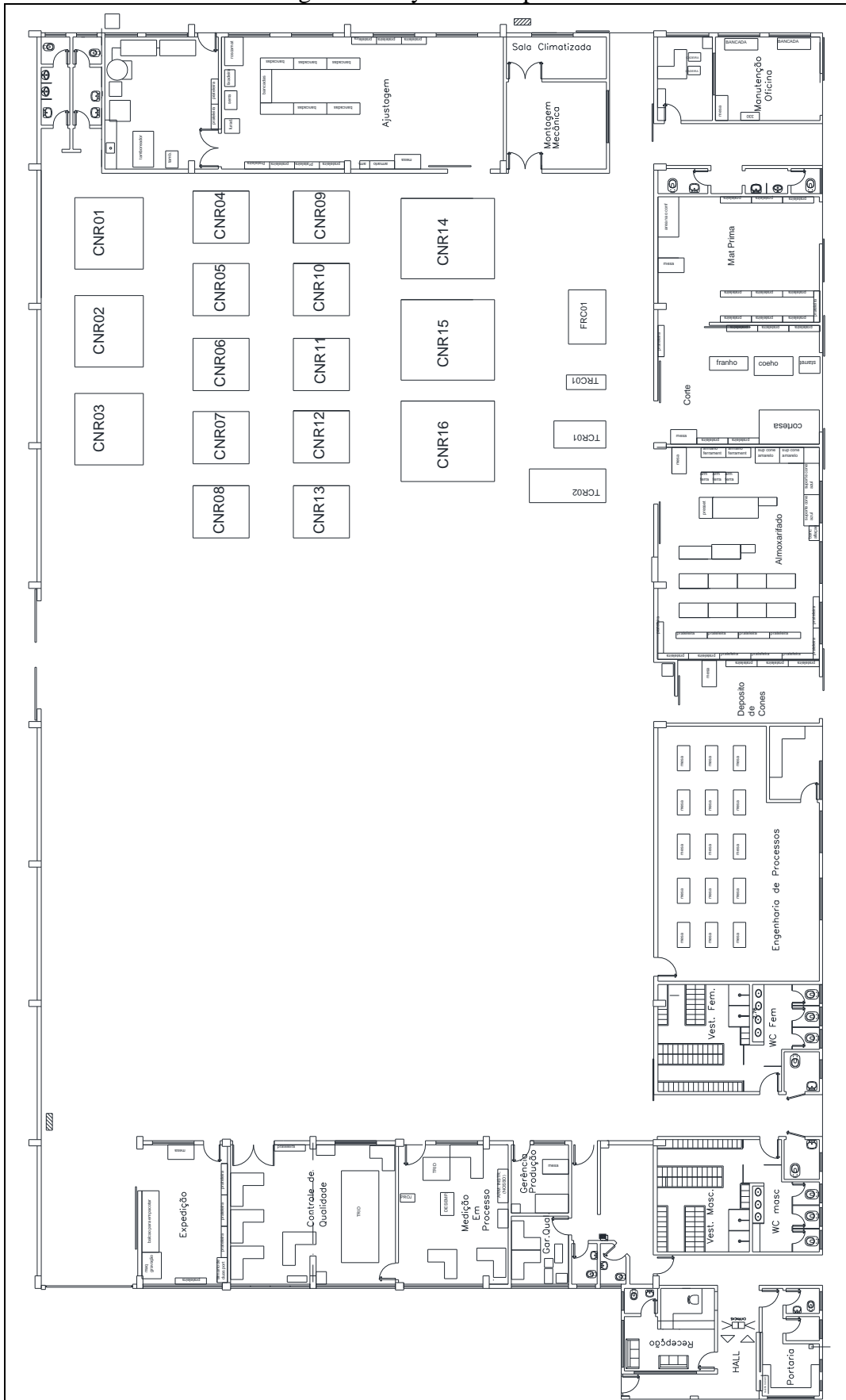


Fonte: Empresa de usinagem (2011)

A Figura 6 mostra o *layout* da empresa, onde observa-se a disposição das máquinas, células de manufatura e os vários departamentos administrativos, sendo eles fiscal, recursos humanos, qualidade, engenharia de processos, PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção), expedição e produção.



Figura 6 - Layout da empresa



Fonte: Empresa de usinagem (2011)

O fluxograma da Figura 7 mostra uma breve descrição da seqüência do fluxo produtivo dentro da empresa. O processo de usinagem das peças inicia-se com o recebimento da matéria-prima (operação 10). Neste caso, por tratar-se de uma industrialização (prestação de serviços de usinagem), a matéria-prima é enviada pelo cliente.

Após a inspeção de recebimento, o material é encaminhado para as operações de usinagem (operação 20). Ao longo do processo de usinagem também são realizadas inspeções de qualidade periodicamente, sendo estas determinadas de acordo com as características de cada peça e registradas na ficha de inspeção *in process*.

Ao término das operações de usinagem, as peças são encaminhadas para a operação de ajustagem (operação 30), onde as rebarbas são eliminadas das peças.

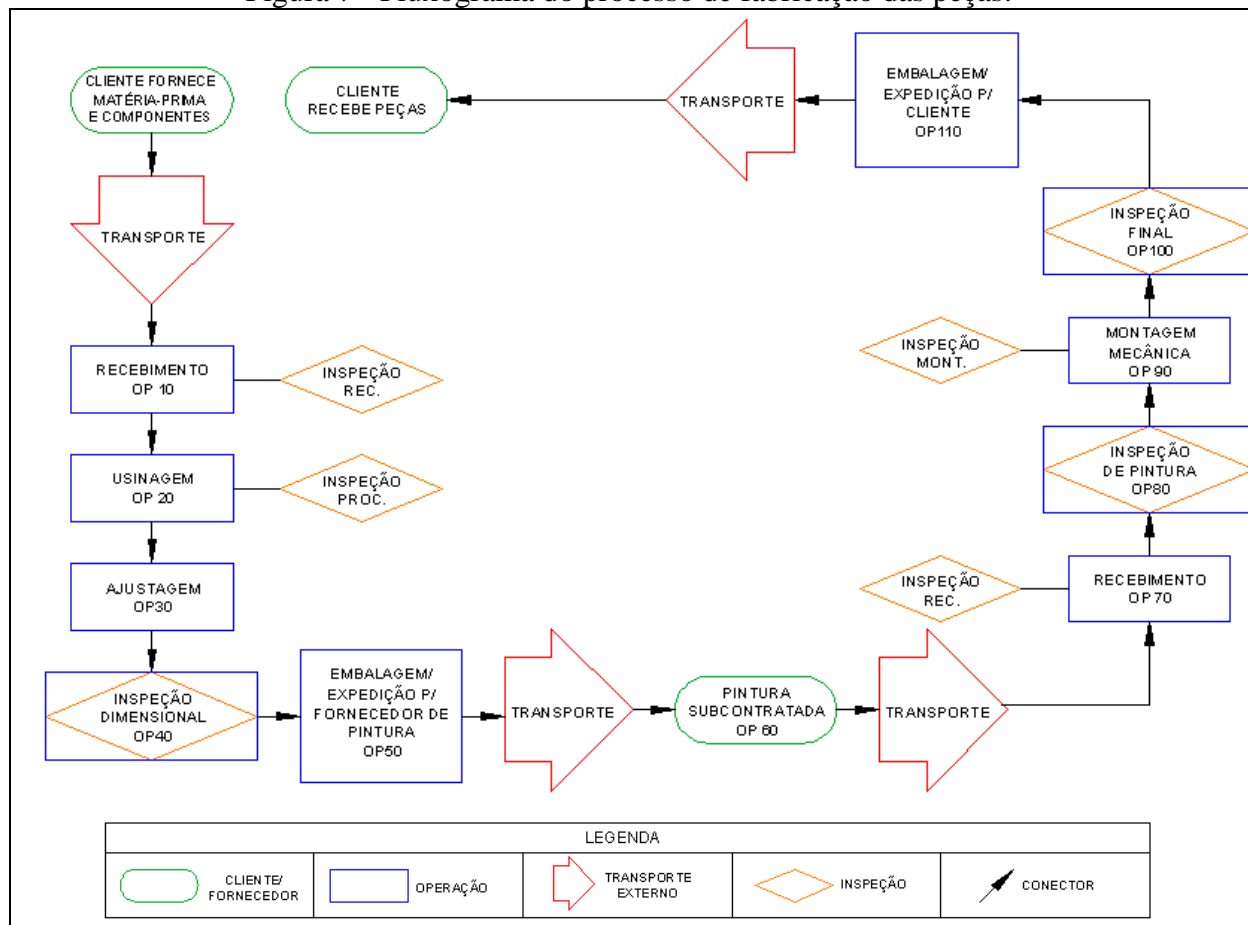
Em cumprimento a um requisito específico do mercado cliente desta industrialização (indústria aeronáutica), inspeções dimensionais completas são necessárias em 100% das peças usinadas. Para atender este requisito é necessária a existência da operação 40 (inspeção dimensional).

Como parte de sua estratégia comercial, a empresa de usinagem propõe o fornecimento de soluções completas a seus clientes. Por esta razão, serviços de pintura e tratamentos superficiais em geral são sub-contratados para as peças usinadas, o que justifica as operações 50, 60, 70 e 80, assim como todos os transportes que ocorrem entre elas e as respectivas inspeções.

Ainda como parte da estratégia de fornecimento de soluções completas, há uma célula de trabalho onde são realizadas pequenas montagens mecânicas nas peças (operação 90). Nesta célula são feitas uniões mecânicas com a utilização de adesivos ou rebites, instalações de buchas em alojamentos com interferência e instalação de rótulas e rolamentos. Durante as montagens mecânicas também são realizadas inspeções *in process*.

Após todo o processo de montagem, antes que as peças sejam embaladas e enviadas ao cliente (operação 110), é realizada a inspeção final (operação 100), onde é gerado um relatório com os resultados obtidos nas inspeções e um certificado de qualidade para cada lote de peças.

Figura 7 - Fluxograma do processo de fabricação das peças.



Fonte: Empresa de usinagem (2001).

### 3.3.1 Célula de montagem mecânica

A célula de montagem mecânica, localizada no final do fluxo produtivo, faz parte de uma estratégia da empresa para fornecer soluções completas a um de seus principais clientes. Basicamente, são realizadas pequenas montagens como instalação de buchas com interferência, uniões mecânicas através de rebites e instalação de rolamentos com montagem sob pressão ou com anel de fixação.

Existe, portanto, nesta célula de montagem mecânica, a necessidade de utilização de uma grande variedade de componentes, tais como buchas, rebites, porcas com flange, suportes, entre outros. Todos esses componentes, assim como a matéria-prima para a usinagem das peças, são fornecidos pelo cliente pois, como mencionado anteriormente, o atendimento a este cliente é apenas uma prestação de serviços, ou seja, uma industrialização.

Figura 8 – Peça usinada com montagem de buchas



Fonte: empresa de usinagem (2001).

Figura 9 – Peça usinada com componentes fixados por rebites



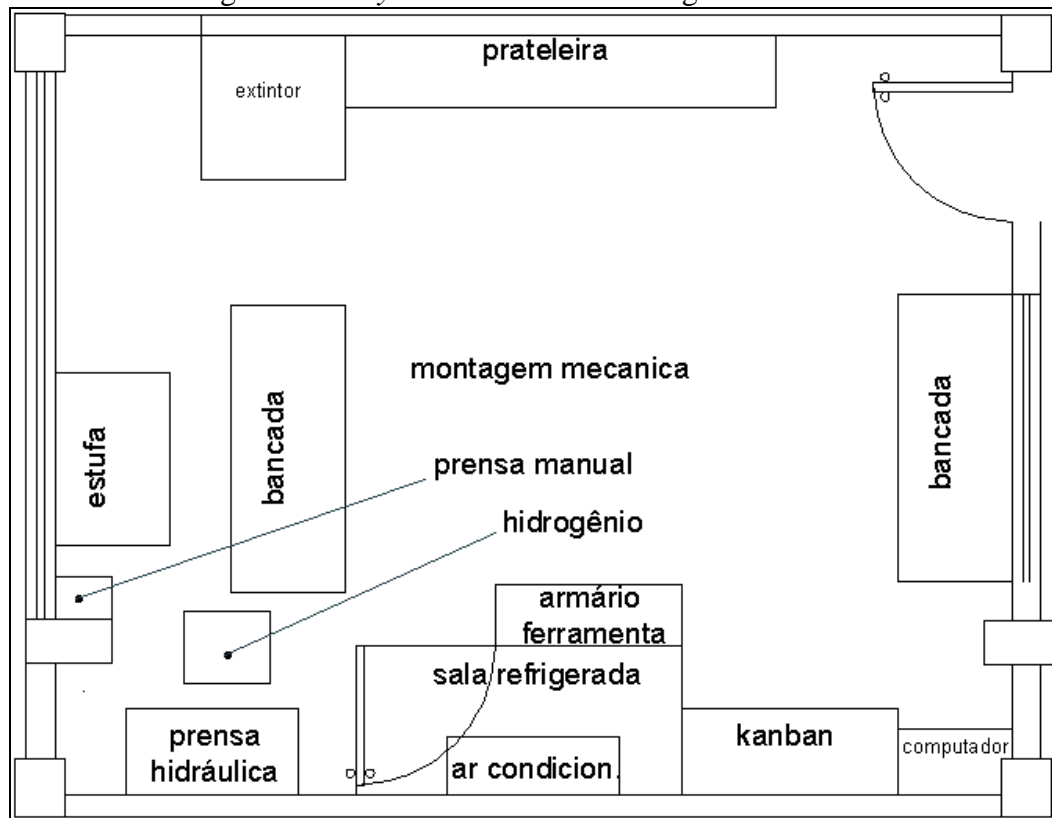
Fonte: empresa de usinagem (2001).

Os equipamentos existentes nesta célula são os seguintes:

- 01 Forno para aquecimento de peças durante a montagem de buchas com interferência.
- 01 Tanque com hidrogênio líquido para resfriamento de buchas para montagens com interferência.
- 01 Prensa hidráulica.
- 01 Prensa manual.
- 01 Sala refrigerada com ar condicionado para armazenagem de perecíveis.
- 01 Computador para realização de apontamentos e acesso a documentos e normas inerentes ao processo de montagem.
- 01 Prateleira para acomodação das caixas com as peças que aguardam montagem.
- 01 Prateleira com caixas para armazenagem dos componentes no *kanban*.
- 02 Bancadas para a realização das montagens.

A disposição destes equipamentos é indicada na Figura 10, que mostra o layout da célula de montagem mecânica.

Figura 10 - *Layout* da célula de montagem mecânica.



Fonte: Empresa de usinagem (2011).

A armazenagem dos componentes é realizada em caixas plásticas, que ficam em uma prateleira metálica onde são indicadas as posições de armazenagem de acordo com um sistema de referenciamento de linhas e colunas. Ao todo, são sessenta posições e cada uma delas tem uma posição de *backup* correspondente em uma prateleira ao lado.

Figura 11 – Armazenagem dos componentes do *kanban*



Fonte: Empresa de usinagem (2011).

Quando os componentes de uma determinada posição acabam, é indicada a necessidade de reposição deste componente no quadro *kanban*, e passa-se a utilizar os componentes da posição *backup*. O posicionamento do cartão no quadro varia de acordo com a criticidade da necessidade de reposição e conforme a espera pelo pagamento.

Para o fornecedor dos componentes, ou seja, o cliente, a necessidade de reposição da posição é indicada numa planilha eletrônica que é transmitida semanalmente por correio eletrônico. Esta planilha representa exatamente as demandas inidcadas no quadro *kanban*.

Figura 12 – Quadro *kanban*



Fonte: Empresa de usinagem (2011).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de análise documental realizada na célula de montagens mecânicas entre fevereiro e outubro de 2011, contabiliza-se que a quantidade de ordens de serviço que passaram pela célula foi de 584 e a quantidade de peças nas quais foi realizada algum tipo de montagem foi de 8.104 peças.

O fluxo de componentes para atender a esta demanda durante o período de análise pode ser observado na Tabela 2, assim como a unitização de cada posição (quantidade de componentes armazenados em cada caixa), a quantidade de ordens de serviço com demanda por cada componente e também a quantidade de reposições realizadas em cada posição de armazenagem.

Tabela 2 – Consumo de componentes entre fevereiro e outubro de 2011

<b>Componente/ Posição de armazenagem</b>	<b>Quantidade/ Unitização da posição</b>	<b>Consumo de componentes (8 meses)</b>	<b>Ordens c/ demanda pelo componente</b>	<b>Reposições nas posições de armazenagem (8 meses)</b>
A1	10	0	0	0
A2	420	4.398	70	10
A3	10	0	0	0
A4	1000	5.835	84	6
A5	100	5560	47	56
A6	90	1.248	21	14
A7	150	644	11	4
A8	100	1.016	20	10

Fonte: Dados da pesquisa (2011).

Tabela 2 – Consumo de componentes entre fevereiro e outubro de 2011

<b>Componente/ Posição de armazenagem</b>	<b>Quantidade/ Unitização da posição</b>	<b>Consumo de componentes (8 meses)</b>	<b>Ordens c/ demanda pelo componente</b>	<b>Reposições nas posições de armazenagem (8 meses)</b>
B1	140	926	19	7
B2	60	174	5	3
B3	500	3.816	21	8
B4	60	147	4	2
B5	20	60	2	3
B6	30	0	0	0
B7	130	803	18	6
B8	50	0	0	0
C1	10	503	32	50
C2	150	637	36	4
C3	20	321	9	16
C4	150	596	16	4
C5	20	148	3	7
C6	30	56	2	2
C7	400	1.750	18	4
C8	100	2688	63	27
D1	60	806	14	13
D2	20	199	10	10
D3	30	172	3	6
D4	10	0	0	0
D5	10	49	7	5
D6	10	0	0	0
D7	20	86	3	4
D8	100	785	15	8
E1	20	59	17	3
E2	30	108	5	4
E3	10	78	7	8
E4	10	46	3	5
E5	30	134	11	4
E6	30	24	2	1
E7	4390	0	0	0
E8	100	24	1	0
F1	20	76	5	4
F2	10	137	10	14
F3	30	5	1	0
F4	520	528	5	1
F5	10	194	11	19
F6	3	0	0	0
F7	10	13	1	1
F8	10	24	3	2

Fonte: Dados da pesquisa (2011).



Tabela 2 – Consumo de componentes entre fevereiro e outubro de 2011

Componente/ Posição de armazenagem	Quantidade/ Unitização da posição	Consumo de componentes (8 meses)	Ordens c/ demanda pelo componente	Reposições nas posições de armazenagem (8 meses)
G1	500	48	1	0
G2	150	496	5	3
G3	300	116	8	0
G4	40	12	1	0
G5	20	3	1	0
G6	200	3	20	0
G7	20	57	7	3
G8	160	0	0	0
H1	10	53	9	5
H2	20	54	5	3
H3	40	24	1	1
H1	200	24	1	0
H2	40	20	2	1
H3	20	6	1	0
H4	100	6	1	0

Fonte: Dados da pesquisa (2011).

Nota-se que para alguns componentes o consumo foi elevado e, conseqüentemente, as reposições ocorreram com maior freqüência na posição de armazenagem. Entretanto, para outros componentes, o consumo foi muito pequeno e, em alguns casos, nenhum componente foi demandado no período em que a análise foi realizada.

Para os casos de baixo ou nenhum consumo, caracteriza-se que a armazenagem do componente foi realizada durante um longo período e, portanto, a essência primordial do *kanban*, ou seja, a promoção do fluxo unitário de materiais no momento e na quantidade exatos, não se caracterizou nestes casos.

Durante o período de observações, também foram constatadas situações nas quais algumas ordens aguardavam períodos de cerca de uma semana para serem montadas por falta de componentes. Esta é outra situação que foge dos princípios do sistema *kanban*.

## 5 CONCLUSÃO

Algumas vantagens foram observadas na utilização do sistema denominado *kanban* pela empresa de usinagem, como por exemplo, o controle do estoque de componentes através do gerenciamento visual, ou seja, através do quadro *kanban*. A utilização desta forma de trabalho agiliza a reposição dos estoques e dispensa a necessidade de inventários, facilitando a indicação da necessidade de reposição do estoque quando necessário.

Entretanto, não se pode afirmar que o método de trabalho no gerenciamento deste estoque de componentes caracteriza um método *kanban* na essência pura desta filosofia de trabalho. O fato de alguns componentes permanecerem estocados por longos períodos sem haver demanda pelos mesmos e também a ocorrência de alguns casos de espera por falta de componentes, fazem com que não seja promovido o fluxo de materiais no momento e na quantidade exatos.

Para sanar estas deficiências, é necessário que cada posição de armazenagem seja avaliada de acordo com seu histórico de consumo e, conseqüentemente, redimensionada para melhor promover o fluxo unitário de componentes. Desta forma, serão evitadas situações de esperas por eventuais faltas de componentes e para que o oposto também não ocorra, ou seja, para que os componentes não fiquem estocados por longos períodos de tempo.

## REFERÊNCIAS

- BALLOU, R. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais, distribuição física. São Paulo: Atlas, 2007.
- DANTAS, M. S. M. et al. **Logística e distribuição**: definições e evolução da logística em um contexto global. 2006. 5f. Dissertação (XIII Simpósio de Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia de Bauru - FEB, Bauru, 2006.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookmam, 2008.
- DIAS, M. A. F. **Administração de materiais**: uma abordagem logística. São Paulo: Atlas, 1993.
- FERRAES NETO, F. ; KÜEHNE JÚNIOR, M. Coleção gestão empresarial FAE Gazeta do Povo. Curitiba: Associação Franciscana de Ensino Senhor Bom Jesus, 2002.
- HAY, E. J. **Just-in-time**: Um Exame dos Novos Conceitos de Produção: 1ª ed. São Paulo: Maltese-Norma, 1992
- KIM, W. C.; MAUBORGNE, R. **A estratégia do oceano azul**. São Paulo: Campus, 2005.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota**: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo: Porto Alegre: Bookmam, 2005.
- MOURA, R.A. **Check sua logística interna**. São Paulo: IMAM, 1998.
- NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**: estratégias, operações e planejamento. Rio de Janeiro: Campos, 2001.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. 1. ed. São Paulo: Bookman, 1997.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

Botucatu, 16 de janeiro de 2012.

---

Marcelo Keiji Siono

De Acordo:

---

Prof. Vicente Marcio Cornago Junior  
(orientador)

Botucatu, 16 de janeiro de 2012.

---

Profa. Ms. Bernadete Rossi Barbosa Fantin  
Coordenadora do Curso de Logística