

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CLAYTON DE SOUZA GUIMARÃES

**UM ESTUDO DE CASO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA  
NIVELADO DE PRODUÇÃO**

CURITIBA  
2015

CLAYTON DE SOUZA GUIMARÃES

**UM ESTUDO DE CASO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA  
NIVELADO DE PRODUÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de produção, turma 2014 da, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Willy Khede Cardoso.

CURITIBA  
2015

# UM ESTUDO DE CASO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA NIVELADO DE PRODUÇÃO

## A CASE STUDY OF IMPLEMENTATION OF PRODUCTION LEVELED SYSTEM

Clayton de Souza Guimarães\* Email: [clayton\\_sg@msn.com](mailto:clayton_sg@msn.com)

Willy Khede Cardoso \*\* Email: [cardoso.willy@gmail.com](mailto:cardoso.willy@gmail.com)

\* Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba/PR

\*\* Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), Curitiba/PR

### Resumo:

O objetivo deste artigo é mostrar a implementação de um sistema *kanban* de produção numa linha de produção de peças automotivas.

O artigo apresenta a introdução do sistema *kanban*, apresenta a metodologia do estudo de caso utilizado, apresenta a empresa Faurecia onde foi realizado o trabalho e demonstra a situação anterior ao *kanban*, mostra que o *kanban* de posicionamento era a melhor opção a ser utilizada na montagem e como foi calculado o cartão *kanban* para a produção da solda e movimentação, foi desenhado o fluxo do sistema *kanban* e verificado o resultado após a implementação do *kanban* foi comparados os indicadores para verificar a melhoria.

Após isso é apresentada uma análise de cada melhoria no indicador e finalizada com as conclusões acerca da implementação do sistema *kanban* na linha de produção.

**Palavras-chave:** *Kanban*, Posicionamento, Quadro, Nivelamento, Automotivo.

### Abstract:

The objective of this article is to show the implementation of a *kanban* production system in a production line of automotive parts.

The article presents the introduction of *kanban* system, presents the case study methodology used, presents the Faurecia company which had undertaken the work and shows the previous situation before *kanban* system, shows that the positioning *kanban* was the best option to be used in assembly line and how was calculated the *kanban* card for welding production and for movement, it was designed the flow of the *kanban* system and verify the results after the implementation of *kanban* system and compared the indicators to monitor the improvement.

After it is presented an analysis of each improvement in the indicator and ended with the conclusions about the implementation of *kanban* system on the production line.

**Key-words:** *Kanban*, Positioning, Board, Leveling, Automotive

## 1. INTRODUÇÃO

O sistema *kanban* é uma ferramenta da Manufatura Enxuta que foi desenvolvida na década de 60 pelos engenheiros da *Toyota Motors* com o objetivo de tornar simples e rápidas as atividades de programação, controle e acompanhamento de sistemas de produção em lotes (TUBINO, 1999).

Com o agravamento da crise no Brasil, principalmente no setor automotivo, buscar técnicas para a melhoria da produtividade, visando a redução de custos tornou-se essencial para todas as empresas que desejam manter a competitividade com seus concorrentes.

Este artigo visa mostrar um estudo de caso em que o sistema *kanban* foi implantado numa linha de produção da empresa Faurecia com o objetivo de reduzir o estoque de produtos acabados, reduzir o estoque em processo, nivelar o trabalho do operador de empilhadeira nos dois turnos, nivelar os estoques das referências, produzir no processo final o que será necessário no momento necessário e informar os processos anteriores da necessidade de produção.

Para implementação do sistema *kanban*, será necessário a construção de um quadro de nivelamento de produção, um lançador para ordenar a sequência que deve ser feita a produção, confecção dos cartões *kanban*, cálculo da necessidade de *kanbans*, cálculo do tamanho do estoque de saída de linha e cálculo do tamanho da entrada de linha.

O artigo apresenta em sua primeira parte o referencial teórico, em que serão tratados os conceitos, as abordagens de alguns autores e a discussão de suas ideias, na segunda parte será exposto a metodologia utilizada neste artigo, a terceira parte tratará do desenvolvimento do artigo, onde será descrito a pesquisa realizada e apresentado os resultados para análise e discussão, a última parte trará a conclusão, em que será resumido o que foi feito, apresentados os resultados e conclusões da pesquisa realizada.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Depois da II Guerra Mundial, a Toyota recebeu uma autorização do GHQ (General Head Quarters) do exército americano para fabricar caminhões com o propósito de reconstruir a empresa (MOURA, 1989).

Embora já havia sido desenvolvido nos EUA, métodos para produção em massa de um único modelo a baixo custo (o sistema Ford), a Toyota não podia adotar esse sistema, pois ela necessitava de uma produção diversificada em pequena quantidade (MOURA, 1989).

De 1945 a 1950 a Toyota testou métodos diferentes de produzir automóveis de muitos tipos de eficiência, mas encontrou muita resistência dos empregados (MOURA, 1989).

Na década de 60 os executivos da Toyota foram aos EUA para uma visita a Ford e a General Motors com a intenção de entender o funcionamento dos seus sistemas de produção (JUNIOR).

Durante essa viagem ficou evidente para os japoneses que uma produção em massa e conseqüentemente os grandes volumes não seriam a melhor opção, pois o Japão apresentava um mercado reduzido com uma demanda fragmentada (MOURA, 1989).

A visita aos EUA não foi perdida, durante uma ida a um supermercado um executivo chamado Taiichi Ohno teve uma inspiração, ele observou que à medida em que os produtos eram vendidos a reposição era automaticamente realizada, tudo de forma visual e sem a necessidade de um pedido (ASSEF).

Ele observou que os produtos estavam em prateleiras que eram retiradas pelos próprios consumidores, na prateleira havia uma etiqueta com as informações indispensáveis sobre o produto, que as prateleiras continham maior ou menor quantidade de produtos em função de sua demanda e que os repositores abasteciam a prateleira de acordo com a venda dos produtos (ASSEF). Nesse momento nascia o Sistema *Kanban* de Produção.

No sistema *kanban* de puxar a produção não se produz nada até que o cliente de seu processo solicite a produção de determinado item. Neste caso, a programação da produção usa as informações do Plano Mestre de Produção (PMP) para emitir ordens apenas para o último estágio do processo produtivo, normalmente a montagem final, assim como para dimensionar as quantidades de *kanbans* dos estoques em processos para os demais setores (TUBINO, 1997).

O sistema *kanban*, uma vez dimensionado com base no PMP, executa em sua sistemática de funcionamento as atividades de administração de estoques, sequenciamento, emissão, liberação e acompanhamento e controle das ordens referentes a um programa de produção (TUBINO, 1997).

Conforme a função que exercem, os cartões *kanban* dividem-se em dois grupos: os cartões *kanban* de produção e os cartões *kanban* de requisição e movimentação (TUBINO, 1997).

O cartão *kanban* de produção funciona como uma ordem de produção e o cartão *kanban* de requisição e movimentação funciona como uma ordem de requisição de material (TUBINO, 1997).

O sistema *kanban* pode ser adaptado para trabalhar em diferentes situações, porém, existem algumas “regras” para tirar o máximo proveito desse sistema de programação (TUBINO, 1997, p. 203):

Regra 1: O processo subsequente (cliente) deve retirar no processo precedente (fornecedor) os itens de sua necessidade apenas nas quantidades e no tempo necessário, qualquer requisição de itens sem um cartão *kanban* autorizando-a é proibida.

Regra 2: O processo precedente deve produzir seus itens apenas nas quantidades requisitadas pelo processo subsequente, qualquer produção diferente da autorizada pelo cartão *kanban* está proibida.

Regra 3: Produtos com defeito não devem ser liberados para os clientes.

Regra 4: O número de *kanbans* no sistema deve ser minimizado.

Regra 5: O sistema *kanban* deve adaptar-se a pequenas flutuações na demanda.

O sistema *kanban* de produção atua dentro do PCP no nível operacional de curto prazo, ou seja, executa as atividades de programação, acompanhamento e controle da produção de forma simples e direta (TUBINO, 1997, p. 213) substituindo as funções de administração dos estoques, sequenciamento do programa de produção, emissão de ordens pelo PCP e liberação de ordens aos postos de trabalho permitindo o acompanhamento e controle visual e automático do programa de produção (TUBINO, 1997, p. 213).

Além das vantagens obtidas nas atividades do PCP, o sistema *kanban* proporciona vários benefícios para a empresa como (TUBINO, 1997, p. 214):

- a) O sistema *kanban* de produção estimula a iniciativa e o sentido de propriedade dos trabalhadores;
- b) Facilita o trabalho de grupos de melhorias;
- c) Dispensa a necessidade de inventários periódicos;
- d) Estimula o emprego do conceito de operador polivalente;

- e) Sincronização e alinhamento da produção e abastecimento entre os diversos departamentos;
- f) Flexibilidade de produção;
- g) Controle visual, em tempo real, da situação da demanda e estoques de cada área e cada material ou produto;
- h) Aumento da capacidade produtiva;
- i) Redução de inutilizados e outras perdas;
- j) Detecção imediata de gargalos de produção ou abastecimento;
- k) Detecção precoce de problemas de qualidade.

Como todo processo além das vantagens há desvantagens que também devem ser consideradas (NOGUEIRA, 2012):

- a) Requer mudança no *layout* da fábrica para propiciar um fluxo de produção em pequenos lotes e uniforme;
- b) Requer mudança de equipamentos para diminuir os tempos de preparação de ferramentas;
- c) Requer que a qualidade dos produtos seja próxima a 100%, pois um contenedor com peças defeituosas paralisa a linha à frente;
- d) Requer mudanças de procedimentos de trabalho para uniformizar o fluxo de informação;
- e) Dificuldade quanto ao comprometimento dos funcionários no início do processo.

Foi levado em conta todas as situações para implementação do sistema *kanban* de produção e verificado a possibilidade de implantação do mesmo.

### 3. METODOLOGIA

O estudo de caso foi escolhido como abordagem metodológica de pesquisa por ser considerado o mais adequado diante do objetivo pretendido. Yin (2001 apud MELLO C. H. P., TURRIONI J. B, 2012) define o estudo de caso como uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno contexto não estão claramente definidos.

Yin (1993 apud MELLO C. H. P., TURRIONI J. B, 2012), ainda define que há três tipos de estudo de caso, dependendo dos objetivos para o qual ele é usado: exploratório, explanatório e descritivo. Neste trabalho será utilizado o estudo de caso descritivo que tem por objetivo mostrar ao leitor a realidade como ela é, sem estabelecer relações de causa e efeito.

Eisenhardt (1989 apud MELLO C. H. P., TURRIONI J. B, 2012) considera que a seleção dos casos é um aspecto importante na construção de teorias a partir dos

estudos de caso. Nesse trabalho será feito o estudo de um caso único de implantação em uma linha de produção. Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002 apud MELLO C. H. P., TURRIONI J. B, 2012) afirmam que o estudo de caso único tem suas limitações. A principal é o limite para a generalização das conclusões, modelos ou teorias desenvolvidas a partir do mesmo, incluindo o risco de mau julgamento de um único evento e na facilidade de se exagerar com os dados disponíveis.

O primeiro passo para iniciar a pesquisa de campo é conseguir acesso à organização que será a unidade de investigação. Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002 apud MELLO C. H. P., TURRIONI J. B, 2012) consideram que o primeiro contato ideal deveria ser com um funcionário com certo nível hierárquico na empresa que possa abrir as portas onde for necessário. O realizador desse trabalho possui nível de supervisão na empresa a ser estudada, que deve facilitar o acesso a todos os dados necessários.

Para Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002 apud MELLO C. H. P., TURRIONI J. B, 2012) é particularmente importante prestar atenção à confiabilidade e validade nas pesquisas de estudo de caso. Yin (2001 apud MELLO C. H. P., TURRIONI J. B, 2012) afirma que quatro testes vêm sendo comumente utilizados para determinar a qualidade de qualquer pesquisa social empírica: a validade do constructo, a validade interna, a validade externa e a confiabilidade.

Para Yin (2001 apud MELLO C. H. P., TURRIONI J. B, 2012) o maior erro que se comete ao se realizar estudos de casos é conceber a generalização estatística como método de generalizar os resultados do caso, uma vez que os casos não são unidades de amostragem. Ou seja, o estudo de caso é generalizável a proposições teóricas e não a populações ou universos.

#### **4. DESENVOLVIMENTO**

A Faurecia é uma empresa multinacional francesa fornecedora em quatro diferentes setores da indústria automobilística, *automotive seating* (bancos automotivos), *interior systems* (sistemas de interior), *automotive exterior* (exterior automotivo) e *emissions control technologies* (tecnologia de controle de emissões).

Localizada no município de Quatro Barras, região metropolitana de Curitiba, a Faurecia Automotive do Brasil faz parte da divisão de bancos automotivos,

fornecendo estruturas metálicas de bancos para as montadoras Renault, Peugeot-Citröen, Fiat, Volkswagen, General Motors e Ford.

Para a Ford é fornecido o Encosto Dianteiro (EDIA) do banco do projeto B562 (Ford Ka), com uma demanda média diária atual de 665 carros/dia, a Faurecia utiliza uma linha de montagem e duas linhas de solda a laser todas as linhas trabalhando em dois turnos para a fabricação das estruturas para a Ford.

O trabalho consistirá em avaliar o desempenho da linha antes e depois da implementação do sistema *kanban*, implantar e verificar a eficácia do sistema nivelado de produção *kanban* nas linhas de produção utilizadas para a Ford, a fim de otimizar os processos de separação de cargas, controle de estoques, nivelamento do *mix* de produção (esquerdo e direito), flexibilizar a linha de produção, melhorar a detecção de problemas de qualidade e sincronizar e alinhar as linhas de produção.

#### **4.1. Situação Inicial**

Para definir a situação inicial do processo, será definido alguns indicadores que mais tarde após as alterações serão novamente analisados para verificar se houve melhora no processo:

- a) Acuracidade de inventário: Corresponde a diferença entre o estoque físico e o saldo contábil, será utilizado a acuracidade do estoque acabado e do estoque em processo.
- b) Cobertura do estoque: Mede o tempo em que o estoque existente e suficiente para atender a demanda sem a necessidade de reposição, nesse caso a cobertura do estoque medirá apenas o estoque de produto acabado.
- c) Giro do estoque: Este cálculo fornece o número de vezes em que os estoques foram utilizados em um determinado período, será calculado apenas o giro do estoque do produto acabado.
- d) Área de estoque utilizada: Mede a área utilizada para armazenagem do estoque, será calculada a área utilizada para armazenagem do estoque acabado e a preparação de carga.

A tabela 1 que mostra a situação inicial dos indicadores:

Acuracidade de inventário do estoque acabado	95%
Acuracidade de inventário do estoque em processo	85%
Cobertura do estoque de produto acabado	2 dias
Giro do estoque de produto acabado	10 vezes/mês
Área utilizada para armazenagem de estoque	26,2 m <sup>2</sup>
Área utilizada para preparação de carga	64,8 m <sup>2</sup>

Tabela 1: Situação inicial dos indicadores utilizados

Durante o levantamento desses dados foram verificadas algumas outras situações que não transparecem no indicador, tais como:

- 1- Desnívelamento do estoque: Foi verificado que há diferenças no estoque entre o lado direito e o lado esquerdo. Isto não deveria acontecer, pois todos os carros saem com uma peça de cada lado, e os pedidos do cliente são exatamente iguais entre os lados.
- 2- As retiradas da produção não são cadenciadas, ou seja, o operador separa a carga toda de uma vez, gerando um “efeito chicote” na produção.
- 3- Quando há a necessidade de revisão de estoque, o estoque está muito cheio e perde-se muito tempo.
- 4- A montagem final produz o que a solda “empurra”, sem verificar a demanda do cliente.

#### 4.2. Implantação

O primeiro passo para se implantar o *kanban* é calcular a necessidade de cartões *kanbans* para que o sistema se desenvolva perfeitamente. Para essa tarefa, a Faurecia dispõe de uma planilha chamada de *loop size* que calcula a quantidade de cartões necessários mediante a entrada de dados.

Para o preenchimento desta planilha será necessário: tempo de abertura da produção diário (h), definição de tempo de cobertura para incidentes na linha (h), tamanho da embalagem (mm), tempo de setup (min), quantidade de estações de trabalho em cada linha, tempo de espera após o processo (h), tempo de abertura do cliente (h), período de retiradas (min), referências, demanda do cliente diária, definição de peças/UM (unidade de movimentação) e tempo de ciclo (seg).

Para a definição do tempo de cobertura para incidentes foi tomado como base o histórico de intervenções da manutenção, em que se verificou que o tempo máximo

de parada da linha de montagem é de 30 min e o tempo médio é de 10 min e nas linhas de solda o tempo máximo de parada é de 2 horas e o tempo médio de 20 min.

O tempo de espera após o processo é o tempo que leva para que a peça possa ser utilizada após o término da caixa. Como a peça não é pintada, não há tempo de cura, então esse tempo é zero minutos para as linhas de montagem e solda.

O tempo de abertura do cliente refere-se ao processo seguinte como sendo o cliente, portanto para a linha de montagem, o cliente será a expedição e para as linha de solda o cliente será a linha de montagem.

O período de retiradas é o intervalo de tempo que cada caixa será retirada do estoque e enviada ao processo cliente.

O tempo de *setup* da linha de montagem cronometrado é de apenas 1 minuto e como há duas linhas de solda, cada linha produz uma referência e não há setup.

As referências da linha de montagem são os códigos 1221433X e 1221434X e as referências das linhas de solda são os códigos 1221418X e 1221419X.

A tabela 2 mostra o levantamento de dados:

	Montagem	Solda
Tempo de abertura da produção	14,6 h	14,6 h
Tempo de cobertura para incidentes	0,16 h	0,33 h
Tamanho da embalagem	1200 mm	600 mm
Tempo de setup	1 min	0 min
Período de retiradas	15 min	15 min
Tempo de espera após o processo	0 h	0 h
Tempo de abertura do cliente	14,6 h	14,6 h
Quantidade de estações de trabalho	3	1
Referências	2	2
Demanda diária do cliente	665 carros/dia	665 carros/dia
Peças/UM	26	12
Tempo de ciclo	35	70

Tabela 2: Tabela de levantamento de informações para preenchimento da planilha *loop size*.

Com as informações colhidas a planilha de *loop size* foi preenchida e verificou-se a necessidade de confecção de 2 *kanbans* de cada referência da montagem e 3 *kanbans* de cada referência da solda.

Nas páginas a seguir as figuras 1 e 2 mostram a planilha *loop size* da solda e montagem preenchida.

Na figura 1 pode-se verificar a necessidade de 2 cartões *kanban* para a montagem e na figura 2 pode-se verificar a necessidade de 3 cartões *kanban* para a solda:

Planilha de Cálculo Loop Size da Linha de Montagem

		Planta: Faurecia Linha: Montagem Ford Data de criação: 15/jun Última atualização: Autor: Clayton	
		Production Kanban loop calculation	
Completar as informações			
<b>Fornecedor</b>		<b>Cliente</b>	
Tempo de produção	v	14,6 (h)	Tempo de abertura do cliente
Cobertura para incidentes	r	0,16 (h)	Período de retrabalhos
Tamanho da embalagem	l	1200 (mm)	
Tempo de setup	d	1 (mn)	
Quantidade de estações de produção	z	3 (p)	
Espera após processo	p	0 (h)	
<b>Dados de ciclo</b>		<b>Lote</b>	
A = total	1330	E = mean	7
C = mean	35		
Referência			
Demanda do cliente (p / day)	a	Tempo de ciclo**	c
Pecas UMI (p)	b	Tempo de setup (mn)	d
		Tamanho do lote (kb)	e
		Construção do lote (h)	f
		Tempo na fila (h)	g
		Tempo de Setup (h)	d
		Produção da 1ª peça (h)	h
		Produção da 1ª UMI (h)	j
		Lote LT (h)	m
		Cobertura Incidentes (h)	r
		Retirada (h)	u
		Diferença Abertura (h)	n
		Espera de Processo (h)	p
		Estoque (peças)	q
		Quantidade de Kanbans (kb)	k
		Tamanho max estoque (m)	kl
1221433X	665	26	35
1221434X	665	26	35

\* Cálculo automático do tamanho do lote (tempo de produção lote = 10x tempo de setup) não previne a escolha de um lote menor  
 \*\* Em alguns casos, pode-se escolher o número total de referências que pode ser produzidas ao mesmo tempo  
 \*\*\* Para máquina trabalhando com lotes (ex. fornos), c = tempo de ciclo da máquina / tamanho do lote

Figura 1: Planilha loop size da montagem preenchida



Na saída da linha da montagem, devido à quantidade de apenas duas caixas de produtos acabados por referência, definiu-se eliminar o estoque de produtos acabados e fazer com que a saída de linha suportasse as quatro caixas, ganhando assim área de estoque, maior controle visual e diminuição de inventários.

Para o cálculo da entrada de linha definiu-se que devido às coletas serem realizadas a cada quinze minutos, a fim de evitar falhas de coleta, a entrada de linha deve ter capacidade para suportar duas coletas, assim, a capacidade da entrada de linha será de 3 gancheiras de cada referência.

A saída de linha da solda deve suportar a mesma quantidade, assim também foi definida a saída de 3 gancheiras de cada referência.

Foi definido que seria usado o *kanban* de posicionamento e não haveria cartões *kanban* de produção para a montagem, pois, com a definição de retirar o estoque de acabados e utilizar a saída de linha da montagem como estoque o *kanban* de posicionamento seria o mais indicado neste caso.

O *kanban* de posicionamento serve como uma ordem de produção para o processo assim que verificada que a posição que deveria ter uma caixa se encontra vazia. Ele deve funcionar da seguinte forma: cada vez que o operador de logística retira uma das caixas da saída de linha da montagem para preparação do embarque, fica um espaço vazio. O operador de produção verifica que há um espaço vazio e inicia a produção de uma nova caixa para substituir a caixa retirada pelo operador de logística, preenchendo novamente todos os espaços. Assim, quando o operador de logística retirar mais uma caixa inicia-se o ciclo novamente.

Para o abastecimento da linha de montagem foram criados os cartões *kanban* de movimentação para autorizar e solicitar o abastecimento de peças na entrada da linha de montagem. Foram feitos 3 cartões para cada referência conforme a capacidade da entrada da linha. A figura 3 mostra o modelo do cartão *kanban* de movimentação:

 <b>KANBAN DE MOVIMENTAÇÃO</b> 			1221418X
Código:	Embalagem:	Fornecedor	
1221418X	<b>Gancheiras</b>	<b>Solda Ford</b>	
Descrição	Pçs/Emb.	Cliente	
<b>Encosto Diant. Dir. Ford Soldado</b>	12	<b>Montagem Ford</b>	

Figura 3: Modelo do Cartão *Kanban* de Movimentação

Para dar a ordem de produção para as linhas de solda foram criados os cartões *kanban* de produção. Foram feitos 3 cartões para cada referência conforme cálculo de necessidade de cartões realizada na planilha *loop size* mostrada anteriormente. A figura 4 mostra o modelo do cartão *kanban* de produção:

 <b>KANBAN DE PRODUÇÃO</b> 		1221418X	
Código:	Embalagem:		Fornecedor
1221418X	Gancheiras		Solda Ford
Descrição	Pçs/Emb.		Cliente
Encosto Diant. Dir. Ford Soldado	12	Montagem Ford	

Figura 4: Modelo do cartão *kanban* de produção da solda

Para diferenciar os dois tipos de cartões *kanban*, foi utilizado o recurso de imprimir cada cartão em uma cor diferente para que não se perca o cartão e não se misture, faltando, assim, cartão de produção e excesso de cartão de movimentação ou vice-versa. Dessa forma o cartão de movimentação foi impresso na cor verde e o cartão de produção foi impresso na cor azul.

O funcionamento do cartão deve ser realizado da seguinte forma: Assim que o operador da linha de montagem retira a primeira peça da gancheira ele retira o cartão de movimentação e coloca numa caixa para solicitar a movimentação de uma nova gancheira.

O operador de logística que faz a movimentação pega esse cartão, vai até a saída de linha da solda e retira uma gancheira colocando o cartão de movimentação e retirando o cartão de produção.

O cartão de produção é, então, colocado na fila de produção para que a linha de solda reponha a gancheira retirada e o operador de logística leva a gancheira cheia para a entrada de linha da montagem, e assim repete-se o ciclo durante todo o dia, quantas vezes se fizer necessário de acordo com a velocidade da linha.

Cada vez que o cartão *kanban* é retirado da gancheira da saída de linha da solda, o cartão deve ser colocado num lançador para que a produção saiba qual a ordem de retirada e conseqüentemente a ordem que deve ser produzido para a reposição das peças retiradas, esse lançador da produção deve ser feito de forma que tenha uma única entrada e apenas uma saída para que a ordem não seja alterada.

Deve ser construído um quadro para o nivelamento da puxada de produção, chamado de *leveling board* (quadro de nivelamento).

Nesse quadro serão colocados os cartões de movimentação da saída de linha para a preparação da carga e será indicado em qual horário será retirado cada caixa da linha de produção, para a separação do embarque de forma nivelada (ou seja, uma caixa de cada referência por vez).

O quadro terá a puxada a cada quinze minutos, conforme definido na planilha de *loop size*, e sua abertura da janela de puxada será conforme o horário da expedição preenchido na planilha de *loop size*. A figura 5 mostra o modelo do quadro para o 1º turno e para o 2º turno:

1º Turno	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45			
1221433X																																							
1221434X																																							
2º Turno	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	22:00	22:15	22:30	22:45	23:00	23:15	23:30				
1221433X																																							
1221434X																																							

Figura 5: Modelo do quadro nivelador

Os horários em preto são de início de turno onde há um *top 5* com os operadores e *gap* líderes e para *check list* das máquinas e o horário do meio do turno são as paradas para refeições.

Foi confeccionado um cartão *kanban* para a movimentação da saída da linha de montagem para a preparação de carga, para diferenciar dos outros cartões, além das informações diferentes. Foi decidido fazer este cartão na cor branca, na figura 6 segue o modelo do cartão para preparação de carga:

 <b>KANBAN DE MOVIMENTAÇÃO</b> 			1221433X
Código:	Embalagem:	Fornecedor	
1221433X	Caixa Mobil	Montagem Ford	
Descrição	Pçs/Emb.	Cliente	
Encosto Diant. Dir. Ford Montado	26	Expedição	

Figura 6: Modelo do cartão de movimentação para preparação do embarque

Será colocado um cartão em cada espaço (*slot*) do quadro nivelador que será definido conforme a planilha de nivelamento automático de acordo com a abertura da produção e da quantidade de cartões *kanban* por dia. A planilha de nivelamento



Figura 7: Modelo de funcionamento do fluxo do *kanban*

O Analista de PCP recebe os dados do cliente com a programação, programa a linha de produção de acordo com o estoque, os embarques e a capacidade da linha de produção, preenche a planilha de nivelamento automático para definir como ficara o nivelamento e, então, sequencia o quadro nivelador.

O operador de empilhadeira, na hora determinada no quadro nivelador, retira um *kanban* de movimentação, vai até a saída de linha da montagem, retira a caixa e leva a caixa até a área de preparação de embarque.

O operador de produção verifica que ficou um espaço vazio no estoque e inicia a produção da referência com espaço na saída de linha, ele retira uma peça soldada da entrada de linha e coloca o *kanban* de movimentação, para que o operador de logística possa reabastecer. O operador de produção repetirá esse processo quantas vezes forem necessárias para fechar a produção de uma caixa para reposição da peça montada na saída de linha da montagem.

O operador de logística verificará na entrada de linha da montagem que tem um *kanban* solicitando a movimentação, ele pegará esse *kanban* e irá até a saída de linha da solda pegará uma gancheira para levar até a montagem, retirará o cartão *kanban* de produção e colocará o cartão *kanban* de movimentação, o cartão *kanban* de produção ele levará até a fila do *FIFO* (*First In First Out*) e a gancheira com o cartão *kanban* de movimentação ele levará até a entrada de linha da montagem, reabastecendo-a.

O operador de produção da linha da solda verificará que há um cartão *kanban* solicitando a produção de determinada referência, ele então iniciará a produção da referência solicitada neste cartão, completando sua saída de linha e colocando o cartão *kanban* na gancheira agora completa com a produção realizada.

Durante a primeira semana de funcionamento o processo foi supervisionado a todo o momento pelo supervisor de expedição, pelo supervisor de produção, pelo supervisor de PCP e pela gerente de FES para garantir o perfeito funcionamento e a solução rápida de quaisquer problemas e/ou dúvidas que fossem encontradas durante o processo.

Durante a segunda semana diminuiu-se o nível de supervisão no processo, deixando a cargo do *gap* líder da expedição, do *gap* líder da produção e do analista de PCP. Qualquer dúvida que houvesse, se eles não pudessem solucionar, seriam chamados os supervisores para a resolução do problema.

Já durante a terceira semana, o processo ocorreu normalmente, estando os *gap* líderes, analistas e supervisores fora do processo, apenas disponíveis caso surgisse algum problema ou dúvida.

## 5. DIFICULDADES ENCONTRADAS

Durante todo o processo de implantação do novo sistema foram encontrados problemas, por falta de recursos e por resistência dos operadores à nova metodologia adotada.

A decisão de colocar o *kanban* de posicionamento foi tomada devido a experiência anterior do supervisor de PCP que relatou que os cartões eram perdidos no processo, fato que se verificou durante todas as semanas de acompanhamento na linha de solda que tinha o cartão de produção e com os cartões de movimentação.

Para solucionar esse problema, foi definida uma rotina diária de contagem dos cartões *kanban* e quando fosse detectada a perda de algum cartão, seria impresso outro cartão. Quando houvesse mais cartões no processo do que o necessário (quando um cartão perdido é encontrado e volta ao processo), deveria ser destruído o cartão extra, fazendo com que o sistema sempre tenha o número definido de cartões *kanban*. O processo de contagem dos cartões *kanban* de produção ficou a cargo do *gap* líder de produção e a contagem dos cartões *kanban* de movimentação ficou a cargo do *gap* líder da expedição.

Outro problema encontrado foi a resistência dos operadores à nova metodologia de trabalho. Devido às várias tentativas anteriores de implantação de *kanban* mal sucedidas na fábrica. Vários operadores já passaram pela experiência de fazer o *kanban* e não ver resultado, por isso, durante o treinamento foi dada ênfase a essas tentativas anteriores mal sucedidas verificando que elas foram feitas unilateralmente, seja por logística, produção ou FES (Faurecia Excellence System), e que dessa vez as três áreas estavam trabalhando juntas para a implantação da nova metodologia e que dessa vez haveria o acompanhamento de todos durante toda a fase de implantação.

Conforme informado anteriormente, houve problemas de falta de recursos, como materiais de escritório (papel colorido, plástico para plastificação, etc), esse tipo de problema foi resolvido sendo comprado por um gerente ou supervisor na papelaria

mais próxima e solicitando o reembolso, resolvendo o mais rápido possível esse tipo de problema para que não houvesse impacto no processo.

E houve falta de recursos humanos, seja por falta de tempo (devido à outra atividade) ou por absenteísmo de funcionário. Quando houve a falta de tempo do funcionário necessário, foi solicitada a presença do superior para substituição (por exemplo: analista de PCP não pode sequenciar o quadro nivelador no horário correto, o supervisor de PCP era chamado para que o quadro nivelador fosse sequenciado). Quando houve o absenteísmo de algum funcionário, foi colocado outro para substituí-lo, para que o processo continuasse no tempo definido.

Houve momentos em que a produção conseguia produzir mais rápido do que a puxada do operador de expedição conforme o quadro nivelador, nesse momento a produção foi informada que deveria ser parada pelo tempo necessário até a próxima puxada. Quando isso ocorreu, houve um pouco de resistência dos operadores, mas os supervisores foram chamados e informados do problema e foi definida a parada de produção para que não fosse produzido nada além do necessário na hora que foi necessária.

Houve também momentos de atraso de produção, seja por problemas de quebra de máquina ou por operadores substitutos inexperientes, que causaram a ruptura na separação do material para o cliente. Para esses incidentes, foram tomadas as decisões de horas extras no dia para compensar a perda e/ou a inclusão de mais um operador na linha para aumentar a velocidade de produção.

## **6. RESULTADOS**

Após implantadas todas as novas metodologias de trabalho e verificado o funcionamento do sistema por três semanas, acompanhando e resolvendo os problemas ocorridos, chegou o momento de verificar a eficácia do sistema, o que melhorou e o que piorou após a implantação do sistema *kanban*.

Para isso foi verificado a situação após a implantação do *kanban* dos indicadores definidos no começo do trabalho, segundo a tabela 4:

Indicador	Situação Anterior	Situação após <i>Kanban</i>
Acuracidade de inventário do estoque acabado	95%	100%
Acuracidade de inventário do estoque em processo	85%	95%
Cobertura do estoque de produto acabado	2 dias	1 h 8 min
Giro do estoque de produto acabado	10 vezes/mês	12 vezes/dia
Área utilizada para armazenagem de estoque	26,2 m <sup>2</sup>	5,76 m <sup>2</sup>
Área utilizada para preparação de carga	64,8 m <sup>2</sup>	64,8 m <sup>2</sup>

Tabela 4: Comparativo dos indicadores antes e após o *kanban*.

Houve também melhorias nas situações mencionadas anteriormente que não transparecem no indicador, mas que são importantes para o funcionamento enxuto do processo.

1. Nivelamento do Estoque: Após a implantação do sistema *kanban* o estoque agora fica nivelado entre o lado direito e esquerdo, ficando no máximo duas caixas de diferença (capacidade do estoque na saída de linha da montagem);
2. A retirada de peças da produção agora está cadenciada, fazendo com que o operador tenha trabalho durante o turno inteiro e melhorando a sua distribuição de trabalho, o que gera tempo para outras atividades.
3. Quando há a necessidade de revisão de estoque, agora tem-se apenas quatro caixas na saída de linha e no máximo mais 72 caixas separadas para embarque.
4. A montagem final agora produz o que a expedição puxa, caso não tenha espaço a montagem para e caso a solda produza mais rápido que a expedição e montagem para também quando os estoques estão cheios.

## 7. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme visto na tabela 4 houve melhora em quase todos os indicadores, será analisado essa melhora em cada indicador:

Acuracidade de inventário do estoque acabado: Houve melhora nesse indicador devido à diminuição significativa do estoque, quanto menos peças tem em estoque menor as chances de haver erros de apontamento.

Acuracidade de inventário do estoque em processo: A melhora desse indicador devesse ao mesmo motivo do indicador anterior, a diminuição do estoque, com a redefinição das entradas de linha de montagem e saída de linhas de solda, o estoque em processo diminui.

Cobertura do estoque de produto acabado: Toda implantação de *kanban* deve ser seguida de uma diminuição dos estoques e nesse caso não foi diferente, para que o sistema funcione corretamente, diminuiu-se o estoque e atacou-se a causa dos problemas.

Giro do estoque de produto acabado: Estoque menor gera um giro maior, quanto maior o giro do estoque melhor funcionará o FIFO e haverá menos refugo caso seja encontrado um problema de qualidade.

Área utilizada para armazenagem de estoque: Com a diminuição dos estoques é também diminuída a área para seu armazenamento, isso gera uma economia para a empresa.

Área utilizada para preparação de carga: Esse foi o único indicador que não melhorou, devido a separação do embarque antecipadamente para garantir o fluxo puxado do processo houve a necessidade de manter a área de preparação do embarque do mesmo tamanho.

## **8. CONCLUSÕES**

Este trabalho teve como objetivo analisar o desempenho de uma linha de montagem antes e depois da implantação do sistema de produção nivelado.

Toda implantação de um novo sistema de produção passa por dificuldades e encontra resistências entre os trabalhadores acostumados a trabalhar da forma antiga, é sempre difícil e complicado tirar as pessoas de suas zonas de conforto e fazer uma melhoria, porém, com treinamento, aplicação e insistência verificamos que é possível a implantação de novos métodos.

Verificou-se que a implantação do sistema *kanban* na referida linha de produção gerou várias melhorias e alguns ganhos de produção conforme indicado nos resultados. Essas melhorias e ganhos não devem ser considerados padrões em qualquer implantação de *kanban*, podendo ser utilizado apenas como referência nessa linha e como possibilidade de ganhos em outras linhas.

Os ganhos com o sistema *kanban* vão além dos indicadores, tendo havido melhorias em outras áreas conforme mostrado nos resultados, melhorias estas que são difíceis de mensurar devido a falta de indicadores.

Com o tempo extra que hoje se tem sobrando devido as paradas de produção por estoque cheio os trabalhadores têm usado em outras atividades.

Para trabalhos futuros, sugere-se uma análise dos resultados encontrados nas áreas de abastecimento de linhas, recebimento de mercadorias e programação de fornecedores de insumos.

## REFERÊNCIAS

ASSEF, Julio Cezar. **Apostila de Kanban.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfVkMAG/apostila-kanban>> Acesso em 24/05/2015

JUNIOR, Prof. Mauricio Kuehne. **KANBAN: A Simplicidade no Controle das Operações.** Disponível em: <<http://www.kuehne.com.br/Kanban.pdf>> Acesso em 24/05/2015

MELLO C. H. P., TURRIONI J. B. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção: Estratégias, Métodos e Técnicas para Condução de Pesquisas Quantitativas e Qualitativas.** Itajubá: UNIFEI, 2012.

MOURA Reinaldo A. **KANBAN: A Simplicidade do Controle da Produção.** São Paulo: IMAM, 1989.

NOGUEIRA, Amarildo de Souza. **Logística Empresarial: Uma visão local com pensamento globalizado.** São Paulo: Atlas, 2012.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica.** Porto Alegre: Bookman, 1999.