

**IMPLEMENTATION OF THE KANBAN SYSTEM IN A SCREW PRODUCTION LINE: A  
CASE STUDY A COMPANY IN THE JOINVILLE REGION**

**IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA KANBAN EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE PARAFUSOS:  
ESTUDO DE CASO UMA EMPRESA NA REGIÃO DE JOINVILLE**

---

**ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE**

*<https://orcid.org/0009-0008-6245-3335> / [andrea.loureiro@edu.sc.senai.br](mailto:andrea.loureiro@edu.sc.senai.br)  
Centro Universitário SENAI Santa Catarina - UniSENAI Campus Joinville, Santa Catarina*

**ÁLVARO PAZ GRAZIANI**

*[alvaro.graziani@edu.sc.senai.br](mailto:alvaro.graziani@edu.sc.senai.br)  
Centro Universitário SENAI Santa Catarina - UniSENAI Campus Joinville, Santa Catarina*

**ALEXANDRE MARCOS FERREIRA**

*[alexandre.marcos@sc.senai.br](mailto:alexandre.marcos@sc.senai.br)  
Centro Universitário SENAI Santa Catarina - UniSENAI Campus Joinville, Santa Catarina*

**ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES**

*[anderson.c.fernandes@edu.sc.senai.br](mailto:anderson.c.fernandes@edu.sc.senai.br)  
Centro Universitário SENAI Santa Catarina - UniSENAI Campus Joinville, Santa Catarina*

**SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI**

*[sebastiam.perini@edu.sc.senai.br](mailto:sebastiam.perini@edu.sc.senai.br)  
Centro Universitário SENAI Santa Catarina - UniSENAI Campus Joinville, Santa Catarina*

---

## RESUMO

A implantação da gestão de estoques dentro de uma empresa é de fundamental importância para embasamento nas tomadas de decisões estratégicas, como compras de matérias primas e volume de produção. Diante disso, o sistema de abastecimentos *kanban* apresenta como conceito a redução do estoque, evitando altos valores investidos em matéria prima. O trabalho desenvolvido apresenta como objetivo implantar o sistema *kanban* em uma linha de produção de parafusos em uma empresa da região de Joinville. Com a implantação do sistema *kanban* foi possível reduzir cerca de 30% do nível de estoques, acompanhar o nível de estoque visualmente, aumentar a flexibilidade produtiva e agilidade na disponibilidade das peças.

**Palavras-chave:** Gestão de Estoque; *Just in Time*; *Kanban*.

## ABSTRACT

The implementation of inventory management within a company is of fundamental importance to support strategic decision-making, such as purchases of raw materials and production volume. In view of this, the kanban supply system presents the concept of reducing inventory, avoiding high amounts invested in raw materials. The developed work aims to implement the kanban system in a production line of screws in a company in the region of Joinville. With the implementation of the kanban system, it was possible to reduce about 30% of the stock level, monitor the stock level visually, and increase production flexibility and agility in the availability of parts.

**Keywords:** Inventory Management; Just in Time; Kanban.

## 1 INTRODUÇÃO

Devido ao grande crescimento da competitividade, as empresas buscam cada vez mais novos métodos que possam reduzir seus custos, melhorar sua qualidade e inovação constante, aumentar sua flexibilidade e tornar a empresa mais rentável. Além de possuírem todos esses requisitos, as empresas também devem possuir um preço competitivo para se manter no mercado.

Neste cenário o desafio das empresas é ter o produto no momento certo e no local certo. Visando sempre à redução dos custos, sem interferir na qualidade do produto e satisfação do cliente.

Faz-se necessário às empresas a gestão do controle de estoques para gerar rentabilidade e competitividade, sendo a ferramenta *kanban* primordial para o atendimento desses requisitos e além de ser prático e envolver baixo custo para implantação.

Dessa forma, é fundamental que as empresas obtenham estratégias para o controle sucinto de estoque e de armazenamento dos produtos. Ponderando no eixo da produtividade, nos custos altos, nas movimentações, perdas de materiais que usam no setor de fabricação, as empresas devem ter uma gestão de estoque que possa definir se vai gerar lucro ou prejuízo para ela, podendo comprometer a sobrevivência da organização.

Outro conceito que está atrelado ao kanban é o “*Just in Time*”. Em suma, é o meio pelo qual se entrega à produção exatamente o que é necessário somente quando necessário. O fornecimento

de informações em excesso gera desperdícios e confusão na área de produção. De tal modo, o sistema de produção deve ser bastante realista, disponibilizando as informações necessárias para produção, como também para os fornecedores de matéria prima e serviços, ou seja, empresas terceirizadas, devendo atuar no momento certo (OHNO, 1997).

Mediante a isto, o real problema enfrentado é descobrir como implantar esse processo em uma linha de produção de parafusos, minimizando os impactos e apontando as dificuldades enfrentadas no decorrer dos processos, nesta empresa em estudo?

A ferramenta de gestão visual *kanban* busca a redução de estoque em processo, melhora o fluxo de materiais entre setores, gera informações em tempo real, fornece um maior controle de estoque, auxilia em uma melhor administração da mão de obra e de matérias prima. Além de contribuir com redução de prazos e entrega dos pedidos, garantindo uma melhor competitividade para a empresa (LOPEZ; NAKANO, 2003). Assim, o objetivo desse trabalho é implantar o sistema *kanban* em uma linha de produção de parafusos em uma empresa da região de Joinville.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados conceitos teóricos referentes a temas pertinentes e necessários para implantação do sistema *kanban*. Visando a compreensão dos conceitos, foram realizadas pesquisas biográficas com diversas fontes para dar embasamento ao artigo.

### 2.1 Sistema Just in time

Devido à competitividade do mercado e a crise econômica da época, a Toyota Motor Company se viu obrigada a desenvolver um sistema próprio de produção. O Sistema Toyota de Produção surgiu com o propósito de reduzir os desperdícios e os níveis de estoques (SHINGO, 1996).

O Sistema Toyota de Produção criado por Taiichi Ohno tem o objetivo de eficiência por excelência, através da eliminação de desperdícios, como refugos industriais. A “Toyota Motors Company” foi a pioneira na adoção de tal sistema, assim o Sistema Toyota de Produção tem a produção de ponta, sem desperdício, proporcionando redução de custos. O Sistema Toyota de Produção é composto pela filosofia *Just In Time* (JIT) incluso neste, a técnica *kanban* (MOURA, 1989).

O sistema *just in time* vai além de a pena entregar o material dentro de um determinado tempo, pois desta forma poderia gerar uma superprodução antecipada gerando esperas desnecessárias na linha de produção. Na verdade, no Sistema Toyota cada processo deve ser abastecido no tempo certo, na quantidade necessária, com os itens necessários e no lugar certo, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos, sem a geração de estoques (SHINGO, 1996).

Segundo Laugen *et al.* (2005), além de eliminar desperdícios, a filosofia JIT procura utilizar a capacidade total dos colaboradores, pois a eles é encarregada autoridade para produzir itens de qualidade para atender, em tempo, o próximo passo do processo produtivo.

## 2.2. Sistemas empurrados e puxados

Os processos produtivos podem ser classificados como: sistema de empurrar e sistema de puxar.

O sistema de produção de empurrar é baseado em previsões de demanda e a produção é antecipada à demanda (MOURA, 1989). As previsões de vendas geralmente são desenvolvidas pelo setor de Marketing ou Vendas. Estas previsões são informações muito importantes para que o PCP desenvolva suas atividades da melhor forma possível. Como o próprio nome diz, previsões possuem incerteza e através de projeções buscam prever as demandas (TUBINO, 2000).

No sistema de produção de puxar é mantida uma determinada quantidade em estoque e sua reposição é baseada no que realmente foi consumido no processo seguinte ou na quantidade que

foi vendida (MOURA, 1989). Conforme Tubino (2000), puxar a produção significa não produzir até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de determinado item.

### 2.3 Ferramenta kanban

A ferramenta *kanban* surgiu no Japão após Taiichi Ohno observar que o sistema de produção em massa implantado por Henry Ford nos Estados Unidos da América possuía falhas em períodos de baixo crescimento. Pois o sistema de produção em massa criou desperdício, baseado no excesso de produção do próprio sistema (MOURA, 1989).

Segundo Moura (1999), a ideia do sistema *kanban* foi inspirada pelo supermercado americano, onde as prateleiras eram reabastecidas quando estavam vazias. Como os espaços eram reduzidos, somente traziam mais itens quando havia necessidade.

Moura (1989) também relata que a teoria de Taiichi Ohno é que tudo o que houver além da quantidade mínima de materiais, peças, equipamentos e operários (hora trabalho), necessária para fazer um determinado produto, é perda. E, portanto, só aumenta os custos em todo o sistema.

O sistema *kanban* tem como objetivo coordenar as atividades produtivas assegurando com que as peças sejam feitas no momento certo baseado nas demandas. O intuito desse sistema é de redução de estoques e o nivelamento de produção entre as áreas para que todos os setores estejam alinhados (MARTINS *et al.*, 2005).

Conforme Shingo (1996), além do sistema *kanban* ser um método de controle, projetado para aumentar o potencial do Sistema Toyota de Produção, o sistema *kanban*, também é um sistema com suas próprias funções independentes. O sistema *kanban* é uma ferramenta que tem a função de controlar o fluxo de informações e produção, atuando dentro do Planejamento e Controle da Produção (PCP) proporciona as seguintes vantagens:

- O *kanban* administra de uma melhor forma os níveis de estoque e a produção, através da análise realizada para definir as demandas e os lotes de produção levando em consideração os tempos de segurança.

- O sistema *kanban* permite um acompanhamento visual simples da programação da produção através do quadro porta *kanban*, que tem a finalidade de sinalizar os níveis de estoques de cada item.
- A programação *kanban* consegue definir com uma maior propriedade as prioridades de produção, sem a interferência do PCP, proporcionando informações mais rápidas às variações da demanda levando em consideração o que realmente foi consumido (TUBINO, 2000).

### 2.3.1 Tipos de kanban

Há diferentes tipos de *kanban*, sendo que todos citados por Ribeiro (1989) no Quadro 1, apresentam-se através de um cartão, que é a ferramenta de organização da produção e dos estoques.

Quadro 1 - Lista de tipos de *kanban*

Tipo de <i>kanban</i>	Descrição
<i>Kanban</i> de Fabricação	É o cartão na qual acompanha as peças nos contêineres durante o processo de fabricação até a montagem. Deve conter informações que possibilitem o total acompanhamento do processo.
<i>Kanban</i> de Matéria Prima	É o cartão utilizado entre os setores de fabricação e almoxarifado de matérias primas. Portanto, uma solicitação de material para a produção de novo lote.
<i>Kanban</i> de Montagem	É o cartão usado entre o setor de montagem e os inventários (supermercado de peças), representando a sequência de programação de montagem.
<i>Kanban</i> de Fornecedor	É o cartão utilizado entre o setor de montagem da fábrica e o fornecedor. Os contêineres de peças, junto com o cartão são expostos juntos diretamente no local de uso, sem necessidade de inspeções, nem de qualidade e quantidade

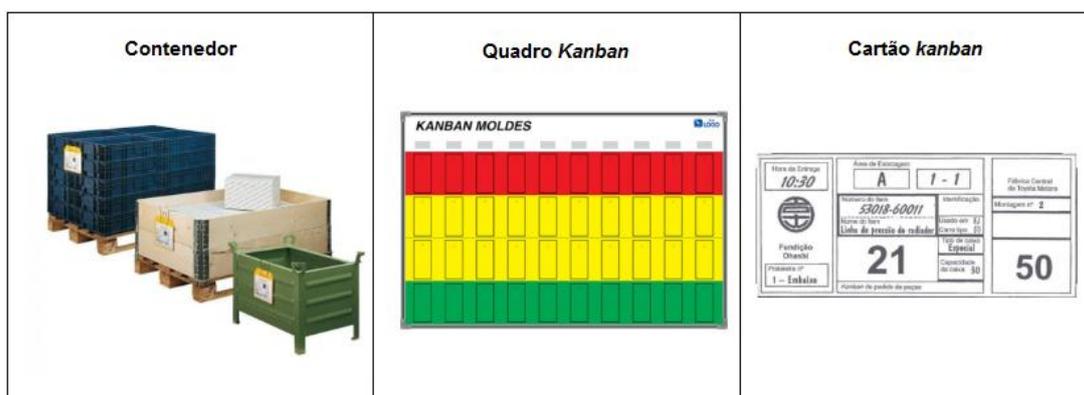
nos prazos pré-determinados para o consumo. Os prazos de reposição e intervalo de entrega são controlados rigidamente.

Fonte: Ribeiro (1989, p.45)

### 2.3.2 Elementos básicos do sistema kanban

O sistema é composto pelos seguintes elementos: cartão *kanban*, painel ou porta-*kanban* e contendo, elementos esses que estão na Figura 1. Todos os elementos têm uma importância muito grande para que o sistema *kanban* haja corretamente (LAUGENI, 2005).

Figura 1 – Elementos do sistema *kanban*



Fonte: Aquino (2013)

### 2.3.3 Cartão kanban

O cartão *kanban* é uma peça fundamental para que o sistema *kanban* funcione corretamente, não pode haver nenhuma movimentação ou produção de materiais sem a presença de um cartão *kanban* (TUBINO, 2000).

Dessa forma, visa trazer mais eficiência, produtividade e qualidade ao processo de produção e entrega. Ele ajuda a equipe a identificar problemas rapidamente, a colaborar na solução de desafios e a se adaptar às mudanças de maneira ágil.

O cartão *kanban* tem como responsabilidade a comunicação e funcionamento de todo o sistema. Não possui um modelo padrão de cartão. Ele deverá conter as informações necessárias para a perfeita operação, atendendo às características e necessidade de cada empresa (RIBEIRO, 1989).

### 2.3.4 Painel *kanban*

O painel de *kanbans* é usado junto com o cartão *kanban*, geralmente o mesmo é localizado no centro de produção onde o material é consumido. O painel é dividido em colunas e cada coluna é denominada para um item diferente, as colunas são divididas em linhas formando várias células onde os cartões são colocados. O painel é dividido em três faixas de cores: verde, amarelo e vermelho (TUBINO, 2007).

Segundo Tubino (2000) o painel porta-*kanban* de produção sinaliza para o posto de trabalho, quais itens estão sendo consumidos por seus clientes e qual prioridade ele deve dar à reposição destes itens.

### 2.3.5 *Kanban* contenedor

O *kanban* container é o próprio recipiente onde as peças são armazenadas, pode-se substituir um cartão *kanban* por um *kanban* contenedor fixando um cartão no próprio contenedor

com as mesmas informações de um cartão *kanban*. Desta forma, quando o contentor estiver vazio acionará a produção de um novo lote sem a movimentação de cartões (TUBINO, 2000).

### 2.3.6 Programação kanban

Segundo Corrêa *et al.* (2012, p. 383) “O sistema de cartões mais utilizados é o de dois cartões, que surgiu na fábrica da Toyota no Japão. Esse sistema utiliza dois cartões *kanban*, um deles chamado “*kanban*” de produção e o outro *kanban* de transporte”.

O *kanban* de produção tem a função de autorizar o início da produção de um determinado item e contém as seguintes informações: número de peças, descrição da peça, tamanho do lote a ser produzido, centro de produção responsável e local de armazenagem conforme Figura 2.

Figura 2- Cartão *kanban* de produção

K'P- KANBAN PRODUÇÃO	
Descrição <b>ROTOR TIPO C</b>	Centro de Produção <b>Célula J-32</b>
Nº da Peça <b>1213</b>	Armazenagem <b>J-32</b>
	Lote <b>12 peças</b>

Fonte: Corrêa *et al.* (2012, p.379)

O *kanban* de transporte tem a função de autorizar todas as movimentações de *kanban* entre o centro de trabalho que produziu até o centro de trabalho que vai consumir. Este cartão possui as seguintes informações: número de peças, descrição da peça, centro de produção de origem e centro de produção de destino conforme Figura 3 (CORRÊA *et al.*, 2012).

Neste sentido, desempenha um papel crucial na gestão da produção e é especialmente importante em ambientes de fabricação e operações onde a coordenação de atividades e a programação de recursos são essenciais. Ademais, otimiza a produção, melhora o fluxo de trabalho e atende às necessidades dos clientes de maneira eficiente. Ela é uma ferramenta valiosa para a gestão de operações e para garantir que a produção seja realizada de forma eficaz e alinhada com a demanda real.

Figura 3 - Cartão *kanban* de transporte

KT - KANBAN TRANSPORTE	
Descrição <b>ROTOR TIPO C</b>	Centro de Produção de origem <b>Célula J-32</b>
Quantidade <b>12</b>	Centro de Produção de destino <b>Posto L-45 (linha)</b>

Fonte: Corrêa *et al* (2012, p.379)

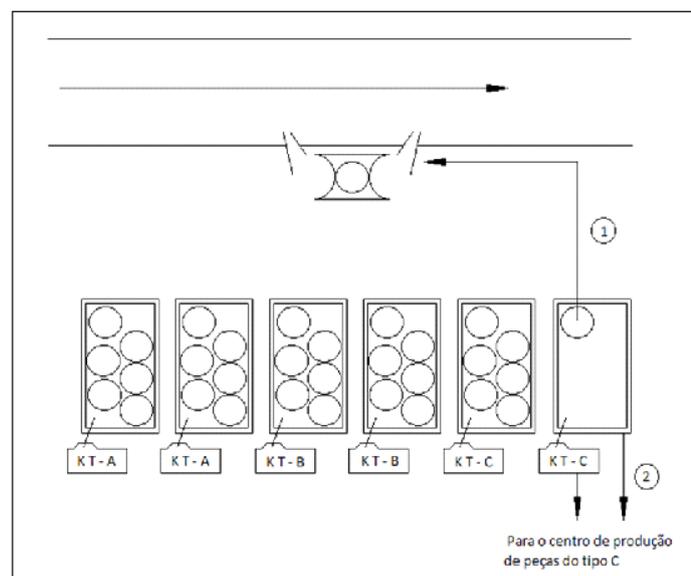
Para que o sistema *kanban* funcione corretamente, deve-se seguir algumas regras e procedimentos.

A Figura 4 ilustra o momento onde é retirada a última peça de um determinado lote padrão que se encontra em seu posto de montagem.

Na caixa onde se encontravam às peças tem preso a ela um *kanban* de transporte que permite sua movimentação até o centro produtivo que finaliza a fabricação das peças. Os

funcionários responsáveis pela movimentação de materiais levam a caixa vazia e o *kanban* de transporte ao centro produtivo marcado no cartão.

Figura 4 - O *kanban* na linha de montagem



Fonte: Corrêa *et al.*(2012, p.380)

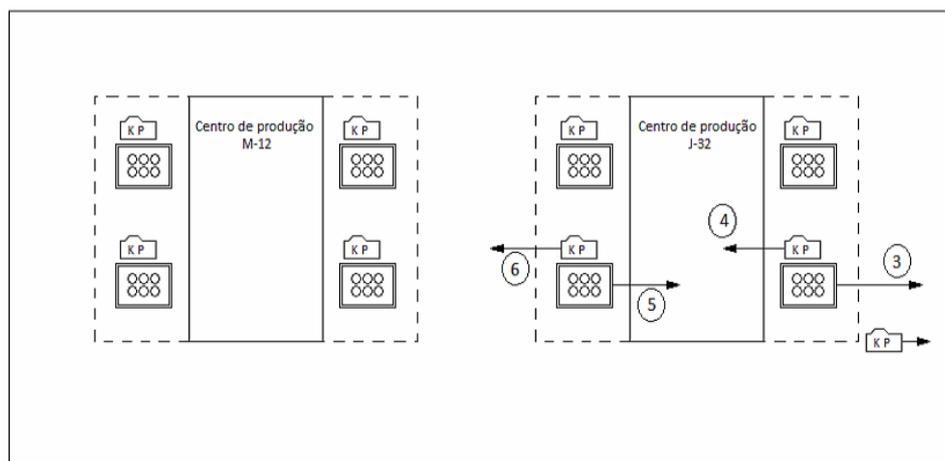
Complementando a Figura 4, os funcionários responsáveis pela movimentação vão até o centro de produção de finalização das peças (J-32), deixando a caixa vazia e levando a caixa cheia para a linha de montagem (representado pelo número 3 da Figura 5). O *kanban* de transporte acompanha toda a movimentação do material.

O *kanban* de produção que está preso na caixa cheia de peças é transferido para o painel de produção do centro de trabalho J-32, para que um novo lote de peças seja finalizado.

Para produzir um lote de rotores que irá repor o estoque consumido, o operador do centro J-32 utiliza um contêiner de rotores semiacabados.

O operador libera o *kanban* de transporte que estava preso no contêiner de rotores semiacabados, para que o pessoal de movimentação possa transferir mais um lote de rotores semiacabados do centro M-12 para o centro J-32.

Figura 5 - Caminho do *Kanban* na fábrica



Fonte: Corrêa *et al.* (2012, p.380)

Na Figura 5, os funcionários responsáveis pela movimentação de materiais dirigem-se ao centro de produção de fabricação dos rotores (M-12), deixam o contêiner vazio e levam um contêiner completo de rotores para o centro J-32. O *kanban* de transporte acompanha toda a movimentação.

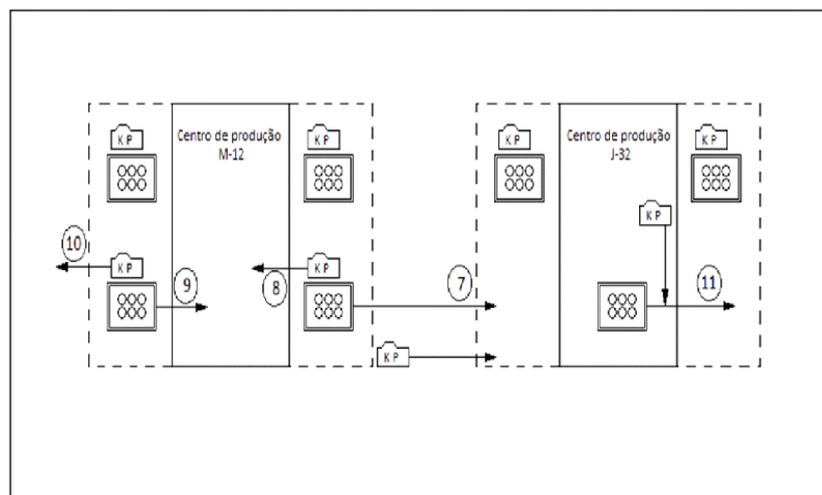
O *kanban* de produção que se encontra preso à caixa cheia de peças semiacabadas é retirado da caixa e colocado no painel de produção do centro M-12, para que um novo lote de peças seja fabricado.

Para produzir um lote novo de peças que irá repor as peças consumidas, o operador M-12 utiliza uma caixa de peças fundidas.

O operador libera o *kanban* de transporte que estava preso à caixa de peças semiacabadas, para que os responsáveis pela movimentação possam transferir mais um lote de peças fundidas do centro fornecedor para o centro M-12.

O operador do centro J-32 termina o processamento dos lotes das peças, coloca o cartão *kanban* de produção na caixa e coloca o conjunto no local de armazenagem conforme Figura 6.

Figura 6 - Caminho do *kanban* na fábrica



Fonte: Corrêa *et al.* (2012, p.381)

## 2.4 Cálculos dos números de cartões

Antes de definir o número de cartões *kanban* é definido o tamanho do lote para cada item, com essas informações em mãos é possível definir o número de cartões *kanban* que o sistema possuirá (MOURA, 1999).

Segundo Ribeiro (1989), o número de cartões *kanban* e o tamanho do lote por cartão estão diretamente relacionados com a velocidade de consumo na linha de montagem e o tempo de reposição necessário ao ressurgimento dos lotes.

A Equação 1 é utilizada para o número de cartões.

$$N = (D \div Q \times T_{prod} \times (1 + S)) + (D \div Q \times T_{mov} \times (1 + S))$$

(1)

Onde:

N = número total de *kanban* no sistema;

D = demanda média diária do item (itens/dia);

Q = tamanho do lote por contenedor ou cartão (itens/cartão);

$T_{prod}$  = tempo total para um cartão *kanban* de produção completar um circuito, em percentual do dia, na estação de trabalho (%);

$T_{mov}$  = tempo total para um cartão *kanban* de movimentação completar um circuito, em percentual do dia, entre os supermercados do produtor e do consumidor (%);

S = fator de segurança, em percentual do dia (%).

## 2.5 Estoques

Os estoques são reservas distribuídas entre almoxarifados ou em vários pontos dentro da empresa, com a finalidade de:

Garantir a independência entre etapas produtivas: os estoques entre etapas do processo garantem a independência do processo seguinte, desta forma caso não haja sincronia entre as etapas do processo ou até mesmo haja quebra de um determinado equipamento os estoques entre os processos evita que a produção pare e que atrase as entregas programadas (CORRÊA *et al.*, 2012).

Ainda com a ideia de Corrêa *et al.* (2012), permitir uma produção constante: quando a grandes variações de demanda ou em matérias-primas ou em produtos acabados para evitar que o ritmo da produção sofra grandes alterações. Em períodos de mandas baixas é mantido o ritmo da produção gerando estoque, que serão consumidos quanto à demanda se aquece.

Possibilitar o uso de lotes econômicos: nos lotes econômicos são definidos levando em consideração os tempos de setups e os tempos de transporte e fretes de cargas a longas distâncias. Nos lotes econômicos muitas vezes a produção excedente a demanda gera estoque, mas em contrapartida tornam o processo mais barato.

Reduzir o *lead time* produtivo: com o uso do estoque intermediário o tempo de resposta da produção se torna mais rápido podendo assim reduzir o tempo do prazo de entrega (CORRÊA *et al.*, 1993).

Como fator de segurança: os lotes de segurança atual para manter o fluxo da produção quando ocorre algo imprevisível como: quebra de máquina, o absenteísmo, a má qualidade do que é produzido, entrega de fornecedores fora do prazo etc.

Para obter vantagens de preço: algumas empresas visam comprar quantidades superiores às necessidades buscando obter descontos no preço unitário e possíveis aumentos de preços (TUBINO, 2007).

### 2.5.1 Teoria do lote econômico

No lote econômico básico o custo unitário é estipulado como fixo e a entrega é feita de uma única vez, esta forma é utilizada normalmente para itens comprados, ficando conhecido como lote econômico de compra.

Como a entrada de material é feita de uma só vez, a variação do nível de estoque é representada pela Figura 7, o estoque médio é representado por ( $Q_m$ ), sendo seu valor obtido pela divisão da área do triângulo retângulo conforme formado na Figura pelo período de tempo ( $t$ ):

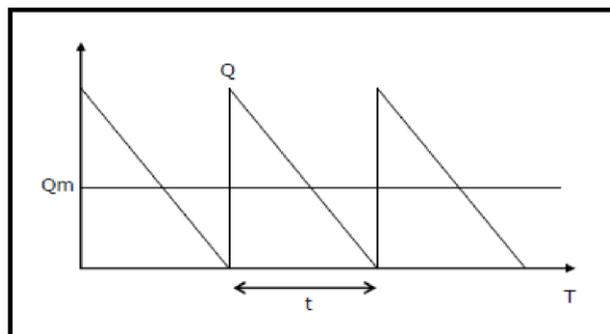
$$Q_m = \frac{t \cdot Q}{2} \cdot \frac{1}{t} = \frac{Q}{2} \quad \text{onde } \frac{t \cdot Q}{2} \text{ é a área do triângulo}$$

(2)

$Q_m = \frac{\text{Estoque.no.período}}{\text{Período}}$

Período

Figura 7 – Variação do nível de estoque para entrega total



Fonte: TUBINO (2000, p.115.)

Para chegar ao ponto mínimo ( $Q^*$ ), deriva a equação do custo total em relação à quantidade, após igualar a zero, isola-se a variável que for desejada:

$$Q_m = \frac{t \cdot Q}{2} \cdot \frac{1}{t} = \frac{Q}{2} \quad \text{onde } \frac{t \cdot Q}{2} \text{ é a área do triângulo}$$

(2.1)

Derivando tem-se:

$$\frac{\partial CT}{\partial Q} = 0 - \frac{(D \cdot A)}{Q^2} + \frac{(C \cdot I)}{2} = 0$$

(2.2)

Então:

$$(2.3) \quad Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I}}$$

Além dessas fórmulas desmontadas, existem várias outras fórmulas para se calcular o lote econômico de acordo com cada situação, sendo necessário apenas encontrar o ponto de mínimo em função do período, após a determinação da fórmula dos custos que representam o sistema.

Após calcular o lote econômico, na verdade existe o que Tubino (2007) chama de “faixa econômica”, pois os custos serão menores e uma determinada faixa em torno desse valor e não precisamente no valor encontrado. Isso acaba gerando a consequência de não se precisar achar os valores que entram na fórmula de cálculo, o custo unitário de preparação (A), a taxa (I), a demanda (D) e o custo unitário do item (C) precisão, principalmente quando se tratar de itens de classe C.

Fazendo-se uma análise das variáveis que compõem a fórmula e comparando com a filosofia *just in time* são tiradas as conclusões do porquê de se trabalhar com lotes cada vez menores, em relação à variável “A” (custos de preparação), a melhora das relações com fornecedores faz com que o valor que entra no numerador tenda a zero, em contra partida, a variável “I” (encargos com estoque), que entra no denominador, tende a valores altos, devido ao fato de que estoques maiores geram uma série de custos considerados ruins, como estoques obsoletos, investimentos para estrutura para estocagem e segurança, influência dos altos juros de mercado, entre outros fatores que forcem a manutenção de níveis baixos de estoque.

Então, como o valor do numerador (A) é baixo e o do denominador (I) é alto, atingem-se valores  $Q^*$  cada vez mais baixos tendendo ao valor unitário.

Para obter um maior controle desses custos é conseguido através dos investimentos em tecnologia da informação, além de uma melhora no controle dos dados importantes para os gestores da empresa, também proporciona uma maior integração entre os setores. Esses sistemas ajudarão diretamente na redução dos custos de “A” e conseqüentemente, com a adequação ao *just in time*, ocorrerá à redução nos custos de resuprimento (TUBINO, 2000).

## 2.6 Previsão de demanda

A previsão de demanda é a informação mais importante em um sistema produtivo, especialmente para as atividades do PCP. Pois elas proporcionam que o PCP antevêja o futuro e planeje a produção de uma forma mais apropriada.

As previsões são indispensáveis para o PCP em dois momentos: para planejar o sistema e para planejar o uso deste sistema. A diferença entre as duas é que uma é para previsões de longo prazo que busca definir que produtos e serviços oferecerem ao mercado, que qualificação de profissionais deve buscar, de que equipamentos e instalações devem dispor etc. A outra é baseada em previsões de médio e curto prazo, onde são utilizados os recursos disponíveis como: sequenciamento da produção, plano de compra e reposição de estoque.

Normalmente as previsões de vendas são de responsabilidade do setor de Marketing ou de Vendas (TUBINO, 2000).

## 3 METODOLOGIA

Esse capítulo apresenta o ambiente da pesquisa, onde foi desenvolvida toda a parte experimental e a implantação da metodologia. Em seguida é apresentada a caracterização da pesquisa e todas as etapas envolvidas.

### 3.1 Ambiente de pesquisa

A empresa exposta neste artigo possui uma estrutura de aproximadamente 3.500 metros de área construída. Atualmente, são mais de 80 colaboradores e mais de 80 representantes comerciais que atendem em todo o país. De várias formações acadêmicas a equipe é altamente qualificada garantindo a qualidade e segurança dos produtos.

Pronta para atender as necessidades do mercado, a empresa possui filial em pontos estratégicos do país, São Paulo e Porto Alegre, proporcionando rapidez à estrutura de distribuição e logística. Como resultado, permitiu a ampliação das vendas em todo o território nacional e para o exterior. É neste complexo que a empresa contabiliza seus mais de 1.500 produtos em diversas linhas de atuação.

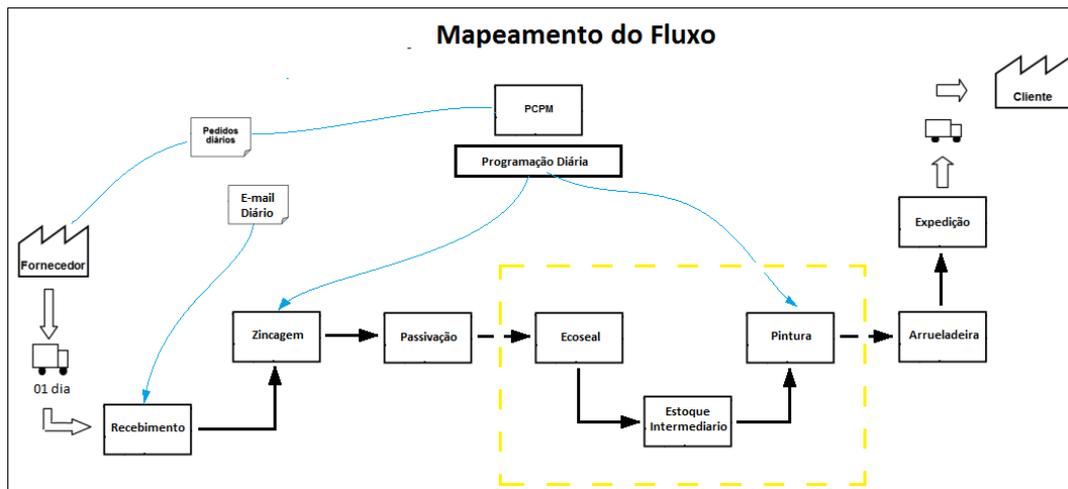
Buscando manter-se competitiva no mercado, a empresa busca constantemente melhorias em seus processos. Tendo como objetivo o aumento da margem de lucro, minimizando seus desperdícios e mantendo a qualidade e satisfação do cliente.

Focada na redução de seus desperdícios, foi detectado altos níveis de estoques em processos (itens intermediários), juntamente com uma ineficiência no controle de estoque dos mesmos. Buscando aumentar o controle e reduzir os níveis de estoque foi implantado o sistema de abastecimento *kanban*.

Devido ao desbalanceamento dos processos e a junção de dois sistemas de produção em único processo (sistema empurrado x sistema puxado de produção) é necessário possuir estoques entre alguns processos.

O sistema *kanban* foi implantado entre o processo de revestimento (Econseal) e o processo de pintura, pois era entre esses dois processos onde existia um maior nível de estoques intermediários. Para facilitar a visualização do fluxo de processos dos fixadores, a Figura 8 mostra o esquema simplificado do processo:

Figura 8 - Esquema simplificado do processo de revestimento de fixadores



Fonte: Os autores (2023)

Conforme figura 8 o planejador solicitava via e-mail ao fornecedor os materiais necessários para a produção do dia seguinte e passa a programação da produção ao almoxarife, para que mesmo realize os abastecimentos. A produção é baseada no sistema empurrado de produção, onde o planejador de PCP utilizava a previsão de demanda para realizar sua programação.

Esse sistema empurrado é utilizado até o processo de revestimento. Após esse processo, os itens ficam aguardando a entrada de pedidos para ir para o processo de pintura e os demais processos, gerando estoques intermediários.

Após a finalização de todos os processos produtivos é emitida a nota fiscal e o almoxarife despacha o material, encerrando o fluxo produtivo do material.

Esse sistema de produção possui o intuito de garantir que os pedidos sejam entregues dentro do prazo ou até mesmo buscando a redução do lead time de entrega desses produtos ao cliente.

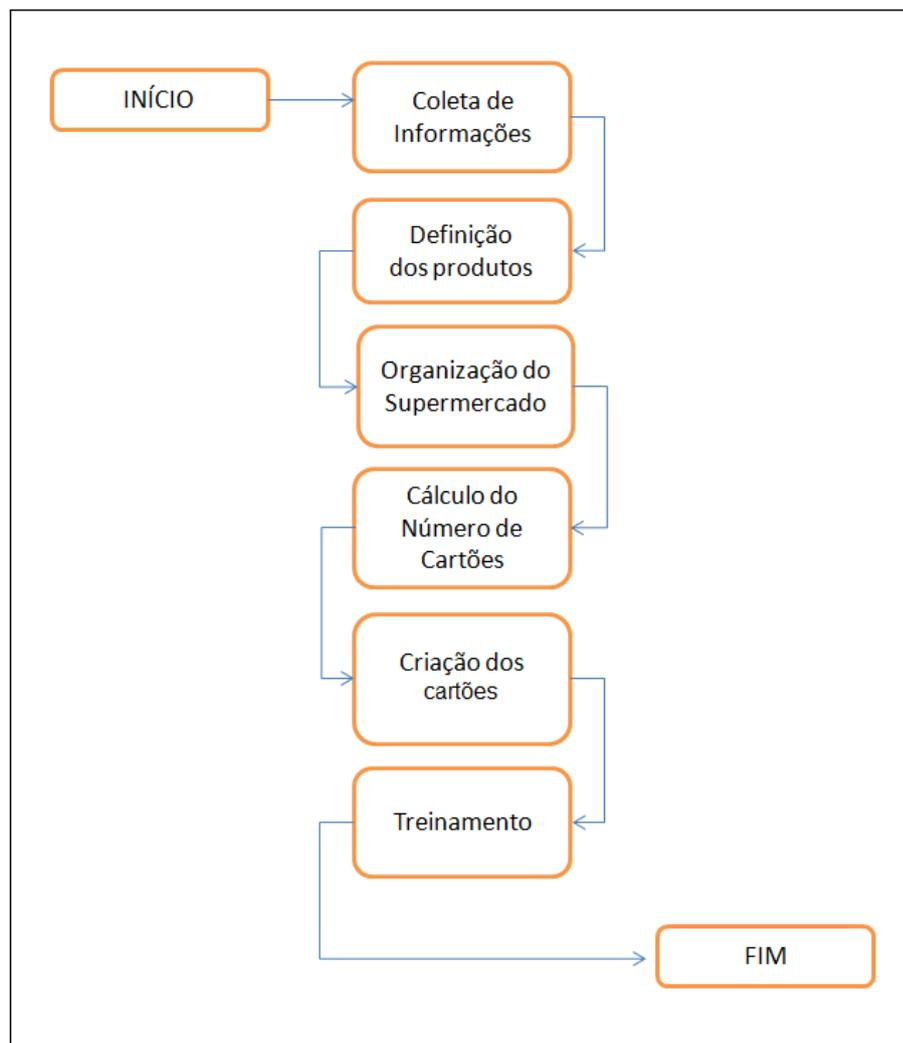
### 3.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa é um estudo de caso com objetivos exploratórios. Os dados são de natureza quantitativa e foram obtidos em campo.

### 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Toda a parte experimental do artigo está representada pela Figura 9:

Figura 9 – Sequenciamento de atividades



Fonte: Os autores (2023)

As etapas do processo de implantação do sistema de abastecimento *kanban* estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição das etapas para implantação do sistema *kanban*

Etapas	Descrição
Coleta de informações	Inicialmente foram coletados os dados referentes aos históricos de demanda dos materiais que possuíam em seu ciclo produtivo o processo de pintura. Esses dados foram coletados do banco de dados do sistema chamado Focco, sistema utilizado pela empresa.
Definição dos produtos	Após a coleta de dados, foram utilizados dois critérios para definir quais produtos deverão ser controlados pelo sistema <i>kanban</i> . O primeiro critério é que o item deve ter frequência e o segundo é que o mesmo deveria ter sido produzido todos os meses que foram analisados.
Organização do supermercado	Nesta etapa de organização foi realizado o agrupamento dos itens com o mesmo código no supermercado, pois existia o mesmo item em diversos locais diferentes. Após o agrupamento do mesmo foi realizando a contagem e endereçamento dos itens.
Cálculo do número de cartões <i>kanban</i>	Em sequência foram definidos os números de cartões necessários para cada item. Para calcular a quantidade de cartões foi levantado dados referente aos tempos de processo e tempos de ressuprimento dos itens.
Criação dos cartões	Nessa etapa são definidos os tipos de cartões e quais informações devem constar no cartão. Para definir essas informações serão reunidas pessoas de diversas áreas, a fim de que não falte nenhuma informação nos cartões <i>kanbans</i> .

Treinamento	E para finalizar o processo de implantação do sistema <i>kanban</i> , o analista de PCP realizou um treinamento com os colaboradores do nível operacional, a fim de apresentar os conceitos da ferramenta e a metodologia de utilização de forma teórica e prática.
-------------	---

Fonte: Os autores (2023)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse capítulo apresenta os resultados obtidos após a implantação do sistema de abastecimento *kanban*, resultados esses que foram apresentados em forma de gráficos, tabelas e imagens para proporcionar ao leitor uma boa percepção dos resultados obtidos.

Dessa forma, dentre os setores presentes na empresa em estudo, pode se destacar o setor de armazenagem de matéria prima que se observou neste estudo de caso. Os próximos tópicos apresentam com uma maior riqueza de detalhes, esse setor.

### 4.1 Coletas de informações

Para iniciar a implantação do sistema de abastecimento *kanban* foram avaliados todos os itens que possuem em seu processo a operação de pintura, pois conforme relatado no capítulo 3.1 são os itens que necessitam possuir estoques intermediários.

Foi selecionado um total de 10 itens e posteriormente analisado o histórico de vendas dos mesmos entre o período de janeiro a dezembro de 2019 conforme Tabela 01.

Tabela 01 – Histórico de vendas

Período/ Código	10941	10939	10952	10949	10951	10955	10943	10933	10928	10988
Janeiro	2.205.775	2.321.990	471.625	0	165.000	0	135.795	88.990	4.620	42.790
Fevereiro	2.334.585	2.297.845	570.867	13.200	0	63.800	50.160	42.570	50.270	8.800
Março	2.453.396	2.035.825	493.790	968.000	24.420	294.580	0	15.950	132.000	110.000
Abril	2.189.341	1.968.175	343.497	405.790	8.800	4.950	0	0	4.950	0
Maio	2.216.830	2.286.735	605.000	0	7.700	135.850	0	0	0	0
Junho	2.374.680	1.958.550	746.680	0	0	61.600	3.520	141.790	0	86.900
Julho	2.255.550	2.068.495	328.790	0	0	262.900	37.400	6.160	0	0
Agosto	2.078.450	1.968.780	356.950	19.800	261.580	0	59.400	0	3.520	165.000
Setembro	2.182.840	1.980.550	395.890	35.200	0	73.700	35.310	8.580	308.000	26.400
Outubro	2.447.225	1.956.845	736.725	132.000	136.015	0	253.990	251.790	8.800	0
Novembro	2.640.627	2.429.790	502.370	63.800	264.000	0	140.800	0	5.500	86.790
Dezembro	2.761.979	2.518.835	495.000	238.480	140.580	74.800	0	25.300	242.000	0
Média anual (pçs)	2.345.107	2.149.368	503.932	156.356	84.008	81.015	59.698	48.428	63.305	43.890

Fonte: Os autores (2023)

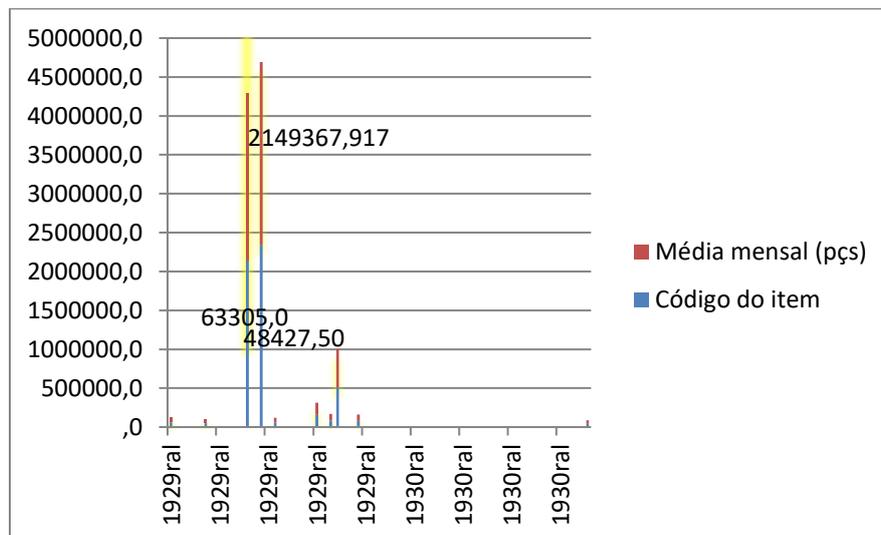
O levantamento dos históricos de venda no período de janeiro a dezembro de 2019, dos itens que possuíam estoques intermediários foi fundamental para definir quais itens necessitam ser controlados pelo sistema de abastecimento *kanban*. Toda essa coleta de informações foi realizada no banco de dados do sistema Focco, sistema esse utilizado pela empresa em questão.

## 4.2 Definição dos produtos

Para a definição de quais produtos foram controlados pelo sistema *kanban*, foram utilizados dois critérios. O primeiro foi que o produto deveria ter frequência, ou seja, ele deveria ter sido produzido todos os meses do período analisado. Conforme a Tabela 1 foi detectada que alguns itens analisados não possuem demandas em algum dos períodos, conseqüentemente não gerando a necessidade de produção e descartados na seleção dos itens que serão abastecidos pelo sistema *kanban* de produção.

Já o segundo critério foi o volume, o produto, além de ser sempre necessária à sua produção, deveria ter alto volume. Conforme Gráfico 1 os itens contornados em amarelo (códigos 10941, 10939 e 10952) possuem um volume muito superior comparado com os outros itens analisados.

Gráfico 1 - Demanda média mensal da matriz *Hard*, Joinville

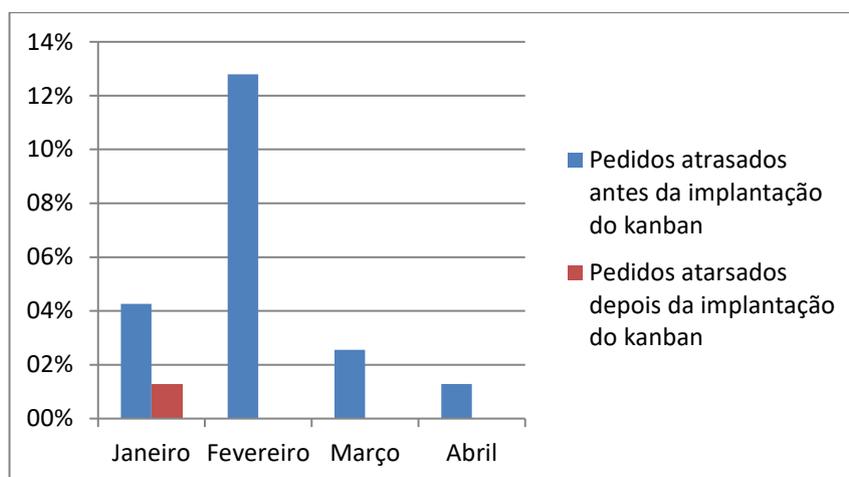


Fonte: Os autores (2023)

A assertividade na escolha dos itens foi fundamental para reduzir um volume considerável no nível de estoques. E também gerou um grande impacto na diminuição significativa de pedidos entregue aos clientes com atraso, gerando um maior confiança e satisfação do cliente.

No Gráfico 2 possui um comparativo de atrasos de pedidos entre 2019 e 2020.

Gráfico 2 – Pedidos atrasados (2019 x 2020)



Fonte: Os autores (2023)

Conforme Gráfico 2, tivemos uma redução considerável na quantidade de pedidos entregues fora do prazo após a implantação do sistema de abastecimento *kanban*.

Devido ao resultado positivo foi levantada a hipótese de reduzir o prazo de entrega dos pedidos, mas inicialmente estaremos monitorando o nível de atendimento dos pedidos e avaliando seus históricos para que futuramente seja possível a redução do prazo de entregas.

### 4.3 Organização do supermercado

Nesta etapa de organização foram encontrados no supermercado diversos itens rejeitados, alguns itens chegaram a possuir cerca de 20% do seu estoque de peças rejeitadas, esses materiais foram separados dos itens bons para serem reprocessados. Essa falta de distinção dos itens bons dos ruins gera uma ineficiência no controle do nível de estoque.

Para sanar essa ineficiência foi criado o depósito EQR (estoque de rejeitos) e quando um produto fosse reprovado ele geraria uma entrada neste depósito. Com a implantação do depósito EQR foi possível separar o estoque dos itens intermediários reprovados pela qualidade dos produtos aprovados, desta forma conseguiu-se se aproximar da quantidade real que temos de peças boas e controlar a quantidade de peças ruins que necessitam ser retrabalhadas.

Na Figura 10 é demonstrado os itens reprovados pela qualidade, que hoje são segregados neste porta-paleta e seus saldos agora constam em um depósito de itens rejeitados (EQR). Todos os itens que chegam para ser alocados nesse porta-paleta possuem a ficha de reprovação e suas informações pertinentes como motivo da reprovação, quantidade de peças e data de reprovação.

Com essa alteração conseguiu-se aumentar a confiabilidade em nosso estoque, também foi percebido o aumento da agilidade do almoxarife em separar os materiais e abastecer os postos de trabalho.

Figura 10 – Estoque de Rejeitos (EQR)



Fonte:Os autores(2023)

Consequentemente, esse trabalho de organização e distinção dos itens rejeitados despertou a ideia de futuramente a implantação do sistema *kanban* no estoque EQR, utilizando a ferramenta para dar *start* no processo de reprocessamento desses itens.

#### 4.4 Cálculo do número de cartões *kanban*

Para calcular a quantidade de cartões que foram utilizados no sistema de abastecimento *kanban*, foi utilizada a equação (1).

Para utilização da fórmula foram levantadas informações referentes aos tempos de processo e movimentações dos itens. Na Tabela 2 estão descritos os tempos de movimentações do cartão *kanban* para completar um ciclo de movimentação.

Tabela 2 – Tempo de movimentação do cartão *kanban*

Tempo para chegada da materiais prima (minutos)	Tempo de movimentação interno (minutos)	Tempo total de movimentações (minutos)
1440	30	1470

Fonte: Os autores (2023)

A Tabela 2 descreve o tempo que leva para matéria prima chegar à indústria após solicitado e as movimentações internas realizadas pelo almoxarife.

Outra informação essencial para desenvolver o cálculo dos cartões *kanban* foram os tempos de produção dos itens por lote, informação essa levantada na Tabela 3.

Tabela 3 – Tempo de produção dos produtos

Código do item	Zincagem + Passivação (minutos)	Teste de Aparência (minutos)	Troca de Cesto e Teste de Viscosidade (minutos)	Aplicação do Organometalico (Eco seal)	Teste de Aderencia (minutos)	Tempo total de Produção (minutos)
10941	72	15	20	50	20	177
10939	72	15	20	50	20	177
10952	72	15	20	45	20	172

Fonte: Os autores (2023)

A Tabela 3 descreve os tempos de cada processo produtivo até as peças chegarem ao processo de pintura, onde se forma os estoques intermediários, estoque esse que é consumido pelo setor de pintura após a entrada de uma demanda (pedido de venda).

Para finalizar o levantamento de dados para o cálculo do número de *kanbans*, foram levantadas na Tabela 4 as informações referentes à demanda média diária dos itens selecionados, disponibilidade de produção em minutos, quantidade de peças por lote, tempo de produção em porcentagem e tempo de movimentação em porcentagem.

Tabela 4 – Tempos de produção e movimentação em %

Código	Demanda média diária (peças)	Disponibilidade Diária de Produção (minutos)	Quantidade de Peças por Lote	T produção em %	T movimentação em %
10941	106.596	720	72000	0,246	2,042
10939	97.699	720	64800	0,246	2,042
10952	22.906	720	9800	0,239	2,042

Fonte: Os autores (2023)

Para determinar a demanda média foi dividida a demanda mensal pelos dias trabalhados no mês, a disponibilidade diária dos processos analisados é de 12 horas que equivalem há 720 minutos, os lotes mínimos e múltiplos são pré-definidos, pois a alteração dos mesmos afetaria diretamente a qualidade do produto, o tempo de produção em porcentagem é o tempo de produção de um lote dividido pela disponibilidade diária e o tempo de movimentação é o tempo de movimentação dividido pela disponibilidade diária.

Após o levantamento de todas as informações necessárias para o cálculo do número dos cartões *kanbans* foi aplicado à equação (1).

**Tabela 5– Cálculo do Número de Cartões Necessários**

Código	T produção	T produção (Arredondamento)	T Movimentação	T Movimentação (Arredondamento)	Número de Cartões Kanban
10941	0,400	1	3,325	4	5
10939	0,408	1	3,386	4	5
10952	0,614	1	5,249	6	7

Fonte: Os autores (2023)

Os resultados obtidos tanto na análise do tempo de produção quanto no tempo de movimentação foram arredondados para garantir a eficiência da fórmula, após realizar o cálculo separado e arredondados os resultados os mesmos foram somados, desta forma foi obtido à quantidade de cartões *kanbans* necessários para suprir a demanda de cada item.

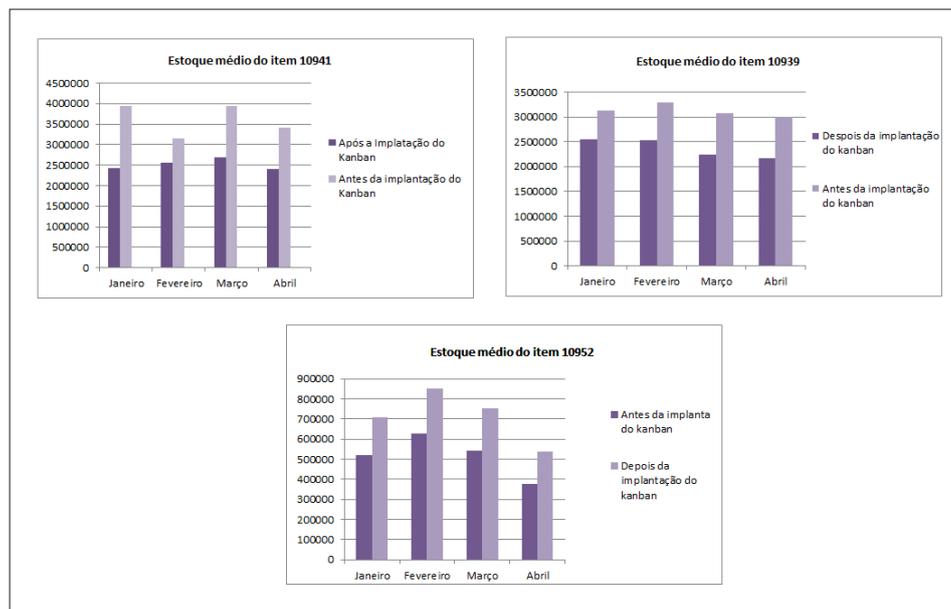
O cálculo do número de cartões definidos para cada item foi de extrema importância para evitar o nível de estoque, pois caso fossem criados mais cartões que os necessários haveria uma quantidade de peça excessiva acarretando em grandes desperdícios. Em contrapartida, se fossem definidos uma quantidade menor de cartões, isso acarretaria em falta de peças no setor de pintura, ocasionando paradas de máquina e possíveis atrasos de pedidos.

No entanto, após a definição das quantidades de cartões *kanban*, o analista acompanhava periodicamente o processo de resuprimento do sistema de abastecimento *kanban*. Buscando evitar e corrigir qualquer falha que possa ter sido cometida ao implantar o sistema.

Com a definição da quantidade de cartões *kanban* necessários para cada item criasse um limitante na quantidade máxima do estoque dos itens controlados por esse sistema, restringindo também eventuais gastos desnecessários ou feitos em momentos inoportunos na empresa.

No Gráfico 3 fica visível a redução do nível de estoques comparando os meses de janeiro a abril de 2019 (antes da implantação do sistema *kanban*) com o mesmo período de 2020 (após a implantação do sistema de abastecimento *kanban*).

Gráfico 3 - Estoque médio no período de janeiro a abril, comparativo dos anos 2019 x 2020



Fonte: Os autores (2020)

Analisando os Gráficos 3 conseguiu-se estimar que o nível de estoque foi reduzido em cerca de 30%, um ótimo resultado aos olhos da supervisão e gerência da empresa.

#### 4.5 Criações dos cartões

Como a responsabilidade do cartão *kanban* era de substituir a ordem de produção, para definir quais informações seriam pertinente estarem no cartão, foram reunidos operados, planejador, supervisor e auditor de qualidade.

O supervisor e o operador tiveram uma grande contribuição na definição das informações necessárias para elaboração do cartão *kanban*, tornando viável a intenção da ordem de produção

perante a óptica operacional. Desta forma conseguimos resolver parte dos desafios em elaborar o cartão *kanban*.

Foram colocadas as seguintes informações no cartão *kanban*:

- Quantidade de peças a ser produzida por cartão;
- Operações que serão realizadas;
- Código do programa utilizado para realizar o processo de zincagem;
- Código do programa utilizado para realizar o processo de Ecoseal (revestimento);
- Informações das inspeções de qualidades necessárias;
- Destino do material (Pintura).

Uma questão levantada pelo auditor de qualidade foi a necessidade de rastreabilidade dos lotes. Como todas as inspeções geram um histórico de qualidade por lote, com a extinção da ordem de produção essa rastreabilidade irá se perder, pois com a inserção dos cartões *kanban* as ordens de produção seriam extintas e conseqüentemente não existiriam mais números de lotes para rastreabilidade.

Infelizmente até o momento não conseguimos sanar essa ineficiência gerada pela implantação do sistema *kanban*, referente à rastreabilidade dos lotes produzidos.

## 4.6 Treinamento

Como o sistema de abastecimento *kanban* é controlado totalmente pelos operadores, foi criado todo um cronograma de atividades para explicar todo conceito do sistema de abastecimento *kanban* e sua funcionalidade.

O treinamento foi dividido em duas partes, a primeira parte os colaboradores foram levados para sala de treinamento, onde foram mostrados vídeos referente ao surgimento do sistema de

abastecimento *kanban* nas indústrias, suas vantagens e o fluxo do processo de abastecimento. Em seguida foi aberto um espaço para os colaboradores sanarem suas dúvidas referentes ao novo sistema de abastecimento.

Para finalizar o treinamento os operadores foram conduzidos até o setor de pintura onde foi fixado o quadro *kanban*, foi explicado toda a dinâmica do quadro é apresentado os cartões *kanbans* aos colaboradores. Buscando sanar todas as dúvidas dos operadores e tornando-os aptos a manusear os cartões e realizar o controle de estoque.

Mas infelizmente não foi isso que ocorreu. Por várias vezes os operadores esqueceram-se de colocar os cartões *kanbans* no quadro, mas como analista de PCP estava monitorando o processo conseguiu corrigir antes que acarretasse em paradas de produção.

Buscando corrigir essa falha os operadores foram chamados novamente e orientados a realizar o manuseio dos cartões *kanban* de forma correta. Após esse novo treinamento, os operadores começaram a criar mais responsabilidades e se adaptar ao novo sistema de abastecimento, agora controlado pelos próprios operadores.

## 5 CONCLUSÃO

O presente artigo apresentou o processo de implantação do sistema de abastecimento *kanban* em uma empresa da região de Joinville, demonstrando os benefícios de um sistema puxado. O principal objetivo foi implantar o sistema *kanban* em uma linha de produção de parafusos em uma empresa da região de Joinville. Para que esse objetivo fosse plenamente atingido, algumas etapas foram necessárias.

Inicialmente foram avaliados os históricos dos níveis de estoque de todos os itens que possuía em seu ciclo produtivo o processo de pintura. Após o levantamento dos dados, foram utilizados alguns critérios para definir quais os itens que necessitam ser abastecidos pelo sistema *kanban*. Com os itens definidos buscou-se organizar o supermercado e realizar a contagem do estoque dos mesmos. Em seguida, foram realizados os cálculos para definir a quantidade de

cartões *kanban* necessários para cada item. Após a definição dos números de cartões, foram definidas as informações necessárias que o cartão *kanban* deveria possuir.

E por fim, para finalizar o processo de implantação do sistema *kanban* foi realizado o treinamento com os operadores, buscando instruir em como proceder com novo processo de abastecimento.

Após a implantação do sistema de abastecimento *kanban* conclui-se que foi viável sua implantação, devido à necessidade da empresa em gerenciar seus estoques intermediários com mais eficiência, com um controle mais efetivo e participativo dos colaboradores. Com a implantação do sistema de abastecimento *kanban* foram reduzidos cerca de 30% do estoque dos itens intermediários selecionados.

Sugere-se para um próximo trabalho a implantação de um plano de manutenção preventiva. O intuito é aumentar a confiabilidade no processo, evitando atrasos nas entregas e paradas não planejadas.

## REFERÊNCIAS

CERVO, Amando Luiz; Bervian, **Pedro Alcino. Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CORRÊA, Henrique L. e GIANESI, Irineu G.N....**Just in Time, MRP II e OPT**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

\_\_\_\_\_, Henrique L; GIANESI, Irineu G.N; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. 3. Ed. – São Paulo: Saraiva, 2001.

GURGACZ, Glaci. **Metodologia do trabalho científico com enfoque nas ciências exatas/** Glaci Gurgacz e Zinara Marcet. Joinville: Sociesc, 2007.

LOPEZ, C.R; NAKANO, D. **Operações em Assistência técnica – Aspectos logísticos e suas particularidades**. X Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), São Paulo, 2003.

MARTINS, Petrônio Garcia e LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOURA, R. A. **A Simplicidade do Controle da Produção**. 5 ed. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, IMAM – 1989.

AQUINO, Rodrigo. **Aplicação de alguns princípios do Kanban em Lean TI**, 2013. Disponível em: <<https://www.leanti.com.br/artigos/5/aplicacao-de-alguns-principios-do-kanban-em-lean-ti.aspx>>. Acesso em: 18.jul.2023.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

RIBEIRO, Paulo Décio. **Kanban – Resultados de uma implantação bem-sucedida**. 4ed. Rio de Janeiro: COP Editora, 1989.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2 eds. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

\_\_\_\_\_, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.