

UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Willian Pereda

**SISTEMA DE PRODUÇÃO PUXADO: APLICAÇÃO EM ITENS DE
FIXAÇÃO EM EMPRESA DE GRANDE PORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

Profa. Dra. Ethel Cristina Chiari da Silva
Orientadora

Araraquara, SP - Brasil
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

P486s Pereda, Willian

Sistema de produção puxado: a aplicação em itens de fixação em empresa de grande porte/Willian Pereda. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2021.

73f.

Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara - UNIARA

Orientadora: Profa. Dra. Ethel Cristina Chiari da Silva

1. manufatura enxuta. 2. Kanban. 3. Gestão de estoques. 4. Itens de fixação. 5. Fabricação de reboques e carrocerias. I. Título.

CDU 62-1

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PEREDA,W. **Sistema de produção puxado: aplicação em itens de fixação em empresa de grande porte.** 2021. Número de folhas. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

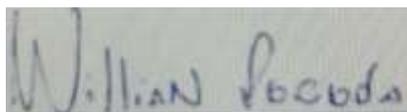
ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Willian Pereda

TÍTULO DO TRABALHO: Sistema de produção puxado: aplicação em itens de fixação em empresa de grande porte

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2021

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede a Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



Willian Pereda

Universidade de Araraquara – UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801–340, Araraquara-SP

E-mail (do autor): willianpereda@hotmail.com



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

NOME DO AUTOR: WILLIAN PEREDA

TÍTULO DO TRABALHO:

"SISTEMA DE PRODUÇÃO PUXADO: APLICAÇÃO EM ITENS DE FIXAÇÃO EM EMPRESA DE GRANDE PORTE."

Assinatura do(a) Examinador(a)

Conceito

Prof(a). Dr(a). Ethel Cristina Chiari da Silva (orientador(a)) (X)Aprovado () Reprovado
Universidade de Araraquara - UNIARA

Prof(a). Dr(a). José Camilo Barbosa
Universidade de Araraquara - UNIARA

(X)Aprovado () Reprovado

Prof(a). Dr(a). Marcel Andreotti Musetti
Universidade de São Paulo - USP

(X)Aprovado () Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 20 / 12 / 2021

Prof(a). Dr(a). Ethel Cristina Chiari da Silva (orientador(a))

A Deus

A minha eterna mãe, Nossa Senhora da Conceição Aparecida;

Ao meu avó Geraldo Pereda, que se dedicou e me apoiou nos primeiros passos da minha vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Ethel Cristina Chiari da Silva minha orientadora, pela paciência, apoio, e tranquilidade por todo estímulo ao longo do desenvolvimento desta dissertação e principalmente pelos ensinamentos que de forma imensurável, foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Aos demais professores, em especial ao Coordenador do Programa de Mestrado Profissional e Engenharia de Produção o Prof. Dr José luís Garcia Hermosilla que destinaram parte do seu precioso tempo ministrando com competência todo conteúdo utilizado no suporte de nossa formação acadêmica.

Eterna gratidão a empresa desse estudo, que abriu espaço e confiou em minha pessoa o sucesso e resultados positivos para o desenvolver dessa dissertação.

RESUMO

A Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing* trata-se de uma abordagem da gestão das operações que envolve um conjunto de conceitos e ferramentas, que pode ser usado para atingir os seguintes objetivos: redução de custos, aumento da qualidade, redução de estoques e atendimento à demanda. O ambiente desse trabalho trata-se, de uma empresa de grande porte, fabricante de implementos rodoviários, líder do mercado e pioneira no segmento de veículos rebocados (reboques e semirreboques) no Brasil, que atualmente vem enfrentando alguns problemas como a dificuldade de manter a acuracidade e controle de estoque em itens de fixação, acondicionamento errôneo da matéria prima, perdendo e desperdiçando materiais, conseqüentemente um espaço físico produtivo com problemas de organização, que acarreta em vários tipos de desperdícios. O objetivo geral desse trabalho foi projetar e implantar um sistema que segue a abordagem da produção puxada em uma linha de montagem que atua na fabricação de reboques e carrocerias tipo *Siders*, utilizando como suporte os princípios da produção enxuta, em especial, o *Just in Time* (JIT). Para atingir o objetivo proposto o trabalho se apoiou em revisão da literatura e no desenvolvimento de uma pesquisa-ação. Como resultados obteve-se um alto nível de organização, padronização e gestão de todo material utilizado, redução de perdas no processo de montagem do produto, alcançando um melhor resultado financeiro em decorrência da redução das inconsistências com relação ao controle de estoques da ordem de 98,27%, e reduziu-se em 70% os produtos retirados de linha com montagem errôneas e faltas de materiais.

Palavras-chave: Kanban. Manufatura Enxuta. Produção Puxada. Gestão de Estoque. Implementos Rodoviários.

ABSTRACT

Lean Manufacturing is an operations management approach that involves a set of concepts and tools, which can be used to achieve the objectives: cost reduction, quality increase, inventory reduction and meeting demand. The environment this research is a large company, manufacturer of road implements, market leader and pioneer in the segment of towed vehicles (trailers and semi-trailers) in Brazil, which is currently facing some problems such as the difficulty of maintaining accuracy and control of stock in fastening items, wrong packaging of raw material, losing and wasting materials, consequently a productive physical space with organizational problems, which results in various types of waste. The general objective of this work was to design and implement a system that follows the pull production approach in an assembly line that operates in the manufacture of trailers and bodies like Siders, using as support the principles of lean production, in particular, Just in Time (JIT). To achieve the proposed objective, the work is supported by a literature review and the development of an action research. As a result, there was a high level of organization, standardization and management of all material used, reduction of losses in the product assembly process, achieving a better financial result as a result of the reduction of inconsistencies in relation to inventory control of around 98.27%, and products removed from the line with erroneous assembly and lack of materials were reduced by 70%.

Keywords: *Kanban. Lean Manufacturing. Pull system. Inventory Management. Road Implements.*

Lista de Figuras e Fotos

Figura 1 – A Estrutura do Sistema Toyota de Produção	19
Figura 2 – Conceitos de melhoramento contínuo baseado na conjunção dos ciclos PDCA de manutenção e melhorias.....	25
Figura 3 – Fluxo de Informação e Produção em um Sistema Puxado.....	29
Figura 4 – Exemplo Cartão kanban	33
Figura 5 – Estrutura para Condução da Pesquisa Ação.....	36
Figura 6 – Esquemas das etapas do desenvolvimento da pesquisa – fase: Planejamento da Pesquisa-Ação	38
Figura 7 – Esquema das etapas do desenvolvimento da pesquisa – fase: Coleta de dados	38
Figura 8 – Esquema das etapas do desenvolvimento da pesquisa – fase: Análise de dados e planejamento das ações	39
Figura 9 – Esquema das etapas do desenvolvimento da pesquisa – fase: Implementação das ações	39
Figura 10 – Esquema das etapas do desenvolvimento da pesquisa – fase: Avaliação dos resultados e relatório final	40
Figura 11 – Sider Versátil	42
Figura 12 – Sider Bebidas	43
Figura 13 – Problemas de organização da Linha L001 – sujeira no piso.....	46
Figura 14 – Problemas de organização da Linha L001 – Escada e Plataformas.....	47
Figura 15 – Problemas de organização da L001 – Excesso de Caixas Metálicas no Chão.....	47
Figura 16 – Problemas de organização da linha L001 – Falta Kanban	48
Figura 17 – Problemas de organização da linha L001 – Componentes Misturados Caixas KLT	48
Figura 18 – Plano de Ação Kaizen 19 – Empresa foco do estudo.....	49
Figura 19 – Layout de Abastecimento da L001 com implantação do sistema Kanban.....	52
Figura 20 – Itens de Fixação Utilizados na Montagem do Sider Versátil / Bebidas	53
Figura 21 – Caixa KLT.....	56
Figura 22 – Modelo do Cartão Kanban adotado na linha L001 – empresa de estudo.....	58
Foto 1 – Rack Trilogic – fabricado pela ferramentaria da empresa de estudo	60
Figura 23 – Planta Baixa L001 – Unidade Produtiva desse estudo.....	62
Figura 24 – Rotas de Abastecimento do sistema Kanban da L001	63

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Produtos retirados de linha faltantes de componentes de janeiro a junho de 2020	44
Tabela 2 – Itens de fixação com furo de estoque de janeiro a junho de 2020	44
Tabela 3 – Itens de Fixação Utilizados na Montagem do Sider Versátil / Bebidas	53
Tabela 4 – Gastos com a Fabricação dos Racks de Trilogic	59
Quadro 1 – Tempos de Cada ciclo da Rota de Abastecimento	64
Tabela 5 – Redução de Custo relacionado a inconsistências de estoque – Antes da implantação do sistema kanban	66
Tabela 6 – Redução de Custo relacionado a inconsistências de estoque – Depois da implantação do sistema kanban	66
Tabela 7 – Redução de Produtos Retirados de linha Faltantes de Componentes – Antes da implantação.....	67
Tabela 8 – Redução de Produtos Retirados de linha Faltantes de Componentes – Depois da implantação.....	67

Lista de abreviaturas

CONWIP – *Constant Work In Process*

JIT – *Just in Time*

KLT – *Klein Lagerung und Transport*

MRP – *Material Requirements Planning*

PET – Polietileno Tereftalato

PMQ – Pré Montagem de Quadros

STP – Sistema Toyota de Produção

WIP – *Work In Process*

5S – Cinco Sensores

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Contextualização	13
1.2 Problemática e justificativa	14
1.3 Questão da pesquisa	16
1.4 Objetivos	16
1.5 Aspectos metodológicos	16
1.6 Estrutura do texto	17
2 MANUFATURA ENXUTA: FERRAMENTAS AUXILIARES E O SISTEMA PUXADO	18
2.1 Produção enxuta	18
2.1.1 Eliminação de perdas	20
2.2 <i>Just-in-time</i>	23
2.3 <i>Lean</i> : ferramentas	24
2.3.1 5S	24
2.3.2 Kaizen	25
2.4 Sistema Puxado de produção	26
2.4.1 O sistema kanban	27
2.5 kanban Eletrônico	33
2.6 Aplicações do Sistema kanban	34
3 MÉTODO DA PESQUISA	36
3.1 Caracterização metodológica da pesquisa	36
3.2 Procedimentos operacionais	37
4 A PESQUISA NA EMPRESA	41
4.1 O Grupo	41
4.2 Sider	41
4.3 L001 Linha de montagem do Sider : Levantamento de Discrepâncias	43
4.4 Kaizen 19 Linha L001	44
4.5 Verificação e análise da situação levantada e planejamento das mudanças	50
4.6 Linha L001 - Ferramenta 5S.....	50
4.7 Implantação do kanban	51
4.7.1 Dimensionamento do Kanban	56
4.7.2 Desenvolvimento do Cartão	58
4.7.3 Fabricação dos Racks	59
4.7.4 Dificuldades	61
4.7.5 Rotas de Abastecimento	61

4.7.6 Treinamentos	65
4.8 Apresentação e análise dos resultados	65
4.8.1 Início do abastecimento, monitoramento e melhoria do sistema	65
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Essa pesquisa envolve uma empresa que atua no ramo de implementos rodoviários e, nesse mercado, a competitividade vem obrigando os fabricantes a cada vez mais canalizarem seus esforços para a redução de seus custos, pois um fator determinante nesse negócio é o custo-benefício que o cliente avalia ao adquirir um produto. A indústria está cada vez mais comprometida com a redução de custos de produção para atingir seus objetivos de aumento da competitividade, sustentabilidade e crescimento no mercado.

O desenvolvimento da produção enxuta é creditado a *Toyota Motor Company*. No final da década de 30, a diferença de produtividade entre a indústria americana e japonesa era imensa. Taiichi Ohno no livro *O Sistema Toyota de Produção*, relata sua perplexidade ao descobrir que era preciso nove japoneses para fazer o trabalho de um americano.

Em 1950 após visitar a fábrica da Ford em Detroit Eiji Toyoda e Taiichi Ohno chegaram à conclusão que era possível melhorar o sistema de produção Toyota, mas simplesmente copiar e aperfeiçoar o modelo da Ford não seria suficiente pois concluíram que a produção em massa jamais funcionaria no Japão. Este foi o início do que se chamou Sistema Toyota de Produção (STP) e posteriormente Produção Enxuta.

Um dos pilares da produção enxuta é o *Just in Time* (JIT), que tem como objetivo produzir apenas aquilo que é necessário na quantidade certa, no momento exato.

Segundo Voss (1987 apud SLACK et al. 1997, p. 474):

o Just-in-Time (JIT) é uma abordagem disciplinada que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia chave do JIT é a simplificação.

O JIT se apoia em algumas ferramentas, sendo uma das mais utilizadas para o controle de produção, o sistema Kanban.

O kanban é um sistema de emissão de ordens que segue a lógica de puxar a produção. O sistema kanban é uma ferramenta que apoia a meta de produzir os tipos de produtos necessários na quantidade necessária e no momento certo, nas operações diárias da fábrica.

A tradução da palavra kanban significa “anotação visível” ou “placa visível”. De modo geral, utiliza-se a palavra kanban com significado de “cartão”. Porém, a proposta do sistema kanban vai além do uso de cartões, refere-se sim à um sistema puxado de produção.

Martins, Laugeni (2006 apud SOUZA, NASCIMENTO e KÜHLL, 2015, p. 2), colocam que:

o Kanban preenche determinadas funções dentro do processo de produção, tais como visibilidade (a informação e o fluxo de material são combinados e movem-se com seus componentes), produção (controlando a produção em seus estágios indicando o tempo, quantidade e tipo de componente a ser produzido).

O contexto aqui exposto indica que essa pesquisa está inserida no ambiente da manufatura enxuta e suas ferramentas auxiliares, com foco em sistemas que seguem a lógica de puxar a produção. A seguir aborda-se o problema de pesquisa e sua importância.

1.2 Problemática e justificativa

Segundo Moura (1996) a função do kanban pode ser resumida em seis pontos: (1) estímulo da participação dos empregados da área; (2) é um meio de controle de informações; (3) possibilita o controle de estoque; (4) define responsabilidade aos funcionários, pois estabelecida uma meta visível de desempenho para o trabalho em uma estação, os funcionários que fazem parte desta irão se empenhar para atingir a meta por intermédio de meios inovadores; (5) possibilita simplificação da forma de administrar o trabalho; (6) fornece uma gestão visual.

Freire (2008) explica que dentre as formas existentes de operacionalização do sistema, é possível trabalhar com o Kanban de acordo com as características do local de implementação, desde que esteja de acordo com seu principal requisito, que é a transmissão de informações de maneira clara e visual, mantendo o funcionamento do sistema puxado de produção, sendo uma dessas formas o Kanban Eletrônico. Nele a informação é distribuída por meio do sistema de informação da empresa, podendo ser acessada diretamente em seus computadores.

O sistema Kanban caracteriza-se ainda, por ser bastante simples, eficaz e barato, sendo uma das ferramentas mais utilizadas para o controle de inventários, estoque, produção e abastecimento de linhas (GROSS; MCNNIS, 2003).

Ao abordar o sistema Kanban é importante colocar os resultados que este pode trazer aos sistemas produtivos, obviamente quando inserido no ambiente da filosofia enxuta. Nesse sentido, Boer (1999) afirma que após a implantação do Kanban há efetivamente uma redução de estoques em processo, segundo o autor, isso é alcançado graças ao Kanban (como um sub-

sistema do JIT), e ao MRP (*Material Requirements Planning*) e o MRP II (*Manufacturing Resources Planning*), que supervisionam o trabalho industrial em alguns casos. Cita também que o kanban, é ótimo para eliminar grandes encalhes. Se a produção não anda é porque há algo de errado em algum posto de trabalho, e não há produção enquanto esse problema que causa o encalhe não for resolvido.

Pelo exposto, nota-se que o sistema de puxar a produção faz parte de filosofia enxuta e tem a função de apoiar o pilar JIT. Em continuidade a exposição da problemática é importante voltar o olhar para a empresa desse estudo.

A empresa ambiente desse estudo, foi fundada em 1949, é líder do mercado e pioneira no segmento de veículos rebocados (reboques e semirreboques) no Brasil, contando com aproximadamente 7.000 funcionários. Foi inaugurada em 2018 sua mais moderna unidade fabril no interior do estado de São Paulo.

A empresa vem enfrentando alguns problemas como:

- Dificuldade em visualizar com antecedência a necessidade de compra: isso já trouxe problemas de parada de linha por falta, por exemplo, de rebite;
- Dificuldade em manter a acuracidade do controle de estoque de forma que a quantidade informada no sistema seja a quantidade real em mãos;
- Problemas de organização do material, itens de fixação misturados ocasionando demora nas montagens e retrabalhos;
- Acondicionamento errôneo da matéria-prima, perdendo e desperdiçando material;
- Problemas na organização de matéria-prima e componentes na linha, podendo até dificultar o fluxo de pessoas.

Pelo exposto observa-se a necessidade de um processo de melhoria que ataque os problemas colocados. Nesse sentido, há na literatura trabalhos como os de Lopes (2017), Boer (1999), Carvalho (2014) e Silva (2004) que colocam situações até de certa forma semelhantes as relatadas aqui e que foram solucionadas ou minimizadas.

1.3 Questão da pesquisa

Pelo exposto, observa-se que é imperativo a preocupação das indústrias modernas com os custos de sua produção, e com a necessidade de melhoria e organização do processo de abastecimento e armazenamento e a eliminação de desperdícios, a questão da pesquisa que norteia essa investigação é: como sistematizar a implantação na empresa dessa estudo de um

sistema que segue a lógica de produção puxada e detalhar as dificuldades enfrentadas e os benefícios que esse sistema pode proporcionar à empresa?

1.4 Objetivos

O objetivo geral desse trabalho é projetar e implantar um sistema que segue a abordagem da produção puxada denominado kanban em uma linha de montagem de uma empresa de grande porte que atua na fabricação de reboques e carrocerias.

Os objetivos específicos são:

- Identificar e analisar o fluxo de produção;
- Verificar necessidades de melhorias no fluxo de produção para preparação da implantação do novo sistema;
- Dimensionar o sistema proposto, detalhar seu funcionamento e treinar as pessoas;
- Medir o desempenho do novo sistema implantado.

1.5 Aspectos metodológicos

O estudo realizado caracteriza-se por ser do tipo pesquisa-ação que procura unir a pesquisa à ação ou prática, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão como parte da prática.

A pesquisa-ação, de acordo com Thiollent (2009, p.16), “é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou resolução de um problema coletivo, em que os pesquisadores e participantes estão envolvidos de modo participativo.” A pesquisa-ação segue o mesmo ciclo da maioria dos métodos de melhoria, começando com “a identificação do problema, o planejamento de uma solução, sua implementação, seu monitoramento e a avaliação de sua eficácia” (TRIPP, 2005, p. 446).

Esta pesquisa possui natureza aplicada, de objetivo descritiva, com abordagem qualitativa e documental.

1.6 Estrutura do texto

O texto dessa dissertação está organizado em:

- 1ª Seção – apresenta a introdução do trabalho, a sua contextualização, o problema de pesquisa e sua importância, os objetivos, as características metodológicas e a organização do texto;

- 2ª Seção – contém o referencial teórico: aborda a produção enxuta e inserida nessa o sistema kanban;
- 3ª Seção – apresenta o método da pesquisa, ou seja, as etapas seguidas para a sua condução;
- 4ª Seção – expõe a pesquisa na empresa, os problemas levantados, o planejamento e implantação de um novo sistema e os resultados obtidos;
- 5ª Seção – expõe as conclusões e considerações finais da pesquisa, suas limitações e a apresentação de possibilidades de pesquisas futura;
- Referências: lista as obras citadas no trabalho.

2 MANUFATURA ENXUTA: FERRAMENTAS AUXILIARES E O SISTEMA PUXADO

2.1 Produção enxuta

Como já mencionado a Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing* tem sua origem no Sistema Toyota de Produção (STP). A Produção Enxuta pode ser definida como sendo uma forma de otimizar a produção por meio de vários fatores que, quando alinhados, acabam por possibilitar um melhor desempenho do sistema produtivo como um todo. Entre estes fatores estão itens como redução dos tempos de fabricação e dos estoques, linhas de produção flexíveis, trabalhadores multifuncionais, diminuição das perdas, produção puxada pela demanda e a busca constante para eliminar qualquer perda que não gere valor agregado aos produtos (WOMACK; JONES, 2004; GHINATO, 2000). A produção enxuta pode também ser vista como uma maneira de entender como se produzir mais com menos, uma vez que as práticas são contramedidas para atacar os desperdícios (DAL FORNO et al., 2012).

Desde que a produção enxuta se tornou o novo horizonte para a gestão da produção, configurando um novo paradigma para o setor industrial automotivo, dinamizando diferentes modelos e práticas de produção em diversos setores, empresas e países, várias pesquisas têm sido realizadas em diferentes setores buscando a aplicação dessa filosofia gestão da produção (SOHLER; SANTOS, 2017).

Os princípios e práticas da Produção Enxuta não devem ficar restritos ao sistema de manufatura, sendo essencial que sejam disseminados por todas as áreas da empresa, tais como vendas, compras, contabilidade e desenvolvimento de produto. De fato, o conceito de *lean enterprise* pressupõe que o pensamento enxuto seja disseminado em toda a organização, além de abranger a cadeia de suprimentos (WOMACK; JONES, 1998).

Tomando por base os estudos de Womack e Jones (2004) foi constatado que existem alguns elementos e dimensões essenciais para que se alcance o sucesso na implantação do Sistema da Produção Enxuta, entre os quais podem ser citados: a multifuncionalidade de seus funcionários, a busca pela melhoria contínua, *layout* celular, troca rápida de ferramenta, gerenciamento visual, automação, manutenção produtiva total, círculos de controle da qualidade, zero defeito, operações padronizadas, interação da cadeia com os fornecedores e a produção puxada, que devem ser implantados e avaliados pelas organizações que queiram se adequar aos princípios da Produção Enxuta.

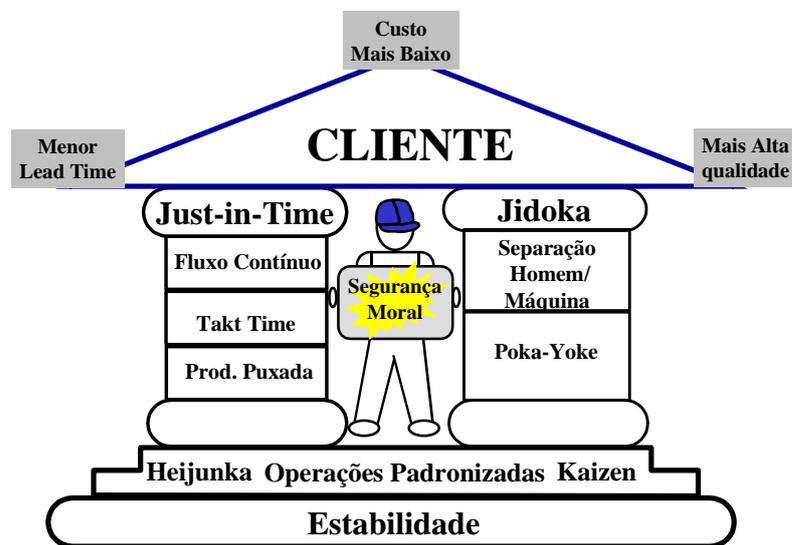
As práticas de Produção Enxuta podem ser úteis e eficientes para as empresas de pequeno, médio ou grande porte, inclusive para as empresas que prestam serviços. A Produção Enxuta não é um paradigma da mecanização, mas um paradigma do processo, portanto, sendo suficientemente global para ser aplicada ao melhoramento de qualquer processo ou forma organizacional complexa (WORMACK; JONES, 2004).

A base da Produção Enxuta é a eliminação de desperdícios. Há dois pilares de sustentação do sistema são eles:

- Just-in-Time (JIT);
- *Jidoka* ou automação que significa automação com toque humano;

Ghinato (2000) apresenta a Figura 1 e discute que a produção enxuta tem como objetivo atender as necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços de qualidade ao mais baixo custo e no menor *lead time* possível; e ainda, ressalta que isto ocorre em um ambiente de trabalho em que a segurança e moral dos trabalhadores constitui-se uma preocupação fundamental da gerência.

Figura 1: A Estrutura do Sistema Toyota de Produção.



Fonte: Ghinato (2000, p.6)

Ainda na Figura 1, observa-se os pilares da produção enxuta – JIT e Jidoka – apoiados em determinados conceitos que são amparados pela produção nivelada; operações padronizadas

e Kaizen observa-se ainda, a estabilidade dos processos como base, pois o autor coloca que somente processos capazes, sob controle e estáveis podem ser padronizados de forma a garantir a produção de itens livres de defeitos, na quantidade e no momento certo.

2.1.1 Eliminação das perdas

Como visto, a eliminação de desperdícios é um ponto crucial da produção enxuta. Eliminar desperdícios significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e eliminar aquelas que não agregam valor ao produto.

Para Ohno (1997), a verdadeira melhoria na eficiência surge quando produzimos zero desperdício e levamos a porcentagem de trabalho para 100%. Uma vez que no sistema Toyota de Produção deve-se produzir apenas a quantidade necessária, a força de trabalho deve ser reduzida para cortar o excesso da capacidade e corresponder a quantidade necessária.

Ohno (1997) afirma que o passo preliminar para aplicação do Sistema Toyota de Produção é identificar completamente os desperdícios. Ele classificou os desperdícios em sete tipos:

1. Desperdício de superprodução;
2. Desperdício de tempo disponível (espera);
3. Desperdício em transporte;
4. Desperdício de processamento em si;
5. Desperdício de estoque disponível (estoque);
6. Desperdício de movimento;
7. Desperdício de produzir produtos defeituosos;

Segundo Chase et al. (2006, p.417) os elementos que abordam a eliminação dos desperdícios são:

1. Redes focadas da fábrica;
2. Tecnologia de grupo (TG);
3. Qualidade;
4. Produção JIT;
5. Programação nivelada da fábrica;
6. Sistema Kanban;
7. Tempos minimizados de preparação (*setup time*)

A seguir aborda-se de forma sucinta cada um dos elementos citados, sendo mais detalhados adiante o JIT e o sistema Kanban.

- *Redes focadas da fábrica:*

Ohno (1997) afirma que a Autonomia não deve ser confundida com a simples automação. Ela é conhecida também como automação com toque humano, ou seja máquinas podem evitar problemas autonomamente. A ideia surgiu com a invenção de uma máquina de tecer auto ativada desenvolvida por Toyoda Sakichi (1967-1930) fundador da *Toyota Motor Company*.

O tear parava instantaneamente se qualquer um dos fios da urdidura ou da trama se rompesse. Devido a um dispositivo inserido na máquina que podia distinguir condições normais ou anormais produtos defeituosos não eram produzidos.

- *Tecnologia de Grupo:*

Segundo Lorini (1991) de modo um tanto genérico, pode-se conceituar Tecnologia de Grupo como uma filosofia que define a solução de problemas explorando semelhanças, para se obter vantagens operacionais e econômicas. Sob o aspecto de manufatura, aplica-se como filosofia de organização, notadamente agrupando peças e recursos para a fabricação. O agrupamento em famílias, é determinado por meio reunindo semelhanças de projeto ou processos.

- *Qualidade:*

Slack et al. (2006) colocam que a qualidade é a consistente conformidade com as expectativas dos consumidores. O problema de basear nossa definição de qualidade nas expectativas do consumidor é que as expectativas dos consumidores individuais podem ser diferentes. Experiências passadas, conhecimentos individual e seu histórico vão dar formas a sua expectativa. Além disso, os consumidores, ao receberem o produto ou serviço, podem percebê-lo cada um de uma maneira diferente, portanto a seguir apresenta-se duas abordagens:

- **A abordagem baseada no usuário** – assegura que o produto ou serviço está adequado a seu propósito. Esta definição demonstra preocupação não só com a conformidade a suas especificações, mas também com a adequação das especificações ao consumidor;

- **A abordagem baseada em produto** – vê a qualidade como mensurável e com características, que são requeridas para satisfazer ao consumidor.

- *Produção JIT:*

Slack et al. (2006) o JIT é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. O JIT possibilita a produção eficaz em termos de custos, assim como fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações e equipamentos, materiais e recursos humanos. O JTI é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário, é alavancado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe.

- *Programação nivelada:*

Segundo Slack et al. (2006), Heijunka é a palavra japonesa para o nivelamento do planejamento da produção, de modo que o mix e o volume sejam constantes ao longo do tempo. O princípio da programação nivelada é bastante simples, mas os pressupostos para colocá-la em prática requerem esforços, ainda que os benefícios resultantes sejam substanciais.

- *Sistema kanban:*

O sistema kanban é um subsistema do JIT que é utilizado para controlar a produção, os estoques em processo e o suprimento de componentes. De acordo com Moura e Umeda (1984), o Kanban é uma técnica japonesa de gestão de materiais e de produção no momento exato (*Just-in-Time*), que é controlado por meio do movimento de cartão (Kanban). O sistema kanban será mais detalhado adiante por ser foco da presente pesquisa.

- *Tempos minimizados de preparação (setup time):*

Segundo Fagundes (2002) a troca rápida de ferramentas (TRF) pode ser descrita como uma sistemática para redução dos tempos de preparação de equipamentos que possibilita a produção econômica em pequenos lotes. A utilização da TRF auxilia na redução dos tempos de atravessamento, possibilitando à empresa resposta rápida diante das mudanças no mercado. A TRF é essencial para a obtenção das qualidades necessárias à manutenção da estratégia competitiva das empresas em relação a clientes e mercados e, principalmente, para atingir uma

produção *Just in Time*. A redução do *lead time* depende da redução dos estoques intermediários, da sincronização da produção e do tamanho dos lotes de fabricação.

2.2 *Just-in-time* (JIT)

A produção JIT é um dos pilares da produção enxuta. Seu significado: produzir os produtos e/ou itens necessários, na quantidade necessária e no momento correto.

Na definição de Slack et al. (2006) em seu aspecto mais básico, pode-se tomar o conceito literal do JIT que significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que não se transformem em estoque, e nem depois para evitar que seus clientes tenham que esperar. Além deste elemento temporal do JIT, pode-se adicionar as necessidades de qualidade e eficiência.

Corrêa e Corrêa (2004) afirmam que o JIT é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção, sendo considerado como uma completa filosofia que inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos, entre outros.

Ghinato (2000) coloca que o JIT significa que cada processo deve ser suprido com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo.

Segundo o mesmo autor, o JIT se baseia em três frentes:

- Conjunto de técnicas: são técnicas centrais do sistema JIT utilizadas para atacar todas as fontes e causas de desperdícios;
- Participação de todos: o JIT é um sistema que propicia excelência na manufatura. Isto significa que todas as pessoas e todos os processos devem ser incluídos;
- Melhoramento contínuo (*Kaizen*): a filosofia JIT enfatiza conceitos ideais em muitas áreas, tais como zero defeito, zero estoque. Portanto, o JIT propõe o que se pode chamar de a “jornada sem fim”.

A filosofia JIT pretende otimizar os processos e os procedimentos por meio da redução dos desperdícios, redução ou mesmo extinção dos estoques, produção em pequenos lotes, eliminação de quebras de máquinas, sempre numa perspectiva contínua, que é denominada de filosofia Kaizen (GUEDES, 2008).

Segundo Martins e Bidin (2006) o sistema JIT está sustentado fundamentalmente sobre três pilares básicos, que são: (1º) a integração e otimização, (2º) a melhoria contínua e finalmente, (3º) o esforço em compreender e responder às necessidades dos clientes.

Neste sentido, segundo Leite (2006) a filosofia JIT atende sempre à procura que se faz sentir no mercado, ponderando constantemente a qualidade a inculcar no produto e evitando ao máximo desperdícios.

O sistema JIT está concentrado no controle da produção pela utilização do Kanban como ferramenta básica de controle da mesma, entretanto, o JIT pode ser aplicado nas áreas de controle de qualidade, compras, *layout* do processo de fabricação, mão de obra multifuncional, padronização dos processos, manutenção e produção mais linear sem grandes variações de forma a permitir ganhos efetivos em todos os processos associados à maior eficiência do processo produtivo (MARTINS, BIDIN 2006).

2.3 Lean: ferramentas

2.3.1 5 S

De acordo com Martins e Bidin (2006) a organização do trabalho ou 5 “S” começa pela fábrica e estende-se por toda a organização. Esta ferramenta faz parte do princípio da visibilidade, ou seja, tornar visíveis os problemas onde quer que possam existir. O 5 “S”, são cinco palavras fundamentais deste princípio da organização, que em japonês começam com “S”, conforme segue:

- Seiri (organização) – é o senso de utilização. Tudo o que não for necessário para a atividade de produção no futuro próximo deve ser removido do local de trabalho.
- Seiton (locação) – é o senso de ter tudo em seu devido lugar. Cada coisa deve ter o seu lugar para que, sendo necessária, seja encontrada facilmente.
- Seizo (limpeza) – é o senso de que a limpeza é fundamental para a melhoria. Um local de trabalho limpo transmite a mensagem de que ali se procura trabalhar com qualidade.
- Seiketsu (padronização) – é o senso de conservação, pois a definição de padrões é fundamental para a manutenção dos progressos alcançados pelo grupo.
- Shitsuke (disciplina) – é o senso de responsabilidade, disciplina, neste caso, é trabalhar consistentemente através de regras e normas de organização, localização e limpeza. Com impacto significativo na produtividade, qualidade e redução de custos, a manutenção produtiva destaca-se, também, como uma ação fundamental para o JIT.

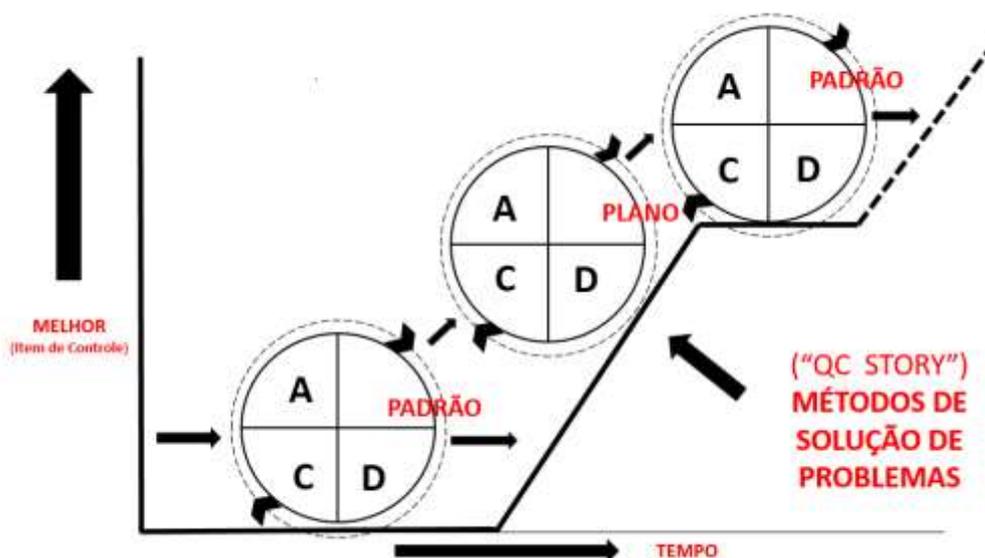
2.3.2 Kaizen

Segundo Lopes (2017) Kaizen significa melhoria contínua, é a pedra fundamental de todo a produção *Lean* e, conseqüentemente, do pensamento *Lean*. Kaizen é uma ferramenta utilizada para criação de melhorias ao longo do processo, com o objetivo do aumento da produtividade. Todos os trabalhadores do processo em que se irá implementar esta ferramenta devem participar dos eventos Kaizen, cooperando em todas as atividades. Estes eventos Kaizen devem ser realizados de uma forma periódica para que se alcance a melhoria contínua. O principal objetivo dos eventos Kaizen é a redução de custos por meio da eliminação de desperdícios (SMITH, 2004).

Um dos principais recursos utilizados para implantação de processos de melhoria, conforme preconizado pela filosofia Kaizen é o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).

O ciclo PDCA, segundo Campos (1992) evidencia-se como um método para a prática de gestão da qualidade que é extremamente importante para todas as empresas que pretendem ter um diferencial estratégico para competir com seus concorrentes potenciais no mercado. As letras PDCA significam P (*Plan*) de planejamento; D (*Do*) que significa fazer; C (*Check*) que quer dizer controle e A (*Act*), ação. Esse método preconiza que todos os processos devem ser continuamente melhorados por meio de estudos e planejamentos, além de ter suas mudanças implementadas e controladas. A Figura 2 aborda a conjunção do ciclo PDCA e o ciclo da melhoria contínua.

Figura 2 – Conceitos de melhoramento contínuo baseado na conjunção dos ciclos PDCA de manutenção e melhorias.



Fonte: Campos (2004, p. 38).

2.4 Sistema de produção puxado

Segundo Silva (2004) a produção enxuta está baseada no princípio de que as vendas devem “puxar” a manufatura, orientando a produção do mercado para a fábrica. A manufatura é dita “puxada” na medida em que, como os estoques devem ser mínimos, a empresa somente inicia a fabricação dos produtos quando houver uma solicitação.

Segundo Corrêa e Corrêa (2004), o sistema JIT apresenta diversas diferenças de abordagem em relação aos sistemas tradicionais de produção. Talvez a principal seja sua característica de "puxar" a produção ao longo do processo, de acordo com a demanda. Nesse sistema puxado, o material somente é processado em uma operação se ele é requerido pela operação subsequente do processo, que, quando necessita, envia um sinal (que funciona como a ordem de produção) à operação fornecedora para que esta dispare a produção e a abasteça. Se um sinal não é enviado, a operação não é disparada. A produção puxada é operacionalizada por meio do sistema kanban.

Moura (1996) descreve como principais objetivos do sistema de puxar os seguintes itens:

- minimizar o inventário em processo;
- minimizar a flutuação de estoque em processo, de modo a simplificar o seu controle.
- reduzir o *lead-time* de produção;
- elevar o nível de controle da fábrica, dando aos operadores e supervisores mais autonomia no papel de controle da produção e estoque;
- reagir mais rapidamente à mudança de demanda e reduzir defeitos.

Quanto à produção empurrada, segundo Tubino (2000), nos sistemas convencionais de empurrar a produção, elabora-se periodicamente um programa de produção completo, da compra da matéria-prima à montagem do produto acabado, transmitindo por meio físico ou digital as ordens de compra, fabricação e montagem para cada um destes setores responsáveis.

Com o intuito de usufruir dos benefícios que o sistema puxado apresenta, mas para que também tenha a possibilidade de ser implementado em diferentes tipos de produção em diversos ambientes de fábrica, foi desenvolvido o método CONWIP (*Constant Work In Process*) (SPEARMAN et al., 1990).

Tal como acontece no sistema Kanban, um sistema de CONWIP, também tem por base o uso de cartões, com o objetivo de controlar o WIP (*Work In Process*) presente no sistema, sendo considerado a forma mais eficaz para estabelecer um limite para o WIP. Portanto desta

forma, poderá ser um sistema considerado para manter a quantidade de produção no sistema constante ou para definir um valor limite de WIP presente no processo produtivo, designando-se este sistema por *Constant Work In Process* (HOPP; SPEARMAN, 2004).

Segundo Pergher (2013) o CONWIP endereça uma política de produção que busca manter constante o *Work-in-Process* entre pontos específicos de um sistema de produção, utilizando uma política de liberação controlada de ordens a partir do desempenho do sistema. Na abordagem CONWIP a determinação do sequenciamento de entrada ocorre antecipadamente ao instante em que uma nova ordem necessita ser liberada. Deste modo, após a entrada da ordem na rede de atividades, nenhum tipo de modificação é realizada na sequência que foi estabelecida previamente.

Portanto, *Constant Work In Process* (CONWIP) é uma abordagem adequada para sistemas puxados e foi introduzida por Spearman et al. (1990).

2.4.1 O sistema Kanban

A palavra Kanban é de origem japonesa é traduzida por cartão. Tem sido utilizada como sinônimo do planejamento com base na procura (GROSS; MCNNIS, 2003).

“O sistema kanban é um meio de informação que controla harmoniosamente a produção dos produtos necessários nas quantidades necessárias e no tempo necessário, em todo o processo de uma fábrica e entre companhias.” (MONDEN, 1984, p. 7)

Segundo Ohno (1997) o sistema de supermercado foi adotado na Toyota por volta de 1953. Para fazê-lo foi utilizado pedaços de papel listando o número de componentes de uma peça, e outras informações relacionadas como trabalho de usinagem. Mais tarde isso foi chamado de “sistema Kanban”.

Para Martins e Laugeni (2001) a ferramenta Kanban é: um método de autorização da produção e movimentação do material no sistema JIT.

O sistema Kanban para Aguiar e Peinado (2007) pode ser um meio de gerenciar o estoque de forma simples. Moura (1996) indaga que o Kanban pode ser uma técnica de gerenciamento tanto para os materiais quanto para a produção que busca controlar o reabastecimento no momento exato (*just-in-time*).

Slack (2002) afirmam que há diferentes tipos de Kanban:

- O Kanban de transporte: um Kanban de transporte é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica. Este tipo de Kanban normalmente terá detalhes como número

e descrição do componente específico, o lugar de onde ele deve ser retirado e a destinação para qual ele deve ser enviado.

- O Kanban de produção: um Kanban de produção é um sinal para o processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida neste tipo de Kanban normalmente inclui número e descrição do componente, descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além da destinação para qual o componente ou componentes devem ser enviados depois de produzidos.
- O Kanban do fornecedor: são usados para avisar o fornecedor que é necessário enviar o material ou componentes para um estágio da produção. Nesse sentido, ele é similar ao Kanban de transporte, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

Tubino (2007) comenta como o sistema Kanban planeja com antecedência uma quantidade de contenedores, ou lotes padrão para cada item no período de programação, bem como padroniza o próprio lote de produção e armazenagem, apesar de não ser exclusividade do sistema Kanban, fica mais fácil aplicar os conceitos de organização, limpeza, padronização e disciplina aos estoques da empresa, conhecidos como os cinco 5S e que já foram citados anteriormente.

Segundo Moura (1996) as funções do kanban podem ser resumidas em seis pontos:

- O kanban estimula a iniciativa por parte dos funcionários da área;
- Ele separa as informações necessárias das desnecessárias, alcançando resultados máximos com um mínimo de informações;
- O kanban controla o estoque, visto que ele sempre acompanha as peças ou materiais, dessa forma o estoque é controlado em termos de números de Kanbans em circulação;
- O kanban simplifica os mecanismos de administração do trabalho, através do controle de informações e estoque;
- O kanban permite a administração visual do trabalho na área. É possível confirmar rapidamente de forma visual o estoque.

Andrade (2002), coloca que a dinâmica envolvida na utilização de um supermercado é a essência do sistema Kanban, ao trazer este conceito para as linhas de produção em empresas,

como fez Taiichi Ohno, originalmente, no sistema de produção da Toyota, sendo esse aspecto um dos pilares para início do desenvolvimento deste sistema.

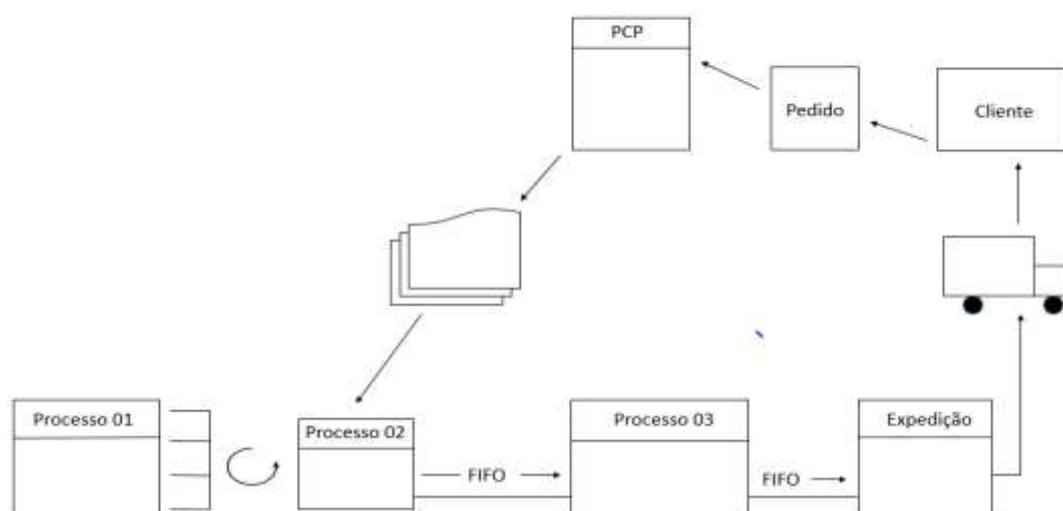
Ainda Andrade (2002) coloca que o Kanban basicamente segue uma abordagem JIT, o que significa produzir ou arranjar as partes requeridas, no tempo necessário, na quantidade necessária, da maneira mais econômica possível. O Kanban, não apenas serve na função de fornecer informações sobre tempo e quantidade, como também molda processos de produção de forma que facilitem o aperfeiçoamento, além dos padrões originais.

De modo geral, o sistema kanban é um método que reduz o tempo de espera, diminuindo o estoque, melhorando a produtividade e interligando todas as operações em um fluxo ininterrupto, eliminando todo o tipo de fila do material e todo o estoque ocioso (MOURA, 1996).

Segundo Ohno (1997) o sistema kanban da Toyota é praticado sob regras rígidas. O Sistema Toyota de Produção (STP), progride pela supervisão minuciosa e constante do Kanban.

Portanto, kanban é um sistema de emissão de ordens, em que a fabricação dos itens é determinada pelo consumo realizado pelo processo posterior. A Figura 3 esquematiza a lógica da produção puxada.

Figura 3 – Fluxo de informação e produção em um sistema puxado.



Fonte: Silva (2004, p.32)

Moden (1984) afirma que para realizar o propósito do sistema JIT, o kanban deve ser usado com as seguintes regras:

1. O processo posterior deve retirar somente os itens necessários do processo anterior, nas quantidades necessárias e no momento certo;
2. O processo posterior deve produzir seus itens nas quantidades requisitadas pelo processo posterior;
3. O produto disponibilizado no supermercado tem qualidade assegurada;
4. O número de Kanbans deve ser minimizado.

Para o cálculo do número de Kanbans, Moden (1984) tem um apêndice dedicado à determinação do número de Kanbans pertinente a cada sistema de reposição utilizado. Cabe ressaltar que Monden (1984) coloca que na Toyota, há dois tipos de sistemas básicos regidos pelo kanban: (i) o sistema de retirada de ciclo não-constante e com quantidade constante (que é o sistema de renovação contínua – ponto de pedido) e, (ii) o sistema de retirada de quantidade não constante e ciclo constante (que é o sistema de renovação periódica – tempo de reposição fixo).

“Os processos das fábricas da Toyota Motor Cop. normalmente usam o sistema de retirada com quantidade constante, enquanto que o kanban de fornecedores usa exclusivamente o sistema de retirada de ciclo constante, devido às distâncias geográficas.” (MONDEN, 1984, p. 101). O autor ainda continua “o Sistema Kanban tem alguma similaridade com o sistema duas gavetas, que é um tipo de sistema de estoque com requisição de quantidade constante, apesar dele não ser derivado deste tipo de sistema. (MONDEN, 1984, p. 101).

O autor coloca que a quantidade de cada requisição ou lote (Q) é determinada pelo modelo do lote econômico. Quanto ao cálculo do número de Kanbans para o sistema de retirada com quantidade constante, tem-se as Equações 1 a 7 a seguir.

$$\text{Número total de kanbans} = \frac{\text{tamanho do lote econômico} + (\text{demanda diária} \times \text{coeficiente de segurança})}{\text{capacidade do contentor}} \quad (1)$$

Ou,

$$\text{Número total de kanbans} = \frac{\left[\frac{\text{Demanda mensal}}{\text{Número mensal de troca de ferramentas}} \right] + [\text{demanda diária} \times \text{coeficiente de segurança}]}{\text{capacidade do contentor}} \quad (2)$$

Há ainda um outro tipo de Kanban que Monden (1984) chama de triangular (marca o ponto de pedido) que é calculado conforme a Equação 3, note que, como este marca o ponto de pedido, no cálculo aparece posição do Kanban retangular.

$$\text{Posição do kanban triangular} = \left\lceil \frac{\text{demanda média diária}}{\text{capacidade do contentor}} \right\rceil + 1 \quad (3)$$

O autor ainda coloca que $\left\lceil \frac{\text{demanda média diária}}{\text{capacidade do contentor}} \right\rceil$ significa o número inteiro não menor que o ilustrado nele.

Monden (1984) ainda coloca a Equação 4, a seguir.

$$\text{Número de kanbans} = \frac{\text{demanda média diária} \times \text{tempo de espera} \times (1 + \text{coeficiente de segurança})}{\text{capacidade de contentor}} \quad (4)$$

Vários autores tratam do cálculo do número de Kanbans, por exemplo Peinado e Graeml (2007) que consideram que a implementação de um sistema Kanban deve ser iniciada pelo cálculo do número de cartões. Para tanto, é necessário determinar o tipo de embalagem e a quantidade de peças. Para a determinação do número de cartões e quantidade deve ser avaliada a velocidade de consumo, peso, tamanho e forma do item.

Com relação ao dimensionamento do sistema Kanban, Moura (2007) afirma que o Kanban é um sistema de controle de fluxo dos materiais utilizados nos processos produtivos.

Quanto ao cálculo do número de Kanbans para o sistema com quantidade não constante e ciclo constante (renovação periódica), Monden (1984) expõe as Equações 5, 6 e 7.

$$\text{Inventário máximo} = \text{demanda diária} \times (\text{ciclo do pedido} + \text{tempo de espera}) + \text{estoque de segurança} \quad (5)$$

$$\text{Ciclo do pedido} = \frac{\text{Tamanho do lote econômico para a demanda esperada}}{\text{demanda média diária}} \quad (6)$$

Com relação à Equação 6, Monden (1984) coloca que o ciclo do pedido frequentemente é determinado por uma restrição externa, por exemplo, um contrato entre os fornecedores e o fabricante principal.

A Equação 7 exposta por Monden (1984, p. 103) pode ser usada para calcular o número de Kanbans para o sistema de reposição com ciclo constante.

$$\text{Número total de kanbans} = \frac{\text{demanda diária} \times (\text{ciclo do pedido} + \text{tempo de espera} + \text{período de segurança})}{\text{capacidade do contentor}} \quad (7)$$

Onde: o tempo de espera = tempo de processamento + tempo de espera + tempo de transporte + tempo de coletar Kanbans.

Moden (1984, p. 104) sumariza colocando que, “as variáveis que determinam o número total de Kanbans em qualquer fórmula são: (1) demanda média diária; (2) tempo de espera; (3) coeficiente de segurança ou estoque de segurança, (4) capacidade do contentor.” Monden (1984) ainda coloca que o número de Kanbans em cada processo não é determinado automaticamente pelas fórmulas, sendo que o supervisor tem influência nessa decisão.

Após o dimensionamento, outro ponto importante são as informações contidas no cartão, segundo Ohno, (1988), uma etiqueta Kanban deve conter as seguintes informações:

- Referência da peça;
- Descrição da peça;
- Capacidade do contentor;
- Processo anterior;

A Figura 4 ilustra o exemplo de um cartão Kanban, o cartão deve ser simples contendo apenas a informação necessária para o sistema funcionar corretamente.

Figura 4 – Exemplo Cartão kanban.

Hora da Entrega 10:30  Fundação Ohashi Prateleira nº 1 – Embaixo	Área de Estocagem <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-size: 24px; text-align: center;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-size: 24px; text-align: center;">1 - 1</div> </div>		Fábrica Central da Toyota Motors <hr/> Montagem nº 2 <hr/> <div style="font-size: 48px; text-align: center; margin-top: 20px;">50</div>
	Número do Item 53018-60011	Identificação	
	Nome do Item Linha de pressão do radiador	Usado em FJ Carro tipo (I)	
	21	Tipo de caixa Especial Capacidade da caixa 30	
Kanban de pedido de peças			

Fonte: Ohno (1997, p.46)

Rahman, Sharif e Esa (2013) baseado em vários autores colocam que alguns elementos-chaves se destacam na implantação de um sistema Kanban, sendo listado pelos autores:

- Gestão de estoques;
- Participação dos fornecedores;
- Melhoria da qualidade e do controle da qualidade;
- Participação dos funcionários e comprometimento da alta gerência.

2.5 Kanban Eletrônico

Segundo Santana (2014), apesar do sistema de Kanban físico ser mais conhecido, muitas organizações têm buscado o desenvolvimento e implementação dos sistemas de Kanban Eletrônico (e - Kanban) com intuito de melhorar a eficiência das operações.

Santana (2014) afirma que o ERP (*Enterprise Resource Planning*) proporciona oportunidade da utilização do Kanban Eletrônico, permitindo por meio de um sistema que sinaliza de forma imediata a demanda real do cliente em toda a cadeia de fornecimento. O principal objetivo deste tipo de sistema eletrônico é reduzir a frequência de problemas comuns à utilização do sistema físico de Kanban como a perda de cartões e a atualização dos quadros.

Lage Junior e Godinho Filho (2008) afirmam que este sistema é conhecido como e-kanban. Ainda de acordo com esses autores, esta forma de operação é muito comum entre compradores e fornecedores e apresentam as seguintes características: permite avaliar o

desempenho dos fornecedores de forma instantânea; garante precisão nas quantidades requeridas e transmitidas; pode ser usado em quaisquer que sejam a distância físicas entre as operações de fornecedores e clientes e diminuir a quantidade de papéis manejados na fábrica.

Segundo Santana (2014) o kanban eletrônico se caracteriza pelo o uso de tecnologia da informação como forma de controle do kanban, ao invés dos tradicionais cartões de kanban, embalagens e demarcações no piso de fábrica. Um kanban eletrônico é caracterizado por seguir as mesmas premissas de simplicidade, baixos estoques e produção enxuta, o mesmo sistema de dimensionamento do número de cartões e de envolvimento de trabalho em equipe necessário ao bom funcionamento do kanban tradicional. A diferença em essência está no uso da internet e outras tecnologias de informação em substituição aos tradicionais cartões de kanban (VIEGAS; CANTO, 2005).

2.6 Aplicações do sistema kanban

Essa subseção irá descrever algumas pesquisas que abordaram o sistema kanban. Lopes (2017) realizou uma pesquisa na empresa Epedal S.A Irbal localizada na cidade de Coimbra, Portugal que teve como objetivo a análise e implementação de um sistema Kanban em um processo produtivo da empresa. O trabalho visou abordar também o aspecto humano e a resistência à mudança. Esta resistência representou um fator importante na implementação do sistema, sendo gerida da melhor maneira pelos gestores e operadores. Fator crucial ao sucesso da implementação foi o comprometimento dos operadores, pode-se afirmar que o sistema Kanban foi implementado com sucesso e demonstrou ser uma ferramenta eficiente e uma boa alternativa ao método tradicional de gestão da produção.

Boer (1999) trabalhou para reduzir o estoque de peças em processo com a utilização da filosofia de "puxar" e não empurrar a produção. A empresa se apoiou em três ações - implantar o sistema "puxar"; implantar o sistema JIT; resolver os problemas de qualidade que o sistema "puxar" traz à tona, uma das opções que a empresa teve foi o de resolver esses problemas adotando a Qualidade Total.

O trabalho Carvalho (2014), teve como base o desenvolvimento e implementação de um sistema piloto de kanban em um posto de trabalho numa indústria metalmecânica. A Irbal localizada na cidade de Coimbra em Portugal, é uma empresa de fabricação de máquinas para construção civil, que utilizava os tradicionais sistemas de produção com base na produção *push* e com recurso a ordens de fabricação. Foi selecionado um posto de trabalho que produzia um elevado número de peças, para que o sistema pudesse assim ser testado, e foi aplicado o sistema

de um cartão Kanban. O trabalho foi publicado, porém o sistema de implantação não concluído, não sendo possível ver o funcionamento do sistema e tirar conclusões se os objetivos propostos foram ou não alcançados o sistema.

De acordo com o trabalho de Silva (2004), a sistematização da implantação do kanban seguiu um modelo mais genérico, devido a motivos e características particulares da empresa o estudo de caso não chegou a explorar o método em todo seu potencial, nem todos os conceitos foram aplicados de forma detalhada conforme descrito no trabalho. Característica marcante do trabalho, é a terceirização. Havia muitos atrasos na entrega dos produtos, e se fez necessário desenvolver um sistema de *Milk Run*, administrado via Kanban de transporte.

3 MÉTODO DA PESQUISA

3.1 Caracterização metodológica da pesquisa

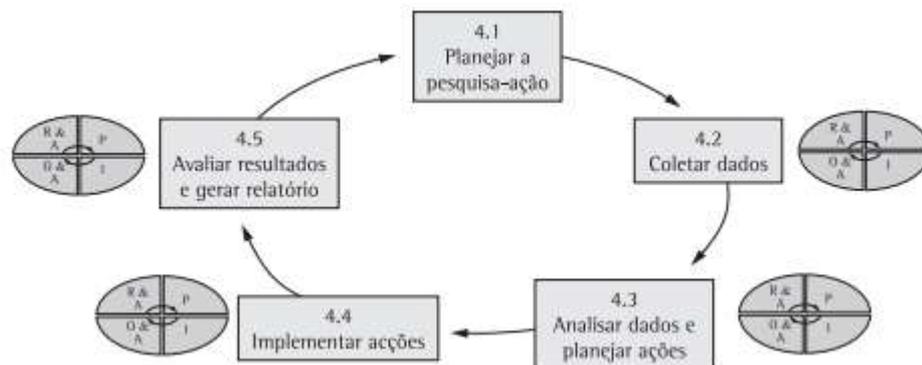
O trabalho aqui apresentado se baseou em revisão da literatura para consolidar o suporte teórico e, em uma pesquisa-ação na empresa do estudo. A pesquisa bibliográfica segundo Marconi e Lakatos (2009) é importante, pois fornece dados atuais e relevantes sobre o tema.

Uma definição para a metodologia pesquisa-ação é dada por Thiollent (2002):

A pesquisa ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLENT, 2002 p.14).

A Figura 5 traz a estruturação da pesquisa-ação proposta por Mello et al. (2012), é importante colocar que a estrutura apresentada pelos autores foi baseada nas obras de Westbrook (1995), Coughlan e Coughlan (2002).

Figura 5 – Estruturação para condução da pesquisa-ação.



Fonte: Mello et al. (2012, p. 5)

Mello et al. (2012, p. 4) colocam que “cada ciclo do processo da pesquisa-ação acontece em cinco fases: (1) planejar; (2) coletar dados; (3) analisar dados e planejar ações; (4) implementar ações; (5) avaliar resultados e gerar relatórios.” E ainda, cada uma das fases é acompanhada de um ciclo de melhoria e aprendizagem (planejar, implementar, observar/avaliar, refletir/agir), conforme indicado na Figura 5.

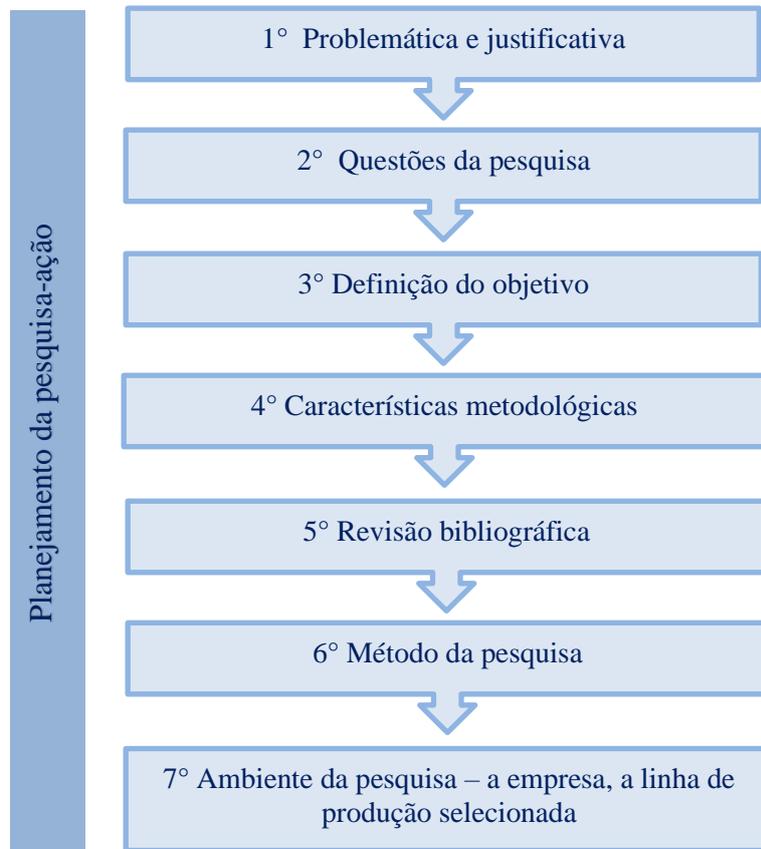
3.2 Procedimentos Operacionais

Para desenvolvimento dessa pesquisa e alcance de seus objetivos foi proposta uma série de atividades, baseadas nos autores Ohno (1997), Tubino (2000), Gross e Mcnnis (2003), Corrêa e Corrêa (2004), essas atividades foram organizadas tendo como macro-etapas direcionadoras o ciclo da pesquisa-ação, já mencionado. Portanto, tem-se:

1. Planejar a pesquisa-ação:
 - Nessa fase definiu-se o propósito da pesquisa, e isso fez com que se selecionasse a unidade de análise;
 - Construiu-se o referencial teórico;
 - Definiu-se as técnicas de coleta dos dados.
2. Coletar dados
 - Levantou-se os dados no sistema de gestão da empresa;
 - Detalhou-se o processo de reposição de itens de fixação;
 - Fez-se observação *in loco* com o intuito de recolher dados para encontrar possíveis pontos de melhorias;
3. Analisar dados e planejar ações
 - Comparou-se os dados com o referencial teórico de modo a verificar o que está coerente ou mesmo divergente com a teoria levantada;
 - Planejou-se a implantação de um sistema com a lógica de puxar a produção;
4. Implementar as ações
 - Colocou-se em prática as ações planejadas de forma a intervir no ambiente causando um processo de mudança;
5. Avaliar resultados e gerar relatório
 - Verificou-se os resultados alcançados e confrontar com os objetivos da pesquisa.

Nas Figuras 6, 7, 8, 9 e 10 pode-se verificar os passos utilizados no desenvolvimento da pesquisa, em conformidade com as cinco fases expostas.

Figura 6 – Esquema das etapas do desenvolvimento da pesquisa – fase: planejamento da pesquisa-ação.



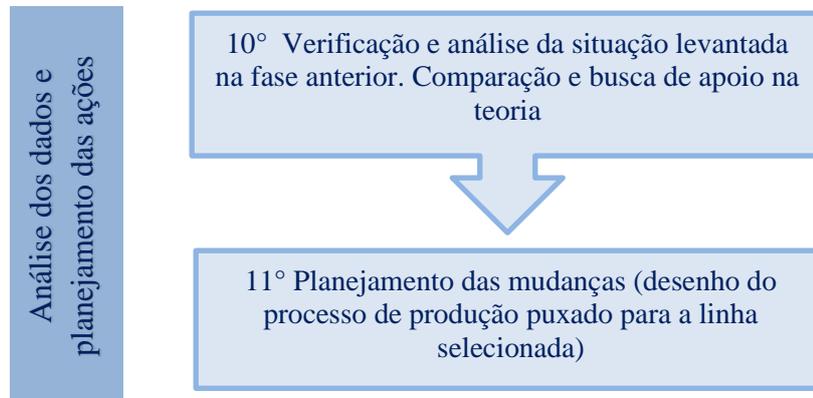
Fonte: O próprio autor.

Figura 7 – Esquema das etapas do desenvolvimento da pesquisa – fase: coleta de dados.



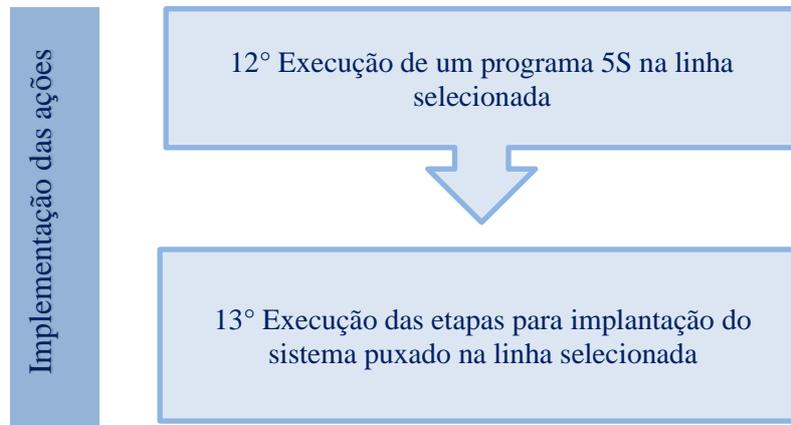
Fonte: O próprio autor.

Figura 8 – Esquema das etapas do desenvolvimento da pesquisa – fase: análise dos dados e planejamento das ações.



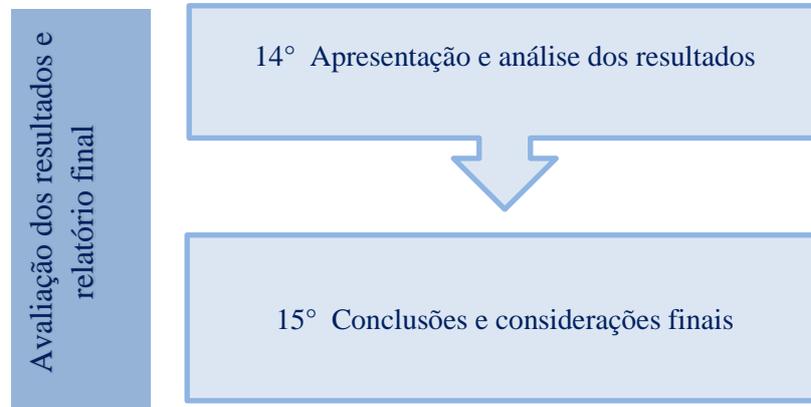
Fonte: O próprio autor.

Figura 9 – Esquema das etapas do desenvolvimento da pesquisa – fase: implementação das ações.



Fonte: O próprio autor.

Figura 10 – Esquema das etapas do desenvolvimento da pesquisa – fase: avaliação dos resultados e relatório final.



Fonte: O próprio autor.

Após expor os procedimentos e etapas dessa pesquisa, na próxima seção será detalhado o trabalho na empresa, mais especificamente, na linha de produção selecionada.

Observa-se que na fase de planejamento da pesquisa-ação, já foram expostas as etapas de 1 a 6, a próxima seção se inicia com maior detalhamento do ambiente da pesquisa. Nessa linha de organização as seções 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 e a seção 5 apresentarão as etapas de 8 a 14, conforme foram esquematizadas nas Figuras 7 a 10.

4 A PESQUISA NA EMPRESA

Essa seção tem o intuito de detalhar o trabalho realizado na empresa, inicia-se com uma caracterização do grupo a que a empresa em análise pertence, posteriormente expõe-se alguns aspectos importantes da unidade estudada e os produtos nela produzidos e, por fim, faz-se a explanação da intervenção realizada.

4.1 O Grupo

A empresa foco desse estudo foi fundada em 1940, quando dois irmãos, que trabalhavam na fabricação de ferramentas agrícolas, decidiram abrir uma oficina para reforma de motores industriais. Já nos seus primeiros dez anos foi a única empresa no Brasil a fabricar sistema de freio a ar e desenvolveu dois produtos inéditos: (1) o terceiro eixo para caminhões e (2) semirreboques.

Após 78 anos da fundação do grupo, nasceu a unidade da empresa no interior do estado de São, que foi inaugurada em 2018.

A unidade do interior do estado de São Paulo, que é o ambiente dessa pesquisa, produz, além dos implementos ferroviários, carretas canavieiras rodoviárias, incluindo os super-rodotrens de 91 toneladas, que foram recentemente homologados. Com uma área total de 122 hectares, dos quais 25 mil m² são ocupados pela fábrica, área administrativa e apoio. A empresa conta com a capacidade de produção para até 2.000 unidades/ano, em um mix variados de produtos entre semirreboques e vagões ferroviários, a empresa visa atender, a demanda de produtos característicos da região sudeste do país, utilizados no cultivo da cana-de-açúcar, no transporte de cargas industrializadas e que se beneficiam da infraestrutura rodoferroviária existente.

Essa pesquisa tem foco no produto sider, por isso algumas características são colocadas a seguir.

4.2 Sider

Denomina-se de Sider a carroceria com formato de baú lonado dos dois lados, podendo ser de dois modelos: Sider Versátil e Sider Bebidas

O sider versátil tem como principal característica o transporte de cargas volumosas, como sacarias, cargas paletizadas ou acomodadas em *rack* como autopeças, alimentos e cargas em geral. O sider versátil permite carga e descarga pelas laterais, fornecendo bastante praticidade em seu descarregamento, esse modelo é muito utilizado por empresas ou clientes

que não possuem docas, mas utilizam empilhadeiras para rápida descarga, pois é possível realiza-lo pelas duas laterais do caminhão, ou uma delas, com apenas a retirada da lona e das travessas. A Figura 11 mostra o modelo sider versátil.

Figura 11 – Sider Versátil.



Fonte: A empresa do estudo.

O sider bebidas tem como principal característica o transporte de bebidas, cargas paletizadas, com garrafas PET (Polietileno tereftalato), lata, *long neck*, garrafa e barris de chopp. O sider bebidas também permite carga e descarga pelas laterais, esse modelo é muito utilizado por empresas de cerveja, que utilizam esse tipo de veículo tendo em vista a facilidade de entregar o produto em diversos estabelecimentos, na mesma rota, com capacidade para 26 e 28 Paletes. O sider bebidas é composto por eixos distanciados, oferece ao transportador maior aproveitamento da carga líquida, contém isolamento da carga com o meio externo, para que as bebidas cheguem ao ponto-de-venda nas condições de sabor, coloração e limpeza desejadas pelas companhias de bebidas. O sider bebidas utiliza um sistema de amarração através de asas pneumáticas que aumentam a agilidade na amarração da carga, reduzindo tempo e custos de operação. A Figura 12 mostra o modelo sider bebidas.

Figura 12 – Sider Bebidas.



Fonte: A empresa do estudo.

4.3 l001 Linha de montagem do sider: levantamento das discrepâncias

A linha aqui denominada de l001, é foco dessa pesquisa e tem uma certa peculiaridade por ser a única linha na unidade desse estudo que é exclusivamente montadora e não uma fabricante de implementos. Com uma capacidade produtiva de 11 implementos dia (dois turnos compostos por 8,8 horas dia), contém 50 funcionários divididos em dois turnos de trabalhos e organizados em 8 centros de trabalhos conforme mencionado a seguir:

1. PMQ – produção de quadros e painéis;
2. Pré montagem das colunas laterais;
3. Descarga de chassi na entrada da linha;
4. Montagem de espinhas e asas;
5. Montagem de painel dianteiro e quadro traseiro;
6. Montagem do teto;
7. Montagem das lonas laterais;
8. Teste pneumático e elétrico.

A linha L001 tem chamando a atenção devido há divergências que vem enfrentando rotineiramente no seu processo de montagem, sendo: alto número de componentes faltantes, montagem errôneas de peças e problemas de organização na área produtiva, cenário que contribui diretamente para comprometer a satisfação dos funcionários e, também, na gestão da unidade há dificuldade de circulação e movimentação de materiais.

4.4 Kaizen 19 Linha L001

Com a finalidade de conter e solucionar as divergências que a linha L001 vem apresentando em sua rotina, a gestão da empresa localizada no interior do estado de São Paulo propôs um Kaizen de Processo (foco nos processos individuais, dirigidos pelas equipes de trabalho e líderes das equipes) que foi denominado de Kaizen 19, pois é o 19º Kaizen feito pela fábrica desde do seu início da operação em março de 2018.

Após levantamento no banco de dados da empresa, as Tabelas 1 e 2 contém informações do processo produtivo da linha L001 com relação a número de itens faltantes e montagens errôneas de componentes nos produtos em um período de 06 meses (janeiro a junho de 2020).

Tabela 1 – Produtos Retirados de Linha Faltantes de Componentes de janeiro a junho de 2020.

Texto Breve Produto	Janeiro/ unidades	Fevereiro/ unidades	Março/ unidades	Abril/ unidades	Maió/ unidades	Junho/ unidades
SRLOSS-14,60X2,70-X4-SME62	12	16	10	14	14	16
SRLOSS-15,45X2,70-X4-SME62	10	12	8	8	10	10
SRLOSS-15,00X2,70-X4-SME62	8	7	8	10	9	8
BTLOBB-9,86X2,38-OMX-SME64	6	4	5	5	0	0
SRLOSS-14,60x2,80-X4-SDP62	15	21	20	19	20	20

Fonte: Empresa do estudo.

Tabela 2 – Itens de fixação inconsistências na comparação registros de estoque e quantidade física - período de Janeiro a Junho de 2020.

Texto Breve Material	Janeiro/ unidades	Fevereiro/ unidades	Março/ unidades	Abril/ unidades	Maió/ unidades	Junho/ unidades
Rebite estrutural aço 6,4 range 2-15,9	8000	6000	4000	5000	2000	9000
Porca sextavada flangeada – m8x1.25-c8	1950	2975	4000	2000	3000	4000
Porca sextavada flangeada – m10x1.50-c8	4000	2000	1000	3000	5000	5000
Parafuso sextavado flang-m10x1.50x0.30	1000	1000	1500	2000	1500	4000

Faixa Retrorrefletiva Rigida Direita	425	530	270	420	510	300
Faixa Retrorrefletiva Rigida Esquerda	325	425	498	508	468	502
Parafuso Sextavado Flang-M12x1,50x040	250	300	250	200	300	400
Arruela Lisa-A 06.4-C2-Din9021	50	100	60	50	50	80
Base Fix Trav Teto Sv	97	95	76	74	64	70
Porca Sextavada Nylon -Unc 5/16"-G.2	14	22	21	19	19	20
Nípel Orientável-M16x1.5 X M16	23	25	16	14	13	16
Arruela Lisa A10,5 Din 125 Zn	1000	2000	1000	1500	2000	2000
Arruela Trav Arqueada Teto Sv	500	500	400	250	250	250
Chapa De Fixação	150	150	200	50	100	100
Porca Sex M10x1,50 Din982 Af	600	725	700	680	720	690
Ponteira Rotular Da Asa Sd Bb - Iso8139	16	24	20	17	0	0
Parafuso Sextavado Flang-M16x1.50x065	150	300	200	50	100	40
Rebite Repuxo	3000	2000	3000	6000	7000	11000
Livra Fio	5	3	2	1	3	3
Base Fix Trav Teto Bb	25	30	37	35	0	0

Fonte: Empresa do estudo.

Analisando a condição atual, prevendo qual será a situação desejada, e quais serão os passos para chegar na situação desejada, utilizou-se como base o ciclo PDCA, ou seja planejar (*plan*), executar (*do*), verificar (*check*), agir (*act*), e em 4 passos simples estruturou-se o Kaizen da unidade da empresa desse estudo, identificando os problemas, analisando os problemas, aplicando melhorias e analisando os resultados conforme será exposto nas etapas a seguir.

1ª etapa: identificar problemas

Na primeira etapa do Kaizen, após a realização de um *Brainstorming* com a equipe da linha L001, listou-se os principais problemas que esta linha vem enfrentando, e que impacta diretamente no processo produtivo:

- Falta de componentes na montagem do produto;
- Montagem errônea de componentes nos produtos;

- Problemas de organização da linha de montagem;
- Aumento de perdas no processo produtivo (tempo e materiais)

2º etapa: análise dos problemas

Na segunda etapa do Kaizen toda a equipe fez um *Gemba Walk* e nesse processo observou-se de forma criteriosa o fluxo produtivo. Foi possível identificar e registrar os pontos levantados na primeira etapa após o *Brainstorming*. O levantamento indicou:

- Discrepância no estoque de matéria prima – saldo sistêmico com físico;
- Problemas na organização do estoque de matéria prima e componentes;
- Problemas na movimentação dos funcionários devido a problemas de organização
- Deficiência na limpeza da linha L001.

Na sequência uma equipe investigou e identificou as principais causas das discrepâncias conforme fotos e históricos mencionado nas Figuras 13, 14, 15, 16 e 17.

Figura 13 – Problemas de organização da Linha L001 – sujeira no piso.



Fonte: Arquivo Kaizen 19- Empresa do estudo.

Figura 14 – Problemas de organização da Linha L001 – Escada e Plataformas.



Fonte: Arquivo Kaizen 19- Empresa do estudo.

Figura 15 – Problemas de organização da Linha L001 – Excesso de caixas Metálicas no chão.



Fonte: Arquivo Kaizen 19- Empresa do estudo.

Figura 16 – Problemas de organização da Linha L001 – Falta Kanban.



Fonte: Arquivo Kaizen 19- Empresa do estudo.

Figura 17 – Problemas de organização da Linha L001 - Componentes Misturados Caixas KLT.



Fonte: Arquivo Kaizen 19- Empresa do estudo.

3ª etapa: aplicação de melhorias

Na terceira etapa do Kaizen, definiu-se as ações necessárias para mitigação e eliminação dos problemas identificados como críticos para L001, apresentando um plano de ação com os devidos responsáveis por cada melhoria. Seguem as ações planejadas:

- Estruturar 5S na linha do sider e aumentar a frequência de limpeza do prestador de serviço na linha de produção;
- Melhorar a gestão do estoque de insumos e componentes com a implantação do sistema Kanban;
- Reorganizar e limpar o chão de fábrica para melhorar a posição de insumos e componentes e a rotina dos funcionários.

Finalizado o Kaizen de processo, definiu-se o plano de ação, destinado aos devidos responsáveis de todas as áreas envolvidas conforme Figura 18.

Figura 18 – Plano de Ação Kaizen 19 – empresa foco do estudo.

PLANO DE AÇÃO KAIZEN 19	
	Problema
1	Terminar pintura do piso
2	Realizar demarcações no piso
3	Organizar os racks (verticalização para diminuir espaço)
4	Instalar mais pontos de lixeira
5	Separ peças misturadas em diversos lugares nos boxes
	Diminuir quantidade de caixas
6	Separar ferramentas de peças (fazer quadro sombra)
7	Comprar caixa pescador para montagem
8	Criar rack para travessa tubular
9	Organizar os racks de pneus (racks com vários tipos)
10	Rack sobre o trilho de retorno do dammy boogie
11	Usar lubrífil instalado
12	Deixar mangueiras aéreas
13	Instalar IBC próximo do rack do perfil de alumínio
14	Orientação sobre sobras de rebites
15	Organização geral da area antes do termino do turno
16	Aumentar frequencia de limpeza da versani
17	Avaiiar a possibilidade de carrinho de ferramentas
9	Instalar rodinhas nos carrinhos
10	Estruturar 5s no sider

Fonte: Arquivo Kaizen 19 – empresa do estudo.

4ª etapa: análise dos resultados

Na terceira e última etapa do Kaizen toda equipe se reuniu para analisar os resultados alcançados e para pontuar as ações que precisam de prazos mais longos para serem concluídas. Os resultados levantados nessa fase foram:

- A produção passou a ter acesso mais fácil aos materiais utilizados nas montagens com mais assertividade e menos perdas;
- A nova organização e limpeza do espaço possibilitou que se fabricasse com qualidade e segurança, reduzindo drasticamente as perdas no processo produtivo;
- Houve melhoria na movimentação dos funcionários, estes podem se dedicar mais em seus trabalhos ao invés de ter que se deslocar constantemente, a procura de materiais e ferramentas

4.5 Verificação e análise da situação levantada e planejamento das mudanças

Analisando o estado atual de processo de fabricação e o processo logístico e com forte embasamento no referencial teórico desse trabalho, identificou-se várias oportunidades de melhoria na linha piloto:

- Estruturar 5S na linha do sider;
- Implantar um sistema simples e eficiente a fim de melhorar a gestão do estoque de insumos e componentes;
- Reduzir perdas no processo produtivo (tempo e materiais);
- Garantir um processo produtivo eficaz, com qualidade e segurança;

4.6 Linha L001 – Ferramenta 5S

Para estruturar o 5S no chão de fábrica, teve-se cuidado com relação a preparação da formação de pessoas que cerca essa metodologia de modo a garantir que esta fosse bem preparada. Essa preocupação com a preparação e formação das pessoas foi essencial no sentido de garantir que as melhorias obtidas se mantivessem no futuro.

Utilizou-se como base 5 passos simples que foram essenciais para o processo de estruturação:

- 1. Analise do processo atual** : sempre considerando a pirâmide decisória da empresa, segurança, qualidade e produtividade, iniciou-se uma análise minuciosa de todos os obstáculos e problemas de organização de insumos e componentes, em seguida

mapeou-se a reorganização do ambiente de forma a manter a qualidade dos produtos e melhorar produtividade;

2. **Treinamento da equipe:** ao estruturar o 5S, fez-se um treinamento com relação a importância da organização e limpeza da área, para os líderes e os funcionários. Nesse treinamento abordou-se os processos de organização e limpeza, com a intenção de deixar claro a importância da participação e comprometimento de todos os envolvidos e que todos irão ganhar com a nova “cultura” adotada;
3. **Organização do ambiente:** esse foi o momento em que todos organizaram a linha L001. Foi retirado tudo que não era mais utilizado, deixando somente o essencial para trabalho. Desobstruiu-se as passagens e corredores deixando um ambiente limpo e de fácil acesso, identificou-se os painéis de máquinas e ferramentas de cada centro de trabalho, reorganizou-se cada material/ferramenta de forma que ficasse no lugar que proporcionasse mais eficiência no seu uso;
4. **Padrão de organização:** posteriormente ao primeiro ciclo de organização e limpeza, criou-se um padrão a ser seguido com rotinas de limpeza para cada centro de trabalho. Demarcou-se o lugar de cada material e ferramenta em um quadro sombra de ferramentas com a posição exata de cada material;
5. **Manutenção:** criou-se auditorias periódicas para inspeção de 5S da linha L001, nomeou-se um responsável de cada centro de trabalho para gerir a organização da sua área, garantindo assim que a organização criada seja mantida, e contribuindo para os processos produtivos da área como a produtividade e qualidade.

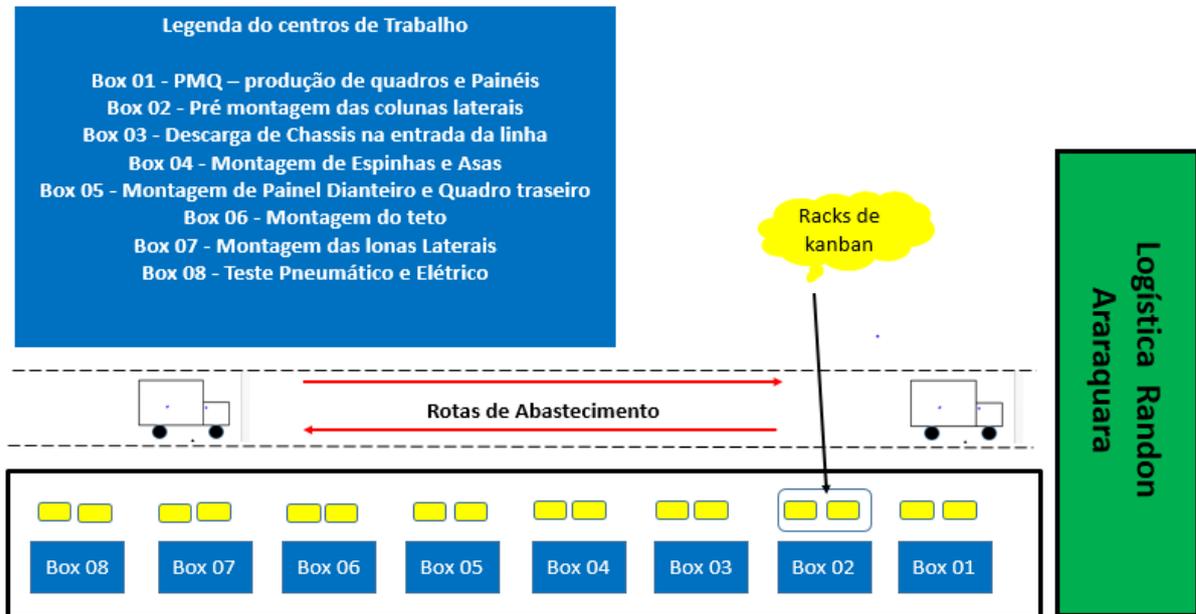
4.7 Implantação Kanban

Conforme se indicou no Kaizen, definiu-se que na linha de montagem do sider será implantado um sistema de kanban de cartão para os itens de fixação utilizados na montagem das carrocerias Siders Bebidas e Versáteis. Visualizou-se que o kanban pode proporcionar um sistema de simples gestão e organização de materiais e baixo custo de implantação, otimizando as rotas de abastecimento das demais linhas da unidade, que nesse primeiro momento irá puxar o material da logística para fábrica.

Optou-se por um kanban de retirada simples de *racks* com duas caixas preenchidas com itens de fixação, quando o conteúdo da primeira caixa se esgota, o operador tira a primeira caixa e coloca atrás no *rack* em que está armazenado item. No fundo da caixa vazia contem a etiqueta com as informações do código do material (que está esgotado) e quantidade, essa

etiqueta é colocada na chapeira, indicando ao operador logístico a necessidade de reposição, esse procedimento é mostrado no fluxo da Figura 19.

Figura 19 – Layout de Abastecimento da Linha L001 com a implantação do sistema kanban.



Fonte: Autoria própria

Sendo a produção diária de 11 implementos dia, e utilizando um conceito de linha montadora, o primeiro passo foi levantar todos os itens de fixação que seriam geridos pelo kanban. A linha de montagem do Sider recebe a reposição constante de aproximadamente 96 códigos de itens de fixações e acessórios, como parafusos, porcas, rebites, adesivos e placas utilizados na montagem dos produtos conforme Tabela 3. A Figura 20 ilustra os itens de fixação utilizados na montagem do Sider Versátil/Bebidas.

Tabela 3 – Itens de fixação utilizados na montagem do Sider Versátil/Bebidas.

Descrição do material	Quantidade de itens/produto
Parafuso sext flang M8x1,25x30 8.8 nylok	12
Rebite ros int sext extra-pq m8x1,25x20	12
Berco travessa de contencao	64
Rebite estrutural aço ø6,4 range: 2-15,9	200
Pega mão Randon	1
Parafuso sextavado-m08x1.25x040-08.8	2
Porca sextavada flangeada-m08x1.25-c.8	144
Lanterna placa 24v-led-branca	2
Lanterna delimitadora vermelha	2

Conector double click (snap-in)	4
Abracadeira plastica 4,7x200mm	28
Faixa retrorrefletiva rigida direita	14
Faixa retrorrefletiva rigida esquerda	14
Adesivo ler manual proprietario	1
Adesivo painel pressão trabalho	1
Catraca tensionadora sd vs direita	1
Catraca tensionadora sd vs esquerda	1
Suporte alavanca catraca	2
Parafuso sextavado flang-m10x1.50x035	4
Porca sextavada flangeada-m10x1.50-c.8	180
Parafuso sextavado flang-m16x1.50x065	8
Porca sextavada-flangeada-m16x1,50	8
Parafuso sextavado flang-m12x1,50x040	26
Porca sextavada flangeada-m12x1,50-c.10	26
Base fix trav teto sv	30
Chapa de fixação	38
Chapa fixação trilho sd2001	4
Parafuso frances-unc 5/16"x1"	56
Porca sextavada nylon -unc 5/16"-g.2	56
Cinta 50x2900mm c/1 fivela	20
Alavanca da catraca	1
Catraca amarr de carga sd - externa	20
Porca sex m10x1,50 din982 af	20
Carpete autoadesivo 30x10000	94
Carpete fechamento cilindro com velcro	5
Revestimento suporte cilindro bb 2,68m	10
Nípel orientável-m16x1.5 x m16	1
Válvula reguladora de fluxo	1
Suporte fixação da caixa de comando l	1
Suporte fixação da caixa de comando	1
Parafuso sextavado flang-m10x1.50x030	197
Pino da asa sd bb	5
Anel retencao da asa sd bb	5
Ponteira rotular da asa sd bb - iso8139	5
Flange l da asa sd bb	10
Batente de aço cilindro bb	5
Chapa int da asa sd bb	5
Suporte cilindro bb26	5
Parafuso sextavado flang-m10x1.50x040	16
Porca sex af m10x1,50x11,5 c1cl.8din982	14
Arruela lisa a10,5 din 125 zn	122
Livra fio sider versátil	2
Parafuso sext. m6x1x25 - 8.8 din 933	4

Porca sextavada flangeada-m06x1.00-c.8	14
Batente esticador da lona sl	2
Paraf. sext. m8x1.25x30mm	6
Peça e.v.a. colante diant dir sd vs	1
Peça e.v.a. colante diant esq sd vs	1
Fita e.v.a. colante sd vs	5
Peça e.v.a. colante tras esq sd vs	1
Peça e.v.a. colante tras dir sd vs	1
Canaleta traseira sv	1
Rebite al 4,80x16,9 tipo u	2
Rebite repuxo	180
Arruela lisa-a 06.4-c2-din9021	8
Adesivo refletivo para-choque 2400	1
Rebite al 4,80x012 hermetico	16
Corrente da porta	2
Placa Randon 1,0x132x528	2
Suporte de sustentação da corrente	4
Arruela trav arqueada teto sv	56
Parafuso sextavado flang-m10x1.50x025	8
Batente borracha cd	10
Batente do esticador da lona srbb	2
Peça e.v.a. colante dir sd bb	2
Peça e.v.a. colante esq sd bb	2
Guia da asa as	10
Peça fixação da espinha	2
Reforço guia da espinha	22
Reforço da divisória bb rebitado	4
Parafuso sextavado-m10x1.50x020-08.8	80
Pf sex m10x1,50x060 din931	20
Parafuso sextavado-m06x1,00x030-8.8/c2-d	4
Rebite repuxo 4,76x12,76 - a-512	8
Fixação lona teto - sv/ss/bb	2
Porca sext. segur. m06x1.00-c.8	4
Revestimento interno bb 2,68m	1
Revestimento c/ carpete bb 2480x1600	2
Parafuso sextavado flang-m10x1.50x060	32
Perfil polipropileno guia	8
Ponteira asa de bebidas 2p bb	2
Ponteira asa de bebidas 3p bb	8
Chapa fix do trilho 120	44
Base fix trav teto bb	38
Fixação do trilho sd2001	4
Trava do trilho	8

Fonte: Autoria própria

Figura 20 – Itens de fixação utilizados na montagem do Sider Versátil / Bebidas.



Fonte: Autoria própria

4.7.1 Dimensionamento do Kanban

Após levantamento de todos os itens, como segundo passo foi necessário fazer o dimensionamento do Kanban. Essa fase se compõe de 2 etapas, a capacidade de cada caixa e a determinação do estoque de segurança.

A empresa dessa pesquisa tem como padrão a utilização da caixa KLT, que são caixas utilizadas no setor automotivo, para distribuição de componentes. Essa caixa é extremamente rígida sendo adequada para várias aplicações leves e pesadas, sua especificação: 12 litros; dimensões (mm): 150 x 300 x 400. Uma foto pode ser vista na Figura 21. A caixa utilizada tem capacidade de 12 litros e as seguintes dimensões (mm): 150 x 300 x 400.

Figura 21 – Caixa KLT.



Fonte: <http://sandplast.com.br/index.php/caixa-plastica/caixa-plastica-marfinite-klt-2002-c-klt-4314.html>

Ao se deparar com a ação e dimensionamento do sistema kanban, em um primeiro momento, aplicou-se a fórmula disponível na literatura, porém ao analisar as necessidades e condições específicas da aplicação do sistema puxado nessa pesquisa, alguns aspectos se destacaram:

- Os itens envolvidos nessa aplicação do sistema puxado podem ser classificados como itens C, considerando uso e valor;
- O sistema deverá ser puxado a partir da logística (que é um setor da fábrica) para a linha;
- Há rotas de abastecimento bem definidas e há regularidade nos horários de verificação e abastecimento dos supermercados;
- Como já exposto, a empresa utiliza caixas padrões para estocagem;
- As estruturas de Trilogic foram projetadas considerando essas caixas padrões;
- Também se levou em conta no dimensionamento dos supermercados o tamanho dos corredores, de forma a proporcionar movimentação e armazenagem adequados.

Esse cenário levou a projetar o sistema, como mencionado anteriormente, com os estoques organizados em duas caixas que ficam acondicionadas na estrutura de Trilogic que foram projetados e construídas na empresa.

A seguir se mostrará o dimensionamento de um dos itens para elucidar a forma que se executou os cálculos para o dimensionamento do sistema. O item escolhido foi Rebite Repuxo 4,76x12,76 - a-512, com uma demanda de 08 unidades por produto e 88 unidades dia.

Dessa forma o cálculo da quantidade que teria em cada caixa foi calculada utilizando a Equação 4 (página 30):

$$\text{Número de kanbans} = \frac{\text{demanda média diária} \times \text{tempo de espera} \times (1 + \text{coeficiente de segurança})}{\text{capacidade de contentor}}$$

Ou

$$\text{Capacidade do contentor} = \frac{\text{demanda média diária} \times \text{tempo de espera} \times (1 + \text{coeficiente de segurança})}{\text{número de kanbans}}$$

Sendo,

- Número de Kanbans = 2
- Demanda média diária = 88 unidades
- Tempo de espera = 0,5 dia
- Coeficiente de segurança = 4,5

$$\text{Capacidade do contentor} = \frac{88 \times 0,5 \times (1 + 4,5)}{2} = 121 \text{ unidades por caixa}$$

Ou, \cong 120 unidades por caixa

Cabe observar aqui que se trabalhou com um alto coeficiente de segurança, pois:

- a) O itens aqui tratados são de fixação e na classificação geral são itens C;
- b) O sistema projetado se assemelha ao de duas gavetas,
- c) O Kanban aqui implantado é interno, ligando a logística e a área fabril;
- d) Há um abastecedor para cada linha de produção por turno de trabalho;

Quanto ao funcionamento do sistema, pode-se sumarizar como segue:

1. 16 supermercados organizados ao longo da linha L001;
2. Imagine para iniciar o funcionamento que esses supermercados estejam completos;

3. Ao iniciar os trabalhos na linha os operadores vão até os supermercados de itens de fixação e retiram a caixa 1;
4. A caixa 1 vai então para a linha para ser utilizada;
5. Após o conteúdo da caixa 1 se esgotar, o operador tira a caixa vazia e coloca atrás, automaticamente dando espaço para a caixa cheia;
6. No fundo da caixa vazia contem a etiqueta com informações sobre o código do material esgotado e quantidade, essa etiqueta vai para a chapeira indicando a necessidade de reposição;
7. O operador logístico durante as rotas de abastecimento ao visualizar a etiqueta já entenderá da necessidade da reposição;
8. O operador logístico conta com ajuda de uma balança eletrônica que facilita a contagem e reposição dos itens nas caixas com agilidade.

4.7.2 Desenvolvimento do Cartão

De acordo com a linha de kanban escolhida o próximo passo foi desenvolver o cartão a ser utilizado para auxiliar na gestão visual de abastecimento. Com o auxílio da coordenação da área logística selecionou-se as informações necessárias apresentada em cada cartão conforme mostrado na Figura 22.

Figura 22 – Modelo do Cartão Kanban adotado na Linha L001 – empresa do estudo.

<i>Fornecedor:</i> FUSOPAR PARAFUSOS LTDA - CXS	<i>Origem:</i> Logística Central
<i>Descrição:</i> TE ESTRUTURAL AÇO Ø6,4 RANGE: 2-15,9	<i>Destino:</i> Centro 01 - Montagem Asa
<i>Criação:</i> 27/07/2020	Quantidade: 650 unidades
<i>Impresso:</i> 27/07/2020	
Código: 100000047792	Kanban 1(2)
Descrição: REBITE ESTRUTURAL AÇO Ø6,4 RANGE: 2-15,9	

Fonte: Autoria própria

O cartão carrega as seguintes informações:

- O nome do fornecedor
- O código desse item na empresa e descrição
- Data de criação da etiqueta

- Destino de utilização do item (Centro de Trabalho);
- Quantidade de itens a serem repostos no contenedor.

4.7.3 Fabricação dos Racks

Um passo importante no processo de implantação do kanban, foi a fabricação dos *racks* para armazenamento das caixas KLTS.

Em um primeiro momento o material escolhido foi o Trilogic, tubo revestido de polímero PVC, o nome Trilogic é derivado da empresa pioneira na criação de sistemas de montagens modulares para empresas automotivas, revolucionando a maneira como os materiais são armazenados e manuseados.

Pensando em um futuro processo de expansão da unidade dessa pesquisa, projetou-se dois *racks* para cada centro de trabalho total de 16 *racks* com três andares cada, acomodando cada rack um total de 18 caixas.

A Tabela 4 traz a lista de itens necessários para a fabricação dos 16 racks e valores sobre o investimento financeiro para racks.

Tabela 4 – Gastos com a Fabricação Racks de Trilogic .

Descrição	Valor Unidade	Qtd. Necessária para fabricação de 16 Racks	Valor
Parafuso p-s3 roda	R\$1,10	256	R\$281,60
Trilho com rodas p-rr400	R\$213,00	288	R\$61.344,00
Suporte para trilho com stop alto p-fm3	R\$6,50	576	R\$3.744,00
Tubo revestido polimero pvc p-tubo	R\$110,00 (barra de 06 metros)	992	R\$18.186,67
Junta 90° p-fa	R\$6,00	1440	R\$8.640,00
Tampa de segurança p-f4	R\$2,01	64	R\$128,64
Sapata reforçada quadrado M8x16	R\$77,00	64	R\$4.928,00
Tampa	R\$0,70	1760	R\$1.232,00
Rodizio Giratório 4"	R\$44,00	64	R\$44,80
Rodizio Giratório 4"	R\$44,00	64	R\$2.816,00
Caixa KLT azul - Dimensões (mm): 150 x 300 x 400	R\$64,00	288	R\$18.432,00
Valor Total			R\$119.777,71

Fonte: Autoria própria.

Na Foto 1 pode-se observar o primeiro *Rack* fabricado pela ferramentaria da empresa dessa pesquisa.

Foto 1 – Rack Trilogic – fabricado pela ferramentaria da empresa do estudo.



Fonte: Autoria própria

4.7.4 Dificuldades

É importante colocar que as maiores dificuldades encontradas no processo de implantação do kanban na unidade da empresa dessa pesquisa foi a disponibilidade de mão de obra para a fabricação e acomodação dos *racks* na linha de produção, pois um grande obstáculo foi planejar com a ferramentaria da empresa a produção dos *racks*, uma vez que é uma área com mão-de-obra reduzida. A maneira encontrada foi trabalhar em regime de horas extras aos sábados para atender a demanda colocada.

Mais um fato importante a salientar que infelizmente o ano de 2020 foi marcado por uma calamidade mundial, a pandemia do COVID 19, no final de fevereiro de 2020 foi registrada a primeira morte, obrigando o governo a implantar algumas medidas a fim de mitigar os impactos causados pela doença assolando um caos no país e no mundo.

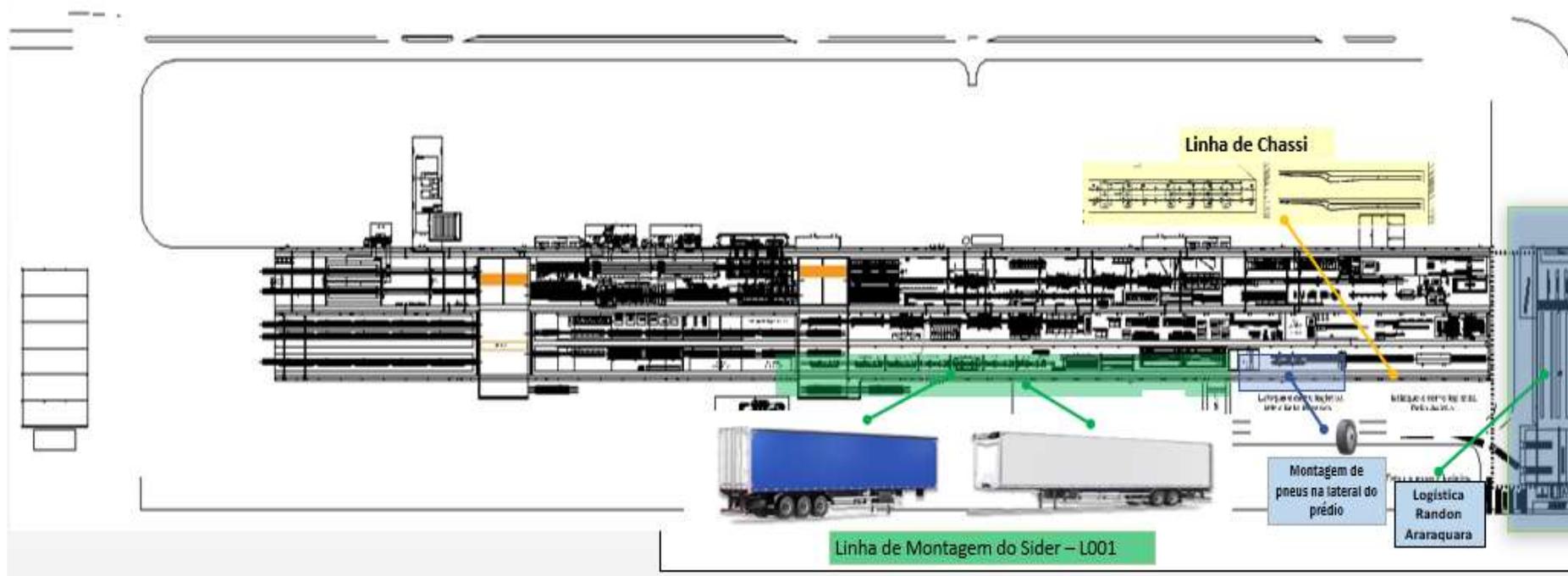
Toda a cadeia de abastecimento de matéria prima foi impactada, a entrega de materiais para fabricação dos *racks* teve um atraso de mais 150 dias a partir da data de colocação do

pedido, somados aos dias de rodizio de *lockdown* que impactaram no funcionamento de todas as unidades da empresa, inclusive em outros países.

4.7.5 Rotas de abastecimento

O quinto passo para implantação foi definir as rotas de abastecimento para reposição dos cartões Kanbans consumidos pela produção. O ponto positivo foi o fato que linha L001 ficar fisicamente bem próximo ao pavilhão da logística central de abastecimento da unidade, facilitando o abastecimento dos itens em várias rotas de abastecimento conforme *layout* mostrado na Figura 23.

Figura 23 – Planta baixa L001 – Unidade Produtiva desse estudo.

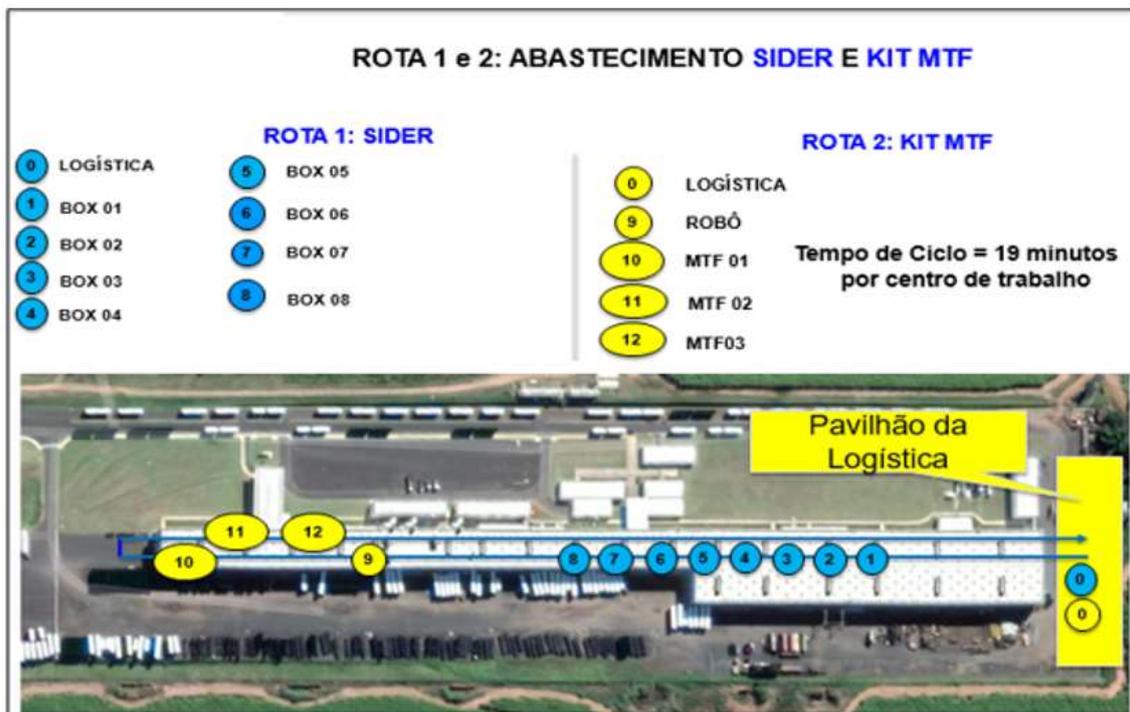


Fonte: Empresa do estudo.

A empresa possui operadores de logística com várias rotas de abastecimento pré definidas em diferentes horários, para atender os outros centros de trabalhos da unidade, optou-se nesta fase inicial por repor os materiais conforme os abastecedores forem identificando os materiais já consumidos e os cartões posicionados nas chapeiras dos *racks*.

A Figura 24 mostra uma das rotas pré estabelecidas utilizada para reposição dos cartões consumidos na linha L001.

Figura 24 – Rotas de Abastecimento do sistema kanban da linha L001.



Fonte: Kaizen 19 - Randon Implementos Araraquara

O rebocador tem cerca de 19 minutos para abastecer cada centro de trabalho, o tempo é suficiente, uma vez que não será em todos os ciclos que será necessário o abastecimento, devido à proximidade do pavilhão da logística da linha L001 o primeiro centro de trabalho (01) será abastecido em apenas 5 minutos de operação, conforme rotas e horários mencionados no Quadro 1.

Quadro 1 – Tempos de Cada ciclo da Rota de Abastecimento

Ciclos T01 Viagem 01	ROTA 01 – SIDER E KIT MONTAGEM FINAL						
	ORIGEM	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 04	PONTO 05	PONTO 06
	LOGÍSTICA	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER
	07:25	07:30	07:49	08:08	08:27	08:46	09:05
	PONTO 07	PONTO 08	PONTO 09	PONTO 10	PONTO 11	PONTO 12	
	SIDER	SIDER	ROBÔ	MTF	MTF	MTF	
	09:24	09:43	10:02	10:21	10:40	10:59	
Ciclos T01 Viagem 02	ROTA 01 – SIDER E KIT MONTAGEM FINAL						
	ORIGEM	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 04	PONTO 05	PONTO 06
	LOGÍSTICA	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER
	11:13	11:18	11:37	11:56	12:15	12:34	12:53
	PONTO 07	PONTO 08	PONTO 09	PONTO 10	PONTO 11	PONTO 12	
	SIDER	SIDER	ROBÔ	MTF	MTF	MTF	
	13:12	13:31	13:50	14:09	14:28	14:47	
Ciclos T01 /02 Viagem 03	ROTA 01 – SIDER E KIT MONTAGEM FINAL						
	ORIGEM	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 04	PONTO 05	PONTO 06
	LOGÍSTICA	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER
	15:01	15:06	15:25	15:44	16:03	16:22	16:41
	PONTO 07	PONTO 08	PONTO 09	PONTO 10	PONTO 11	PONTO 12	
	SIDER	SIDER	ROBÔ	MTF	MTF	MTF	
	17:00	17:19	17:38	17:57	18:16	18:35	
Ciclos T02 Viagem 04	ROTA 01 – SIDER E KIT MONTAGEM FINAL						
	ORIGEM	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 04	PONTO 05	PONTO 06
	LOGÍSTICA	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER
	18:49	18:54	19:13	19:32	19:51	20:10	20:29
	PONTO 07	PONTO 08	PONTO 09	PONTO 10	PONTO 11	PONTO 12	

	SIDER	SIDER	ROBÔ	MTF	MTF	MTF	
	20:48	21:07	21:26	21:44	22:03	22:22	
Ciclos T02 Viagem 05	ROTA 01 – SIDER E KIT MONTAGEM FINAL						
	ORIGEM	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 04	PONTO 05	PONTO 06
	LOGÍSTICA	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER	SIDER
	22:36	22:41	23:00	23:19	23:38	23:57	00:16
	PONTO 07	PONTO 08	PONTO 09	PONTO 10	PONTO 11	PONTO 12	
	SIDER	SIDER	ROBÔ	MTF	MTF	MTF	
	00:35	00:54	01:13	01:32	01:51	02:10	

Fonte: Autoria própria

4.7.6 Treinamentos

O sexto passo para implementação do sistema refere-se a realização do treinamento de todos os profissionais envolvidos no novo sistema de gestão e controle de materiais. A formação se torna necessária, pois deixa claro todo fluxo de informação e processo, e a importância do papel de cada profissional envolvido.

A ação de treinamento teve dois focos fundamentais: sensibilizar os envolvidos no uso do novo sistema e esclarecer a lógica de funcionamento. Nesse sentido o treinamento em um primeiro momento abordou a manufatura enxuta e o kanban como parte dela. Isso é importante para mostrar que o Kanban depende de aspectos como: organização, limpeza, disciplina, qualidade. Em um segundo momento se mostrou como seria o kanban para o itens de fixação na L001.

A reciclagem dos treinamentos faz-se extremamente vital, em uma fábrica em que o número de funcionários é alto e a capacitação da mão de obra é constante, é importante que a cultura seja difundida para manter em funcionamento o sistema implantado.

4.8 Apresentação e análise dos resultados

4.8.1 Início do abastecimento, monitoramento e melhoria do sistema

Após concluído todas as etapas necessárias para implantação do sistema, o sétimo passo foi monitorar o início dos abastecimentos, e a melhorias resultantes na nova gestão de materiais. Após a fase de iniciação, durante 30 dias úteis, buscou-se monitorar diariamente o

fluxo de matéria-prima tanto pelo sistema quanto fisicamente pelos profissionais da logística da unidade, a fim de identificar discrepâncias.

Foram claras as melhorias do sistema, o controle de matéria-prima passou a ser confiável o estoque físico do sistemático, reduzindo em custo 98,27% os problemas com faltas de materiais por furo de estoque.

As Tabela 5 e 6 trazem os custos de inconsistências com relação aos estoque referentes a 30 dias uteis monitorado o antes e o depois do processo de implantação do sistema kanban.

Tabela 5 – Redução de custo relacionado à inconsistências de estoques – antes da implantação do sistema Kanban.

Texto Breve Material	Inconsistência no estoque de 01	CUSTO	CUSTO
	setembro a 13 de outubro 2020	MATERIAL	TOTAL
Antes da implantação			
Rebite estrutural aço 6,4 range 2-15,9	15.000	R\$ 0,62	R\$ 9300,00
Porca sextavada flangeada – m8x1.25-c8	4.000	R\$ 2,03	R\$ 8.108,00
Porca sextavada flangeada – m10x1.50-c8	6.000	R\$ 3,63	R\$ 21.780,00
Arruela lisa a10,5 din 125 zn	2.000	R\$ 0,58	R\$ 1.160,00
Rebite repuxo	10.000	R\$ 0,71	R\$ 7.100,00
Parafuso sextavado flang- m10x1.50x0.30	7.000	R\$ 0,50	R\$ 3.500,00
Custo total			R\$ 50.948,00

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6 – Redução de custo relacionado à inconsistências de estoques – Depois da implantação do sistema kanban.

Texto Breve Material	Furo de Estoque 04 janeiro a 12 de	CUSTO	CUSTO
	fevereiro de 2021	MATERIAL	TOTAL
Depois da implantação			
Conector double click (snap-in)	32	R\$ 0,90	R\$ 28,80
Lanterna placa 24v led branca	25	R\$ 9,91	R\$ 247,75
Faixa retrorefletiva rígida direita	70	R\$ 8,60	R\$ 602,00
Custo total			R\$ 878,55

Fonte: Autoria própria

Na qualidade dos produtos a melhoria foi um marco importante, pois reduziu-se em 70% os produtos retirados de linha com montagem errôneas e faltas de materiais, também

monitorados em um período de 2 meses antes e depois o processo de implantação, conforme mencionado nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 – Redução de Produtos Retirados de Linha Faltantes de Componentes – Antes da implantação.

Texto Breve Produto	Produtos Tirados De Linha Incompletos Novembro – Dezembro/20 Antes da implantação
SRLOSS-14,60X2,70-X4-SME62	25
SRLOSS-15,45X2,70-X4-SME62	22
SRLOSS-15,00X2,70-X4-SME62	19
BTLOBB-9,86X2,38-OMX-SME64	5
BTLOBB-14,14X2,38-OMX-SME64	5
Total de produtos incompletos	76

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8 – Redução de Produtos Retirados de Linha Faltantes de Componentes – Depois da implantação.

Texto Breve Produto	Produtos Tirados De Linha Incompletos Janeiro – Fevereiro/21
SRLOSS-14,60X2,70-X4-SME62	10
SRLOSS-15,45X2,70-X4-SME62	5
SRLOSS-15,00X2,70-X4-SME62	8
BTLOBB-9,86X2,38-OMX-SME64	0
BTLOBB-14,14X2,38-OMX-SME64	0
Total de produtos incompletos	23

Fonte: Autoria própria.

Pelo exposto nessa seção ficou claro que sistema contribuiu muito para a solução dos problemas expostos no início dessa pesquisa. A seguir expõe-se as principais conclusões que esse processo proporcionou e as considerações finais dessa pesquisa.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluída a implantação, pode-se afirmar que se obteve resultados positivos com o sistema kanban. Pôde-se verificar seu baixo custo e a relativa simplicidade no processo de implantação, mostrando ser uma ferramenta extremamente eficiente, com retorno positivo e rápido com relação a gestão e controle de componentes. Esse sistema foi escolhido no intuito de resolver diversos problemas como falta de controle nos estoques físicos, problemas de organização na área de trabalho e a detecção de produtos incompletos ou com montagem errôneas por falta ou troca de materiais. O sistema kanban implantado mostrou-se adequado pelos resultados colhidos e já expostos.

Diversos foram os obstáculos no processo de implantação, como a organização de um novo procedimento envolvendo o processo produtivo sem parada da produção e a compra de materiais em meio uma Pandemia Mundial, isso mostra que por mais que se tenha planejado, impasses e imprevistos acontecem.

Após a implantação e seus resultados expostos nessa dissertação, vislumbra-se como próximo objetivo estender a implantação do sistema e controle de gestão de materiais seguindo a lógica de puxar a produção nas outras linhas da unidade da empresa desse estudo.

Esse trabalho pôde comprovar vários aspectos relatados na literatura com relação ao sistema kanban, como Aguiar e Peinado (2007) que afirmaram que o Kanban pode ser um meio de gerenciar o estoque de forma simples, Andrade (2002) que observa que a dinâmica envolvida na utilização de um supermercado é a essência do sistema Kanban.

É importante colocar também que o sistema kanban exige uma série de melhorias no sistema, como indicam os trabalhos de Boer (1999) e Silva (2004). Essa preparação para implantação do Kanban, na pesquisa aqui exposta, foi suportada pela realização do Kaizen de processo que indicou a necessidade de melhorias, como por exemplo, a execução de um programa 5S.

Há que se observar aqui, também, a importância do fator humano nesse processo, pois o ponto crucial para o sucesso da implementação foi o comprometimento de todas as pessoas envolvidas no desenvolvimento deste trabalho, sendo que a consciência cultural é o primeiro passo para mudança.

Na pesquisa aqui relatada houve resultados positivos, sendo os principais: a redução financeira decorrente da eliminação das inconsistências com relação ao controle de estoques na ordem de na casa de 98,27%, e redução de produtos com itens faltantes da ordem de 70%,

também houve ganhos para os profissionais envolvidos com o treinamento, pois deixa claro todo fluxo de informação e processo, a importância do papel que cada profissional está inserido.

O sistema kanban delineado para essa aplicação é kanban de retirada simples de cartão único e foi dimensionado considerando as especificidades da empresa e da linha, nesse primeiro momento utilizado para itens de fixação, material sendo abastecido da logística da própria empresa, por um processo simples, baixo custo e fácil implementação.

Por fim, todos os objetivos foram alcançados, o sistema Kanban foi implementado com sucesso, e mostrou-se simples e extremamente eficiente, observa-se que é uma excelente ferramenta para auxiliar a gestão da produção. A empresa desse estudo aprendeu com essa implantação de forma a possibilitar e expansão para as outras linhas em um processo mais seguro e assertivo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, G. F.; PEINADO, J. Compreendendo o kanban: um ensino interativo ilustrado. **Revista da Vinci**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 133-146, 2007.

ANDRADE, M, O. **Representação e Análise de Cadeia de Suprimentos: Uma Proposta Baseada no Mapeamento do Fluxo de Valor**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, 2002.

BOER, E.C. **A Redução dos Estoques em Processos que Utilizam as Técnicas Kanban, just-in-time e MRP** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas IMECC, Campinas, 1999.

CAMPOS, V. F.; **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 7 ed., Rio de Janeiro: Bloch Ed., 1992.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2004.

CARVALHO, V, H, P, S. **A implementação de um sistema Kanban na indústria Metalomecânica**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Portugal, Aveiro, 2014.

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da produção para vantagem competitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações: manufatura e serviços uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2004.

DAL FORNO, A.J.; FORCELLINI, F.A. Lean product development – principles and practices. **Product: Management & Development**, vol. 10, nº2, 2012.

FAGUNDES, P. R. M; FOGLIATTO, F. S. Metodologia para Troca Rápida de Ferramentas Parte I: Proposta Metodológica. **ENEGEP**, Curitiba, PR, Brasil, 23 a 25 de Outubro de 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr14_1285.pdf> Acesso em 18 fev. 2021.

FREIRE, L. M. **Análise e Simulação do Ciclo de Reabastecimento das Células de Produção em Sistemas Just-In-Time**. 2008. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão)-Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2008. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58493/2/Texto%20integral.pdf>. Acesso em: 12 de Fevereiro de 2020.

GROSS, J. M.; MCNNIS, K. R. **Kanban made simple: demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process**. New York, AMACON, 2003.

GHINATO, P. **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000

GUEDES, S. **Lean Management na Efacec**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, Porto, 2008.

HOPP, W. J., & SPEARMAN, M. L. (2004). **To Pull or Not to Pull: What Is the Question?** *Manufacturing & Service Operations Management*, 6(2), 133–148.

IMAI, M. **Gemba Kaizen: A Commonsense. Low-Cost Approach To Management**. USA: McGraw-Hill, 1997.

LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Adaptações ao sistema kanban: revisão, classificação, análise e avaliação. *Revista Gestão & Produção*, Vol. 15, n.1, p.173-188, 2008.

LEITE, W. **Sistema de Administração da Produção Just in Time (JIT)**. Instituto da Educação Tecnológica continuada, Belo Horizonte, Agosto, 2006, pp.3 – 18.

LOPES, D, F. **Análise e Implantação de um Sistema kanban numa Empresa Metalomecânica**, Dissertação de Mestrado em Gestão Industrial, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2017. acesso < <file:///D:/universidade%20de%20Coimbra%20portugal.pdf> > 18 nov. 2020.

LORINI, F, J. **Aplicação da Tecnologia de Grupo na Organização de Ambientes de Manufatura**, Dissertação de Mestrado, Santa Catarina, Florianópolis, 1991. acesso < <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/157678/84770.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > 18 nov. 2020

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MARTINS, G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2ª edição. São Paulo: Saraiva 2006.

MARTINS, P. P. P; BIDIN, A. M. O sistema Just-in-Time: uma visão crítica de sua implementação. **XIII SIMPEP**, Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006. Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/upload/1149.pdf>> Acesso em 20 nov. 2020.

MELLO, C. H. P; TURRIONIB, J. B.; XAVIERC, A. F.; CAMPOS, D. F.; **Pesquisa-ação na engenharia de produção**: proposta de estruturação para sua condução. *Produção*, v. 22, n. 1, p. 1-13, jan./fev. 2012

MONDEN, Y. **Produção sem estoques**: uma abordagem prática ao Sistema de Produção da Toyota. São Paulo: IMAM, 1984.

MOURA, R. A. **Kanban**: a simplicidade do controle de produção. 4ª ed. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materias, IMAM, 1996.

MOURA, R. A; UMEDA, A. **Administração da Produção**: Sistema Kanban de manufatura Just-in-Time: uma introdução às técnicas de manufaturas japonesas. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazéns de Materiais, 1984.

MOURA, Reinaldo A. **Kanban: A Simplicidade do Controle de Produção**. 5ª ed. São Paulo: IMAM, 2007.

OHNO, T. (1988). **Toyota Production System**. New York : Productivity Press.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 149 p. 1997.

PEINADO J.; GRAEML A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. UnicenP: Curitiba, 2007.

PERGHER, I.;VACCARO,G, L, R.; PACHECO, D, A, J. **Impacto da Preempção de Ordens na lógica Conwip: um estudo baseado em simulação e análise de cenários**. SPOLM Simpósio de Pesquisa Operacional da Marinha 2013, Rio de Janeiro, Brasil, 15 a 16 de Agosto de 2013, Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/spolm/anais/2013>> acesso em 18 nov,2020.

RAHMAN, A.A, SHARIF, S.M, ESA, M.M. **Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation**. **International Conference on Economics and Business Research**, 2013, p. 174 – 180.

SANTANA, A.C. **As vantagens e limitações da adoção do kanban eletrônico: Um estudo de caso na empresa Denso Sistemas**. Dissertação de Mestrado, Pedro Leopoldo, MG, 2014.

SILVA, A.L. **Proposta de estudo de sistematização da implantação dos sistemas Kanban no contexto da produção enxuta**. Dissertação de Mestrado, São Carlos, 2004.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2º Edição, São Paulo. Atlas. 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND,C.; HARRISON,A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. ed. Compacta São Paulo. Atlas. 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND,C.; HARRISON,A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SMITH, G. (2004). **Statistical process control and quality improvement**. Pearson/Prentice Hall

SOHLER, F. A. S.; SANTOS, S. B. dos. **Gerenciamento de Obras, qualidade e desempenho da construção**. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2017.

SOUZA, O S; NASCIMENTO, R F; KÜHLL, R Q; **Implantação do sistema kanban na produção para minimização de custo e maximização de lucros**, 1 Simpósio de Educação Unisalesiano, Lins, SP, Brasil, 17 a 20 de Outubro de 2007. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2007/trabalho/aceitos/CC2558230881.pdf>>, Acesso em 31 jan. 2021.

SPEARMAN, M. L.; WOODRUFF, D. L.; HOPP, Wallace J.; **Conwip: a pull alternative to kanban**. The International Journal of Production Research, v. 28, n. 5, p. 879-894, 1990..

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo. Cortez, 2002.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2009.

TRIPP, D. **Pesquisa Ação**: Uma Introdução Metodológica. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, set. /dez. 2005, pp. 443-466.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

TUBINO, D. F.; ANDRADE, G. J. P. A implantação de sistemas puxados de programação da produção em ambientes de demandas instáveis. In. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: ABEPRO, p. 1-9, 2000.

VIEGAS, C.; CANTO, R.; **Estudo de caso da implantação de Kanban Eletrônico na Johnson Controls**. XXV Enegep, Porto Alegre, 2005.

VOSS, C.A. **Just-in-time Manufacture**. IFS, Springer/Verlag, 1987.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riquezas. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J; JONES, D. **Lean thinking**: banish waste and create wealth in your corporation. Simon and Schuster: New York, 1998.