

**FACULDADE DE TECNOLOGIA PORTO DAS MONÇÕES
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A IMPLEMENTAÇÃO DO PPCP COMO FERRAMENTA PARA REDUÇÃO DE
GARGALOS E AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA**

**FELIPE FERREIRA DO NASCIMENTO
JANAINA DA SILVA CABRAL**

**Porto Feliz - SP
2023**

**FELIPE FERREIRA DO NASCIMENTO
JANAINA DA SILVA CABRAL**

**A IMPLEMENTAÇÃO DO PPCP COMO FERRAMENTA PARA REDUÇÃO DE
GARGALOS E AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA**

*Trabalho de conclusão apresentado a
Faculdade de Tecnologia Porto das
Monções – FAMO, como requisito para a
obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção.*

Orientador: Prof. Josemil Monteiro de Almeida

**Porto Feliz - SP
2023**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA PORTO DAS MONÇÕES
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A IMPLEMENTAÇÃO DO PPCP COMO FERRAMENTA PARA REDUÇÃO DE
GARGALOS E AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA**

**FELIPE FERREIRA DO NASCIMENTO
JANAINA DA SILVA CABRAL**

Orientador: Prof. Josemil Monteiro de Almeida

Banca Examinadora:

**Prof. Rogério Borin
Convidado**

**Prof. Josemil Monteiro de Almeida
Orientador**

**Prof. Marcos Martins Mioni
Coordenador**

**Porto Feliz - SP
2023**

AGRADECIMENTO

Juntos, gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão a Deus, cujo apoio inabalável foi fundamental para superarmos os obstáculos e alcançarmos esta conquista. Sua constante provisão de força e sabedoria tem sido uma base sólida em nossas vidas.

Eu Janaina agradeço a minha querida amiga Tainá, sou imensamente grata pelo seu incentivo incansável ao longo dos cinco anos desta jornada acadêmica. Sua presença foi um fator fundamental no meu retorno aos estudos. Agradeço também à minha filha Dulce, cujo apoio incondicional foi minha motivação diária. Seu amor e encorajamento foram a força que sustentou meu percurso.

Expresso minha gratidão à minha mãe, cuja fé inabalável em mim foi um farol nos momentos mais solicitados. Mesmo sabendo das dificuldades, ela sempre acreditou na minha capacidade de alcançar esse objetivo.

Às minhas irmãs, Andreлина e Maria, e à minha sobrinha Karina, agradeço pelos conselhos valiosos e pelo apoio inestimável. Suas palavras e encorajamentos permaneceram marcados em minha jornada.

Agradeço aos meus sobrinhos Gustavo, Gabriel, Carlos e Felipe por trazerem alegria e inspiração ao meu caminho. Suas presenças foram motivos de força e energia em momentos cruciais desta jornada acadêmica.

Eu Felipe agradeço a minha família, pela qual me apoiou durante toda essa trajetória, me encorajando a enfrentar cada dificultado, não deixando os obstáculos me pararem.

Agradeço aos professores e colegas de aula, que enriqueceram os conteúdos e ensinamentos durante cada aula, mês a mês e cada semestre passado, sou eternamente grato pelo tempo vivido juntos.

Agradeço por fim nosso coordenador Marcos Mioni, pelas inúmeras broncas e “puxões” de orelha que fizeram com que mesmo muitas vezes desanimado eu finalizasse minha primeira graduação.

RESUMO

Este estudo de caso detalha a implementação do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) e do sistema Kanban em uma fábrica de cartonagem. O objetivo era otimizar o lead time, melhorar o processo produtivo e fortalecer a competitividade da empresa. A metodologia aplicada envolveu várias etapas, desde a identificação da necessidade de mudança até a avaliação dos resultados. A implementação resultou em melhorias significativas, incluindo a redução do lead time, o aumento da eficiência operacional e a melhoria da satisfação do cliente. A análise dos dados após a implementação revelou melhorias notáveis na eficiência dos processos de Acabamento e Riscador. A eficiência do processo de Acabamento melhorou em aproximadamente 13%, enquanto a eficiência do processo do Riscador melhorou em aproximadamente 14%. Isso permitiu que a empresa produzisse mais caixas em menos tempo, aumentando assim a capacidade de atender à demanda dos clientes de forma mais eficaz e eficiente. Além disso, a implementação do sistema Kanban ajudou a empresa a identificar e lidar com o gargalo produtivo, que era a etapa de Acabamento. Ao reduzir o tempo de produção nesta etapa, a empresa conseguiu aumentar sua capacidade total de produção. Em conclusão, a implementação do PPCP e do sistema Kanban provou ser uma estratégia eficaz para melhorar a eficiência do fluxo de trabalho. Os benefícios observados reforçam a eficácia do sistema Kanban como uma ferramenta para otimizar os processos de produção, reduzir o tempo de produção e aumentar a capacidade de produção. Portanto, a implementação do sistema Kanban pode ser considerada um sucesso com base nos resultados obtidos. Este trabalho acadêmico demonstrou que a implementação do PPCP e do sistema Kanban pode trazer benefícios significativos para a fábrica de cartonagem, melhorando a eficiência operacional e fortalecendo a competitividade no mercado.

Palavras chaves: Planejamento e Controle de Produção; Fábrica de Cartonagem; Sistema Kanban; Eficiência Produtiva; Ordem de Produção.

LISTA DE SIGLAS

APS – Planejamento e Programação Avançados

B2C – *Business to Consumer*

CEP – Controle Estatístico de Processo

EDD – *Earliest Due Date*

JIT – *Just-In-Time*

PPCP – Planejamento, Programação e Controle da Produção

FI – Ficha de Impressão

MOD – Mão de Obra Direta

MRP – Planejamento das Necessidades de Materiais

PMP – Planejamento Mestre de Produção

S&OP – Planejamento de Vendas e Operações

SPT – *Shortest Processing Time*

TI – Tecnologia da Informação

TOC – Teoria das Restrições

WIP – *Work in Progress*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação ABC.	25
Figura 2 - Comparação do sistema de produção JIT e sistemas tradicionais.	26
Figura 3 - Filosofias de empurrar e puxar de gerenciamento de estoques.....	28
Figura 4 - Sistema Kanban original.....	31
Figura 5 - Fluxo de informações e de materiais no sistema Kanban.	33
Figura 6 - Exemplo de um quadro de Kanban.	35
Figura 7 - Exemplo de cartão de Kanban utilizado pela Toyota.	36
Figura 8 - Onda B.....	44
Figura 9 - Onda C.....	44
Figura 10 - Onda BC.	45
Figura 11 - Caixa maleta.....	45
Figura 12 - Caixa Telescópica.	46
Figura 13 - Caixa Corte e Vinco.....	47
Figura 14 – Acessórios.....	47
Figura 15 - Processo Produtivo.	48
Figura 16 - Ordem de Produção.	50
Figura 17 - Informações para cálculo.	52
Figura 18 - Riscador.....	53
Figura 19 - Impressora Flexográfica.....	53
Figura 20 - Corte e Vinco Rotativa.....	54
Figura 21 - Acabamento.....	54
Figura 22 – Diagrama de fluxo de trabalho.	65
Figura 23 - Quadro Kanban na fábrica de cartonagem.....	68
Figura 24 - Ficha do Kanban.....	71
Figura 25 - Impressora Flexográfica após o Kanban.	78
Figura 26 - Corte e vinco rotativa após o Kanban.....	78
Figura 27 – Riscador após o Kanban.	79
Figura 28 – Acabamento após o Kanban.	79

LISTA DE TABELAS / GRÁFICOS

Tabela 1 - Classificação de porte de empresa.....	42
Tabela 2 - Tabela De Custos Para Implementação Do Kanban.....	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. Objetivo Geral	12
1.1.1 Objetivos Específicos.....	12
1.2. Problema	13
1.3. Justificativa.....	13
1.4. Metodologia.....	14
2.1. Histórico do Planejamento, Programação e Controle da Produção	16
2.2. Planejamento Mestre da Produção (PMP).....	18
2.3. Manufatura Enxuta.....	19
2.4. Gestão de Estoques	23
2.4.1. Estoque de Segurança.....	23
2.4.2. Estoque Mínimo	24
2.4.3. Classificação ABC.....	25
2.4.4. <i>Just-In-Time</i> (JIT)	26
2.4.5. Logística	27
2.5. Kanban	29
2.7.1 Origens do Kanban	30
2.7.2 Os princípios Lean e sua relação com o Kanban	32
2.7.3 Fundamentos do Kanban.....	33
2.7.4 Princípio da restrição de trabalho em progresso (WIP)	34
2.7.5 Implementação do Kanban	34
2.7.6 Estrutura de um quadro Kanban.....	35
2.7.7 Cartão Kanban	36
2.7.8 Número de cartões Kanbans	36
2.7.9 Lei de Little	37

2.7.10	Papéis e responsabilidades no sistema Kanban	38
2.7.11	Fluxo de trabalho e definição de colunas.....	39
2.7.12	Importância da Estrutura de Fluxo de Trabalho e Colunas	39
2.7.13	Benefícios do Método Kanban.....	39
3.	ESTUDO DE CASO.....	41
3.1	Objeto da Pesquisa	42
3.1.1	Produtos da Empresa	43
3.1.2	Processo produtivo	48
3.1.3	Criação da Ordem de produção	49
3.1.4	Desafios identificados antes da implementação	51
3.2	Medição da capacidade produtiva.....	51
3.2.1	Medidas para base de cálculo	52
3.2.2	Cálculo da capacidade dos maquinários.....	52
3.3	Identificação da Necessidade de Implementação do Kanban	55
3.3.1	Problemas no Fluxo de Trabalho.....	56
3.3.2	Entrevistas e Feedback dos Colaboradores	57
3.3.3	Gestão Visual	58
3.3.4	Demanda Flutuante.....	59
3.3.5	Necessidade de Redução de Custos	60
4.	IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA KANBAN.....	61
4.1	Identificação da Necessidade de Mudança	61
4.2	Definição de Objetivos.....	61
4.3	Comprometimento da Alta Direção	62
4.4	Análise de Custos e Recursos	63
4.5	Mapeamento do Processo de Produção.....	64
4.6	Projeto do Quadro Kanban.....	65
4.7	Definição das Etapas do Kanban	66

4.8	Treinamento dos Colaboradores	66
4.9	Acompanhamento e Melhoria Contínua.....	67
4.10	Comunicação e Envolvimento dos Colaboradores.....	67
4.11	Avaliação dos Resultados	67
5.	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA KANBAN.....	68
5.1	Recebimento do Pedido (<i>To Do</i>).....	68
5.2	Fazendo (<i>In Progress</i>).....	69
5.2.1	Fabricação das embalagens.....	69
5.2.2	Acabamento das embalagens	69
5.3	Expedição (<i>Done</i>).....	70
6.	DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE FICHAS KANBAN	71
6.1	Número do Pedido	71
6.2	Descrição	71
6.3	Dimensões	72
6.4	Quantidade.....	72
6.5	Informações Adicionais.....	72
6.6	Número de cartões Kanbans.....	72
6.7	Lei de Little	73
7.	Resultados	75
7.1	Resultados Qualitativos	75
7.2	Resultados Da Implementação Dos Cartões Kanban	76
7.3	Resultados Quantitativos.....	77
8.	CONCLUSÃO	81
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

1. INTRODUÇÃO

O tema desta pesquisa se concentra na análise da implementação do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) como ferramenta para a redução de gargalos e o aumento da eficiência produtiva em um contexto específico: uma fábrica especializada na produção de embalagens de papelão industrial sob medida, também conhecida como cartonagem. Essa delimitação permite um estudo aprofundado e direcionado dos impactos do PPCP nesse cenário industrial específico. A fábrica de cartonagem enfrentou uma série de desafios inerentes à indústria, incluindo a necessidade de reduzir custos operacionais, otimizar a utilização de recursos e aprimorar o tempo de resposta às demandas do mercado

O PPCP é um sistema essencial na gestão da produção industrial, cujo objetivo principal é coordenar e controlar os processos produtivos de forma eficiente. Ele visa otimizar a alocação de recursos, minimizar desperdícios e melhorar a eficiência operacional. O PPCP abrange o planejamento das atividades de produção, o acompanhamento do desempenho, a gestão de estoques e a programação da produção, entre outras funções.

O sistema Kanban foi uma ferramenta crucial do PPCP, pois se baseia em sinais visuais, geralmente cartões, para indicar a necessidade de produção ou entrega de materiais. O termo "Kanban" significa "cartão visual" em japonês. Esse sistema auxilia na redução de estoques ao sincronizar a produção com a demanda real, melhorando o fluxo de trabalho e minimizando os gargalos de produção. No entanto, a implementação dessas ferramentas não é isenta de obstáculos, e a pesquisa visa explorar em profundidade quais são os reais benefícios e desafios que essa introdução pode trazer.

O objetivo geral deste estudo consiste em conduzir uma análise minuciosa sobre as previsões de implementação do PPCP na fábrica em questão

1.1. Objetivo Geral

O objetivo principal deste estudo é avaliar a implementação do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) em uma indústria especializada na fabricação de embalagens de papelão sob medida, utilizando o sistema Kanban como metodologia. O estudo visa melhorar o processo produtivo, onde foram identificadas falhas como a falta de padronização, atrasos na produção, uso inadequado de matéria-prima resultando em retrabalho, e a ausência de registros dos processos. O sistema Kanban foi escolhido por seu baixo custo de implementação, fácil compreensão pelos profissionais envolvidos e capacidade de mitigar os desafios encontrados. O estudo busca aumentar a eficiência operacional, identificar e mitigar o gargalo do processo produtivo, reduzindo custos e tempo de operação, impactando diretamente outros fatores com a implementação do sistema Kanban. Assim fortalecendo a competitividade da empresa no mercado.

1.1.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste estudo são:

- **Pesquisa bibliográfica:** Esta etapa envolve a revisão de artigos e publicações relevantes sobre a implantação de ferramentas de qualidade;
- **Identificação dos problemas:** Este objetivo foca na identificação dos problemas que surgem devido à falta de planejamento.
- **Coleta de dados:** Antes da implementação do sistema Kanban, é necessário coletar dados e avaliar a capacidade produtiva da fábrica, com base na fabricação de um produto específico.
- **Análise e busca de causas:** Este objetivo envolve a análise dos dados coletados e a identificação do gargalo e causas dos problemas identificados.
- **Elaboração de um modelo eficaz de ordem de produção:** O estudo visa desenvolver um modelo eficiente para a ordem de produção.
- **Implementação do sistema Kanban:** O estudo propõe a implementação do sistema Kanban para otimizar o fluxo de trabalho.

- **Verificação dos resultados:** Após a implementação do sistema Kanban, o estudo buscará verificar os resultados e avaliar a eficácia do sistema implementado.

1.2. Problema

Em um mercado competitivo, as empresas enfrentam a constante pressão de cumprir metas e prazos para garantir sua sobrevivência. Nesse contexto, a implementação de um Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) adequado se torna um elemento crucial. Assim, a questão que permeia este trabalho é a seguinte: Como a implementação do PPCP pode contribuir para a redução de gargalos e o aumento da eficiência produtiva em uma fábrica de cartonagem?

1.3. Justificativa

A expansão da industrialização tem impulsionado o crescimento do mercado de embalagens de papelão e, conseqüentemente, das empresas de cartonagem. Este desenvolvimento foi catalisado pelo aumento das atividades comerciais internacionais e pelo crescimento de setores como gás, petróleo, energia e indústria química, que contribuíram para um aumento na renda per capita, estimulando ainda mais a utilização dessas embalagens (KLEIN, 2020).

No atual cenário empresarial, que exige o cumprimento de metas e a garantia da lucratividade em meio a uma concorrência acirrada, o Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) torna-se essencial. O PPCP permite o engajamento, planejamento e organização de todos os processos de fabricação, sendo uma ferramenta crucial para alcançar resultados mais efetivos em termos de aumento da produtividade (BORGES, OLIVEIRA SOBRINHO, *et al.*, 2013).

A justificativa para este estudo reside na relevância da implementação do PPCP em uma unidade fabril de cartonagem. Foi identificada a necessidade de melhoria do processo produtivo, onde foram observadas falhas como a falta de padronização, atrasos na produção, uso inadequado de matéria-prima resultando em retrabalho, e a

ausência de registros dos processos. A pesquisa busca, portanto, desenvolver um modelo eficiente de ordem de produção e otimizar o tempo de execução (*lead time*).

A empresa busca otimizar a utilização de seus recursos de produção, pois o PPCP visa aprimorar a eficiência e confiabilidade do sistema produtivo. Isso implica no cumprimento de prazos, estabelecimento de metas e na adoção dos procedimentos necessários para alcançá-los. Além disso, o PPCP pode representar um diferencial competitivo significativo no mercado.

1.4. Metodologia

Esta pesquisa é baseada na avaliação das atividades que devem ser executadas pelo setor de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP), caracterizando-se como uma pesquisa quantitativa. O estudo segue a metodologia de implementação do Kanban clássico, com o objetivo de aumentar a eficiência operacional, reduzindo custos operacionais e tempo de operação, impactando diretamente outros fatores (VACANTI, 2020; SEBRAE, 2018; KANBAN UNIVERSITY, 2021).

A metodologia adotada segue os seguintes procedimentos, apresentados na literatura (VACANTI, 2020; SEBRAE, 2018; KANBAN UNIVERSITY, 2021):

- Identificação da Necessidade de Mudança;
- Definição de Objetivos;
- Análise de Custos e Recursos;
- Elaboração do Plano de Implementação;
- Mapeamento do Processo;
- Projeto do Quadro Kanban;
- Definição das Etapas do Kanban;
- Treinamento dos Colaboradores;
- Avaliação dos Resultados.

Os dados foram coletados por meio de visitas técnicas à empresa, onde foram obtidas informações com a proprietária, operadores e auxiliares. Foi desenvolvida

uma ordem de produção com o objetivo de fornecer informações detalhadas e instruções específicas para garantir que a produção ocorra de maneira eficiente e conforme planejado. Além disso, foi realizada uma avaliação da capacidade produtiva dos equipamentos baseada na fabricação de um produto específico e a implementação do sistema de gestão visual Kanban no processo produtivo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Histórico do Planejamento, Programação e Controle da Produção

A produção contemporânea de bens de consumo originou-se com a Revolução Industrial, período em que se tornou viável a produção e a criação de mecanismos para o consumo em larga escala. Os sistemas de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) são resultado da evolução contínua da ciência da Administração. Esta evolução pode ser rastreada desde os esforços pioneiros de Frederick W. Taylor e Henry Ford na primeira década do século XX até os avanços atuais na área (LUSTOSA, MESQUITA, *et al.*, 2008; BALLOU, 2019).

Nesse sentido, Borges, Oliveira Sobrinho, *et al.* (2013) o Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) é um sistema gerencial que possibilita o envolvimento, planejamento e organização de todos os processos de fabricação. Este sistema é de suma importância para a obtenção de melhores resultados, pois contribui significativamente para o aumento da produtividade. Ao coordenar e controlar todas as etapas da produção, desde a aquisição da matéria-prima até a entrega do produto final, o PPCP garante a eficiência e a eficácia dos processos produtivos.

Para Braga e Andrade (2012) o Planejamento e Controle de Produção pode ser caracterizado como uma função administrativa que engloba o planejamento, a direção e o controle do fornecimento de materiais e das atividades de processo em uma organização. A implementação do PPCP possibilita a gestão eficiente do fluxo de materiais, a utilização otimizada de recursos humanos e equipamentos, com o objetivo de atender às demandas do cliente, aproveitando a capacidade dos fornecedores e da infraestrutura interna da empresa.

Conforme mencionado anteriormente, o surgimento do PPCP está atrelado à Revolução Industrial. Nesse contexto, Harding (1981) destaca que, por volta de 1780, emergiu a necessidade de implementar sistemas de produção para organizar o trabalho. Antes disso, a fabricação de produtos era regida unicamente pela divisão do trabalho, com funções específicas, e era realizada nas residências dos trabalhadores. Esse sistema doméstico era comum, principalmente, em fábricas têxteis.

O primeiro tear mecânico foi inventado por Cartwright em 1785, assim história política e social da Inglaterra evoluiu com a adoção dessa invenção pela indústria. Isso marcou o início da inserção e agrupamento de máquinas próximas a fontes de energia, inicialmente os moinhos de água (HARDING, 1981).

Prosseguindo na linha do tempo, após a Segunda Revolução Industrial, o PPCP começou a estabelecer uma conexão intensa com as máquinas e a automação, não se limitando apenas aos processos manuais de produção. O mercado consumidor daquele período experimentou uma expansão significativa, em virtude da redução nos custos de produção, que foi consequência da transformação de oficinas em fábricas.

Segundo Chiavenato (1983), a Revolução Industrial levou à substituição de trabalhadores por máquinas em atividades que podiam ser automatizadas, resultando em uma aceleração da produção por meio da repetição. Isso exigiu a divisão do trabalho e a simplificação das operações. O autor aponta que a Revolução Industrial teve várias consequências, incluindo o crescimento desorganizado das empresas. Esse crescimento, juntamente com o aumento da competitividade e eficiência, gerou elementos que inspiraram o desenvolvimento da ciência da administração.

Conforme afirmam Olhager & Wikner (2000):

“O sistema de PCP passa a ser um ponto estratégico, tendo em vista que se trata da primeira relação entre o nível estratégico e os níveis inferiores, fornecendo uma estruturação para que se traduza as finalidades de estratégia em planos de tática e operação concretos. Ressaltam ainda que o sistema de PCP estabelece uma relação com o real, dessa forma acontece a compatibilidade. A realidade nesse acontecimento é tida como a demanda dos consumidores, os produtos e os processos de produção”

Logo, o propósito deste segmento do referencial teórico foi cumprido, uma vez que foi possível compilar conhecimentos sobre a evolução do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP). Isso foi realizado por meio de uma análise crítica e reflexiva, destacando suas características fundamentais e transformações ao longo do tempo, e fazendo referência aos autores mais relevantes no campo.

2.2. Planejamento Mestre da Produção (PMP)

O Planejamento Mestre de Produção (PMP) é uma atividade essencial no gerenciamento da cadeia de suprimentos e na administração da produção. Ele tem um papel fundamental na definição do cronograma de produção, na alocação de recursos e na garantia de que a demanda do mercado seja atendida de forma eficiente.

O PMP envolve a elaboração de um plano de produção detalhado a médio prazo, geralmente cobrindo um horizonte de tempo de 3 a 18 meses, dependendo da natureza do negócio. Seu principal objetivo é equilibrar a demanda dos clientes com a capacidade de produção da organização, levando em conta restrições de recursos, limitações operacionais e objetivos estratégicos.

Diversas abordagens e técnicas foram propostas e desenvolvidas para apoiar o PMP. A seguir, serão discutidos alguns conceitos e teorias relevantes:

- **Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP):** É um sistema computadorizado amplamente utilizado para planejar e controlar os materiais necessários para a produção. Ele desagrega o plano de produção em requisitos específicos de materiais, considerando a estrutura de produtos, as listas de materiais e os estoques existentes.
- **Teoria das Restrições (TOC):** É uma abordagem desenvolvida por Eliyahu Goldratt que enfatiza a identificação e a gestão das restrições que limitam o desempenho do sistema de produção. No contexto do PMP, a TOC ajuda a identificar gargalos e a tomar decisões baseadas nessas restrições para otimizar o desempenho global da cadeia de suprimentos.
- **Sistema Toyota de Produção:** Ele se concentra na eliminação de desperdícios e na maximização do valor agregado para o cliente. No PMP, as técnicas *lean*, como o Kanban e a produção puxada, são frequentemente empregadas para otimizar o fluxo de produção e minimizar o estoque.
- **Planejamento de Vendas e Operações (S&OP):** É um processo integrado de planejamento que alinha as atividades de vendas, marketing, operações e finanças para criar um plano agregado de longo prazo. Ele visa equilibrar a

demanda e a capacidade, bem como melhorar a colaboração interna e a tomada de decisão.

- **Planejamento e Programação Avançados (APS):** Os sistemas APS são ferramentas computacionais que utilizam algoritmos avançados para otimizar o planejamento e a programação da produção. Eles consideram várias restrições, como capacidade de produção, restrições de recursos, sequenciamento de tarefas e tempos de espera.

Estes são apenas alguns dos conceitos e teorias relevantes para o Planejamento Mestre de Produção. Cada organização pode adotar uma combinação adequada dessas abordagens, dependendo de sua natureza, tamanho e setor específico.

O Planejamento Mestre de Produção é uma disciplina em constante evolução, impulsionada por avanços tecnológicos e pela necessidade de maior eficiência na cadeia de suprimentos.

2.3. Manufatura Enxuta

O Sistema Toyota de Produção, concebido por Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno no período pós-Segunda Guerra Mundial, surgiu como uma resposta aos desafios enfrentados pela indústria japonesa, caracterizada por baixa produtividade e escassez de recursos. Taiichi Ohno, então principal engenheiro de produção da Toyota, buscou alternativas inovadoras para superar esses obstáculos (OHNO, 1997; TUBINO, 2015).

Observando os modelos de produção existentes, a produção em massa e a produção artesanal, Ohno concluiu que nenhum deles seria eficiente para a Toyota. A produção em massa, desenvolvida por Henry Ford no início do século XX, não permitia atender à crescente demanda por diversificação de produtos. A produção artesanal, baseada em trabalhadores especializados e produção em pequena escala, resultava em altos custos (OHNO, 1997; TUBINO, 2015).

A solução encontrada foi a implementação da produção enxuta, que permitiu a produção em pequenos lotes, reduzindo o custo de estocagem e permitindo a identificação quase imediata de peças defeituosas. Isso levou à necessidade de

formar profissionais altamente qualificados e motivados (OHNO, 1997; TUBINO, 2015).

Taiichi Ohno também identificou outras fontes de desperdício nas fábricas ocidentais, como alguns cargos que, segundo ele, não agregavam valor ao produto. Para combater esse desperdício, ele montou equipes de trabalhadores responsáveis por uma área definida da montagem, que também eram responsáveis pela limpeza, troca de ferramentas e controle de qualidade. Isso deu origem ao Kaizen, um processo de aperfeiçoamento contínuo e gradual, desenvolvido e liderado pelas próprias equipes (OHNO, 1997; TUBINO, 2015).

No que diz respeito ao fluxo de peças, dentro e fora da fábrica, Ohno implementou o sistema "*just-in-time*", que se baseia no suprimento da quantidade certa na hora certa. Uma das ferramentas utilizadas é o Kanban (OHNO, 1997; TUBINO, 2015).

Os princípios da Manufatura Enxuta têm como objetivo identificar as atividades que agregam valor e os desperdícios em um determinado negócio. São estabelecidos cinco princípios fundamentais:

- I. **Especificação do valor desejado:** O cliente define o valor, sendo essencial sua especificação com base em suas exigências e percepções, mantendo um foco contínuo nas necessidades do cliente.
- II. **Identificação da cadeia de valor para cada produto:** Esse processo complexo permite à empresa identificar as atividades que contribuem para o valor do produto e aquelas que não o fazem. Atividades percebidas como não agregadoras de valor pelo cliente podem ser consideradas desperdícios e devem ser eliminadas para aprimorar a cadeia de valor.
- III. **Garantia de fluxo contínuo entre as atividades que agregam valor:** Após mapear as atividades que agregam valor, o próximo passo é garantir um fluxo contínuo entre as atividades remanescentes para preservar e otimizar o valor agregado.
- IV. **Introdução do fluxo puxado da produção:** Esta fase implica na mudança do paradigma de programação da produção, passando da previsão de vendas para uma produção pautada na demanda real do cliente, impulsionando-a.

- V. **Busca contínua pelo aperfeiçoamento (Kaizen):** A última etapa enfatiza que não há limite para o aprimoramento. É sempre viável otimizar processos visando à redução de custos, tempo, espaço e defeitos, produzindo itens cada vez mais alinhados às demandas do cliente.

O sistema de produção enxuta visa eliminar desperdícios, concentrando os esforços em atividades que agregam valor ao cliente e criando uma mentalidade de melhoria contínua, o Kaizen. O Kaizen pode ser definido como o modo pelo qual a cadeia de valor será aprimorada. Isto significa que todo desperdício deve ser eliminado da cadeia de valor (OHNO, 1997; TUBINO, 2015).

Taiichi Ohno (1997) identifica sete formas de desperdício em um sistema de produção: superprodução, espera, transporte, processos extras, estoque, movimentação e defeituosos. O sucesso competitivo do Sistema Toyota de Produção se deve ao seu foco nos processos centrais. As atividades estão focadas na criação de valor, buscando sobretudo a eliminação dos desperdícios. Conforme mencionado anteriormente, são estes elementos que caracterizam a produção enxuta (TUBINO, 2015).

O Sistema Toyota de Produção otimiza diversos recursos, como a quantidade de estoque intermediário, o número de trabalhadores e o espaço de fabricação. Além disso, a moral e o sentimento de importância do trabalho por parte dos trabalhadores garantem motivação e comprometimento com a empresa (HARDING, 1981).

O controle da produção é uma área essencial no gerenciamento da cadeia de suprimentos, envolvendo o monitoramento e a coordenação das atividades de produção para assegurar que ocorram conforme o planejado. O objetivo do controle da produção é otimizar o desempenho operacional, satisfazer as demandas dos clientes e minimizar os custos.

A seguir, serão apresentadas algumas teorias e conceitos relevantes no campo do controle da produção:

- **Controle Estatístico de Processo (CEP):** O CEP é uma técnica empregada para monitorar e controlar a qualidade de um processo de produção. Ele utiliza ferramentas estatísticas, como gráficos de controle, para identificar desvios e variações significativas no processo.

- **Just-in-Time (JIT) e Lean Manufacturing:** O JIT é uma abordagem que visa eliminar desperdícios e melhorar a eficiência, produzindo apenas o necessário, no momento certo e na quantidade exata. Ele é parte integrante do sistema de produção conhecido como *Lean Manufacturing*, que se baseia nos princípios do Sistema Toyota de Produção.
- **Kanban:** O Kanban é uma técnica visual e um sistema de controle de produção que utiliza cartões ou sinais para indicar o fluxo de trabalho e a reposição de materiais. Ele auxilia na regulação da produção, evitando estoques excessivos e melhorando a sincronização entre as diferentes etapas do processo produtivo.
- **Teoria das Restrições (TOC):** A TOC é uma abordagem que se concentra na identificação e na gestão das restrições que limitam o desempenho do sistema de produção. No controle da produção, a TOC auxilia na identificação e na resolução de gargalos, garantindo que os recursos e as atividades sejam otimizados para alcançar os objetivos de desempenho desejados.
- **Sistemas de Informação e Tecnologia da Informação (TI):** Os sistemas de informação desempenham um papel crucial no controle da produção, fornecendo dados e informações em tempo real para monitorar o desempenho operacional, rastrear inventários, programar a produção e tomar decisões informadas.

Estes são apenas alguns exemplos de teorias e conceitos relevantes no campo do controle da produção. Cada organização pode adotar uma combinação adequada dessas abordagens, dependendo de sua natureza, tamanho, setor e objetivos específicos. O controle da produção é uma disciplina em constante evolução, impulsionada por avanços tecnológicos e pela necessidade de aprimorar a eficiência e a qualidade nas operações de produção.

O planejamento e controle da produção desempenham papéis cruciais no sucesso e na eficiência das operações de uma organização. Um planejamento adequado permite que a empresa estabeleça direções claras, alinhe recursos e atividades, e tome decisões informadas para atender à demanda do mercado. Por outro lado, um controle efetivo garante que as operações ocorram conforme

planejado, monitorando o desempenho, identificando desvios e tomando medidas corretivas para maximizar a eficiência e a qualidade.

É importante enfatizar que o planejamento e o controle da produção não são processos independentes, mas estão intrinsecamente interligados e se complementam. Um planejamento robusto é fundamental para direcionar as atividades de produção, enquanto um controle eficaz supervisiona a implementação do plano, identifica problemas e desvios, e adota medidas corretivas para assegurar a realização dos objetivos preestabelecidos. Em suma, o planejamento e o controle da produção são disciplinas indispensáveis para garantir o êxito operacional e a eficiência nas organizações.

2.4. Gestão de Estoques

Neste tópico, serão apresentadas as principais ferramentas de gestão de estoque, conforme identificado a partir dos estudos realizados.

2.4.1. Estoque de Segurança

Na atualidade, a gestão eficiente de estoque se torna indispensável e uma das ferramentas cruciais é o estoque de segurança. De acordo com Casonatto (2017), o estoque de segurança é um dos principais métodos empregados, dado que o comportamento da demanda nem sempre é constante, o que obriga as empresas a manterem um estoque de segurança de determinados materiais para suprir possíveis variações.

Segundo Chopra e Meindl (2003), o estoque de segurança desempenha um papel fundamental como um mecanismo de proteção contra incertezas, capacitando a gestão das flutuações na demanda e variações nos períodos de ressuprimento. A fórmula para o cálculo do estoque de segurança é expressa pela Eq. 01 (CHOPRA e MEINDL , 2003; GRAZIANI, 2012).

$$ES = (C \cdot ape) + ac \cdot (pe + ape) \quad \text{Eq. 01}$$

Onde:

- ES – Estoque de segurança;
- C – Consumo diário;
- APE – Atraso no prazo de entrega;
- AC – Aumento no consumo diário;
- PE – Prazo de entrega do fornecedor.

2.4.2. Estoque Mínimo

O estoque mínimo, também conhecido como ponto de pedido, representa outra ferramenta essencial na gestão de estoques. Segundo Chopra e Meindl (2003), a determinação apropriada do estoque mínimo desempenha um papel crucial na prevenção da escassez de produtos, ao mesmo tempo em que minimiza os custos relacionados ao armazenamento excessivo. Dessa forma, os pedidos de compra devem ser feitos quando os níveis de estoque atingem patamares suficientes para atender à demanda do estoque de segurança e às previsões de vendas para o período. O cálculo do estoque mínimo pode ser realizado conforme expresso pela Eq. 2 (CHOPRA e MEINDL, 2003; GRAZIANI, 2012).

$$Emi = Er + Pe \cdot C \quad \text{Eq. 02}$$

Onde:

- EMI – Estoque mínimo;
- ER – Estoque de segurança;
- PE – Prazo de entrega;

- C – Consumo médio diário.

2.4.3. Classificação ABC

A técnica de classificação ABC de materiais representa um dos principais métodos na administração de estoques. De acordo com Martins e Alt (2012), a análise ABC é uma ferramenta valiosa que possibilita a identificação e a priorização dos itens de estoque conforme sua relevância estratégica, auxiliando na gestão mais eficaz dos recursos. A Figura 1 oferece uma representação visual da aplicação da técnica de classificação ABC.

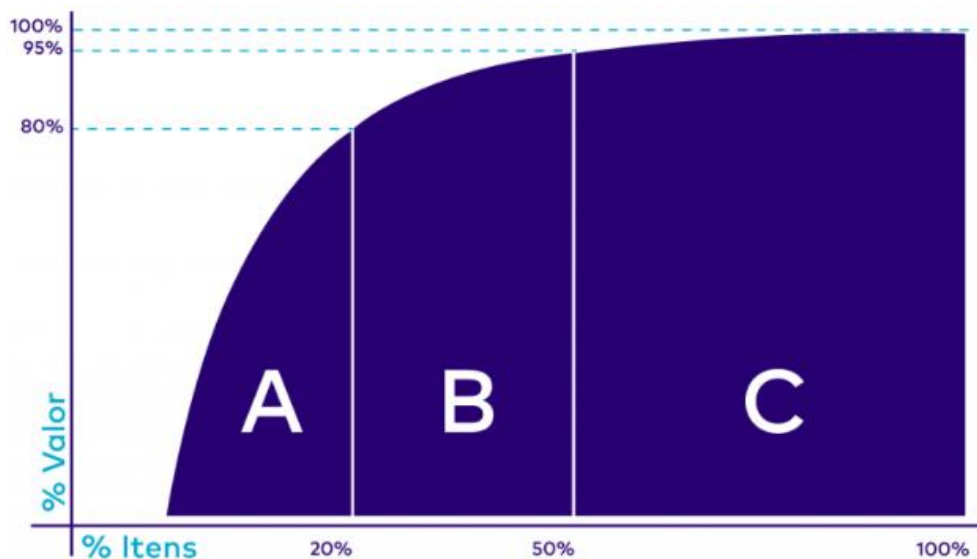


Figura 1 - Classificação ABC.

Fonte: (MANDAÊ, 2022)

Os teóricos Miazó e Parinos (2016) afirmam que para estabelecer uma classificação ABC, devem ser seguidos quatro passos, conforme descrito abaixo:

- Realizar um levantamento dos itens mais impactantes a serem observados;
- Elaborar uma tabela com os itens, ordenando-os de forma decrescente de valores e seu somatório;

- Dividir os respectivos valores de cada item pelo somatório com o objetivo de obter a porcentagem que cada item representa;
- Agrupar os itens para cada classe (A, B e C) de acordo com sua prioridade.

Conforme Langguth (2017), para a classificação ABC, é importante que a classificação seja atualizada com os valores atuais, enfatizando que as classificações estejam no padrão de três grupos e que não sejam desenvolvidas novas classificações, o que delimita a acurácia do estudo realizado.

2.4.4. *Just-In-Time (JIT)*

A metodologia *Just-in-Time (JIT)* é uma ferramenta essencial para o controle de estoque. Segundo Souza, Santos, *et al.*, (2020), o JIT é uma abordagem de gestão de estoque que visa minimizar os níveis de estoque ao estritamente necessário, permitindo a entrega de materiais exatamente quando são necessários, contribuindo para a eficiência operacional e a redução de custos, conforme representado na Figura 2 (COVIC, SANTO, *et al.*, 2022).

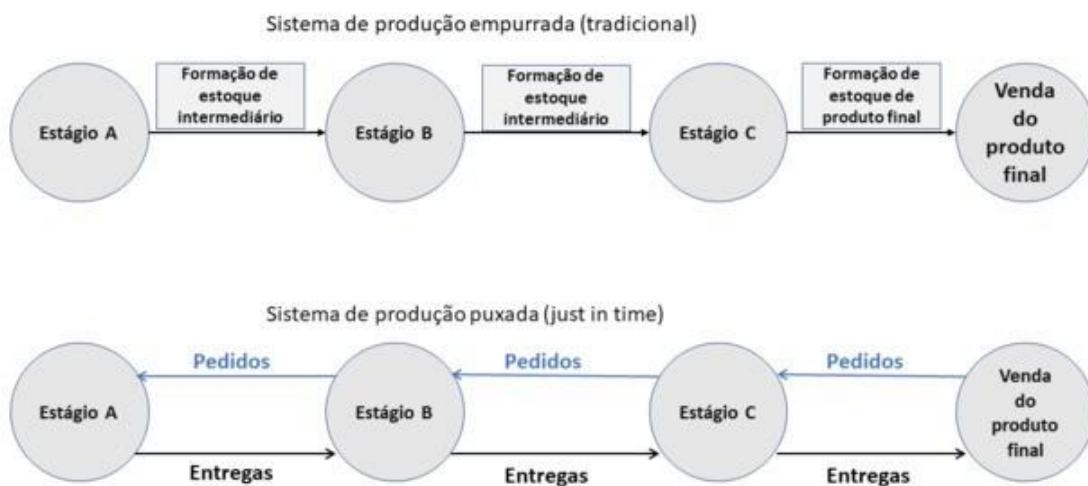


Figura 2 - Comparação do sistema de produção JIT e sistemas tradicionais.

Fonte: Covic, Santo, *et al.* (2022)

Conforme apontado por Corrêa, Giansesi e Caon (2001), o JIT não se limita unicamente ao gerenciamento de estoques. Ele também promove uma integração robusta e colaboração entre as áreas de produção, compras, vendas e logística. O objetivo é otimizar todo o fluxo de materiais e informações ao longo da cadeia de suprimentos.

A filosofia do JIT é um caminho para orientar as empresas a se manterem competitivas no mercado de trabalho. Pereira e Azevedo (2021) afirmam que a filosofia JIT se baseia em princípios fundamentais, como a eliminação de desperdícios, a busca pela qualidade total, a melhoria contínua, o envolvimento dos funcionários em todas as etapas do processo e o estabelecimento de relações de longo prazo com fornecedores confiáveis.

2.4.5. Logística

A logística desempenha um papel significativo no controle de estoque. A gestão logística é um componente da gestão da cadeia de suprimentos nas empresas. Ela engloba o planejamento, implementação e controle da eficiência e eficácia dos fluxos e estoque de bens e serviços, desde o início até o ponto de consumo, sempre com o objetivo de atender ao cliente. Assim, a logística se torna um mecanismo que integra, coordena e otimiza todas as atividades (GRAZIANI, 2012; BALLOU, 2019).

Em relação à gestão de estoques, Corrêa, Giansesi e Caon (2001) ressalta a relevância de uma logística eficaz. Muitas empresas concentram-se apenas na gestão interna e negligenciam os processos logísticos, que abrangem etapas cruciais na cadeia produtiva, como o recebimento dos materiais, por exemplo. As datas de entrega dos materiais devem ser estabelecidas levando em consideração o panorama geral, de acordo com a urgência. A não entrega no prazo e horário acordados pode resultar em atrasos (GRAZIANI, 2012; BALLOU, 2019).

Ao longo da história, a humanidade tem criado diversas estratégias para gerir a quantidade de materiais em armazém. Existem conceitos e técnicas que visam satisfazer os requisitos de nível de serviço, ao mesmo tempo que minimizam o custo de manutenção do armazém. No entanto, existem duas filosofias fundamentais de

gestão: o método de empurrar e o método de puxar. A Figura 3 ilustra as diferentes filosofias de empurrar e puxar de gerenciamento de estoques (GRAZIANI, 2012; BALLOU, 2019).

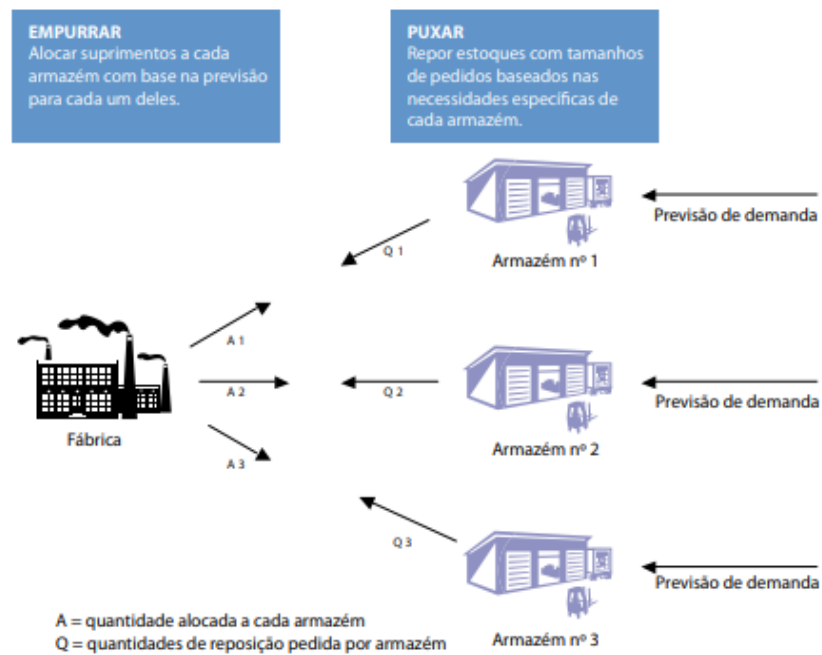


Figura 3 - Filosofias de empurrar e puxar de gerenciamento de estoques.

Fonte: Graziani (2012)

O método de empurrar considera que os níveis de armazém são estabelecidos coletivamente, ao longo da cadeia de abastecimento, com base na previsão de demanda para cada ponto de armazém ou considerando uma demanda agregada. A gestão do armazém é centralizada e seus níveis são fortemente influenciados pelas economias de escala de compra ou produção (GRAZIANI, 2012; BALLOU, 2019).

Por outro lado, o método de puxar, ou método de fluxo contínuo, utiliza a ferramenta Kanban e considera que as decisões sobre cada armazém são adotadas independentemente uma das outras no canal. Essa abordagem exerce um controle preciso sobre os níveis de armazém em cada local, mesmo não havendo uma boa coordenação do momento e dos tamanhos dos pedidos de reposição com os

tamanhos dos lotes de produção, quantidades econômicas de compras ou volumes mínimos de pedidos (GRAZIANI, 2012; BALLOU, 2019).

O método de empurrar é ineficiente em ambientes dinâmicos, por não conseguir responder com rapidez às mudanças na demanda. Por outro lado, o método de puxar obriga os fornecedores a responderem num prazo muito curto às necessidades dos clientes e, além disto, pode aumentar os custos dos fornecedores ao transferir os problemas de armazenamento. Por essas razões, o fluxo sincronizado de material pretende ser uma alternativa aos métodos anteriores (GRAZIANI, 2012; BALLOU, 2019).

2.5. Kanban

A metodologia Kanban é uma abordagem de gerenciamento de projetos que se originou há mais de 50 anos. Sua concepção teve início no final da década de 1940, quando a Toyota implementou uma estratégia inovadora baseada na gestão eficiente de estoque de supermercados para otimizar seus processos de engenharia. Esse método inovador, inspirado no modelo de supermercados que mantém apenas produtos suficientes para atender à demanda dos consumidores, demonstrou ser altamente eficaz na racionalização do fluxo de trabalho em ambientes de produção (VACANTI, 2020; BERKLEY, 1992).

O cerne do sistema Kanban é o uso de um quadro Kanban, que atua como uma ferramenta essencial para visualizar o trabalho e otimizar o fluxo de trabalho dentro da equipe. O quadro Kanban pode ser físico ou virtual, dependendo das preferências e necessidades da equipe. Ele desempenha um papel fundamental na garantia de que o trabalho seja visualizado, que o fluxo de trabalho seja padronizado e que quaisquer bloqueios ou dependências sejam imediatamente identificados e resolvidos. Embora um quadro Kanban básico contenha três etapas, "A fazer", "Em andamento" e "Concluído", é flexível e pode ser adaptado para atender às necessidades específicas de cada equipe (BHASKAR, 2023; VACANTI, 2020; RADIGAN, 2014).

A metodologia Kanban depende da total transparência do trabalho e da comunicação em tempo real da capacidade da equipe. O quadro Kanban é uma fonte definitiva de informações sobre o trabalho da equipe. Cada item de trabalho é

representado como um cartão separado no quadro. Esses cartões fornecem informações cruciais, como o responsável pelo trabalho, uma breve descrição da tarefa, uma estimativa de tempo para sua decisão e outros detalhes relevantes. Isso permite que todos os membros da equipe tenham visibilidade completa sobre o status de cada trabalho a qualquer momento, facilitando a rastreabilidade e a identificação ágil de bloqueios e dependências (KUMAR e PANNEERSELVAM, 2006; MONDEN, 1994).

Essa metodologia pode ser contínua em praticamente qualquer tipo de trabalho que envolva um processo repetitivo. Seu principal objetivo é proporcionar uma gestão mais eficaz e eficiente das atividades, promovendo a identificação precoce de gargalos e a harmonização das equipes em todas as etapas do processo (VACANTI, 2020).

2.7.1 Origens do Kanban

O cenário da indústria automobilística japonesa nas décadas de 1940 e 1950 era caracterizado por uma busca incessante por eficiência e produtividade. A Toyota, como muitas outras montadas da época, enfrentou desafios importantes no que diz respeito ao gerenciamento de estoque e à manutenção de níveis de produção consistentes. Taiichi Ohno, percebendo essas deficiências, iniciou uma jornada em direção à criação de um sistema que pudesse evitar interrupções no fornecimento, aprimorar a eficiência e mitigar o acúmulo de estoques de mercadorias (RADIGAN, 2014; MONDEN, 1994; KUMAR e PANNEERSELVAM, 2006).

A solução concebida por Taiichi Ohno foi o "Kanban", uma palavra japonesa que pode ser aproximadamente traduzida como "quadro visual". O sistema Kanban consiste em um quadro com três colunas distintas. Dentro dessas colunas, foram inseridos cartões representando as tarefas para a produção de automóveis. Cada coluna tinha um limite pré-definido, e os trabalhadores não podiam iniciar uma nova tarefa sem antes concluir aquelas em que estavam atualmente envolvidos (BERKLEY, 1992; VACANTI, 2020).

A prática do Kanban na Toyota envolveu uma revisão diária do quadro, na qual os cartões foram aumentados, movidos ou removidos com base na prioridade e na

capacidade disponível, na Figura 4, representa o sistema Kanban utilizado na Toyota. Isso permite a identificação e eliminação de gargalos consistentes no processo de produção. Sem que Taiichi Ohno tivesse plena consciência, ele estava pavimentando o caminho para a fabricação “*just-in-time*”, alinhando a produção diretamente com a demanda. O Kanban, ao garantir que não houvesse subprodução, nem superprodução, tornou-se um instrumento crucial na redução do desperdício, melhoria da eficiência e aumento da produtividade (ADOBE TEAM, 2022; VACANTI, 2020).



Figura 4 - Sistema Kanban original.

Fonte: Abrantes (2018)

O sucesso do Kanban na Toyota logo chamou a atenção do setor industrial, e o sistema foi amplamente adotado por uma variedade de sistemas de produção. Esse método simples e transparente de gestão e produção se estende além das fronteiras da indústria automobilística, encontrando aplicação em diversos contextos (VACANTI, 2020; BERKLEY, 1992).

2.7.2 Os princípios Lean e sua relação com o Kanban

O sistema Kanban, em sua essência, reflete os princípios *Lean* em ação. Ele enfatiza a restrição do trabalho em progresso (WIP - *Work in Progress*), o que, por sua vez, reduz o desperdício de superprodução e estoque. O Kanban também fornece um mecanismo de controle visual para gerenciar o fluxo de trabalho, permitindo que os problemas e gargalos sejam identificados rapidamente, alinhando-se com a filosofia *Lean* de melhoria contínua (BHASKAR, 2023; BERKLEY, 1992).

A produção puxada, uma pedra angular do *Lean*, é incorporada pelo Kanban por meio do sistema de reabastecimento acionado pela demanda. Quando um item é retirado do estoque, um sinal é emitido para a produção de um novo item para preencher uma lacuna, garantindo que a produção esteja alinhada com as necessidades do cliente (ADOBE TEAM, 2022).

O Kanban é uma ferramenta de sequenciamento e priorização da produção, que está intrinsecamente associada ao conceito de Just-in-Time. A ideia central é estabelecer um sistema de comunicação simplificado que facilite a circulação de produtos e informações entre diferentes postos de trabalho. Este sistema deve ser facilmente controlável e possuir flexibilidade suficiente para se adaptar às variações na demanda do posto subsequente. A Figura 5 ilustra o fluxo de informação e de produtos entre diversos postos de trabalho (DONATELLI , 2008; BHASKAR, 2023).

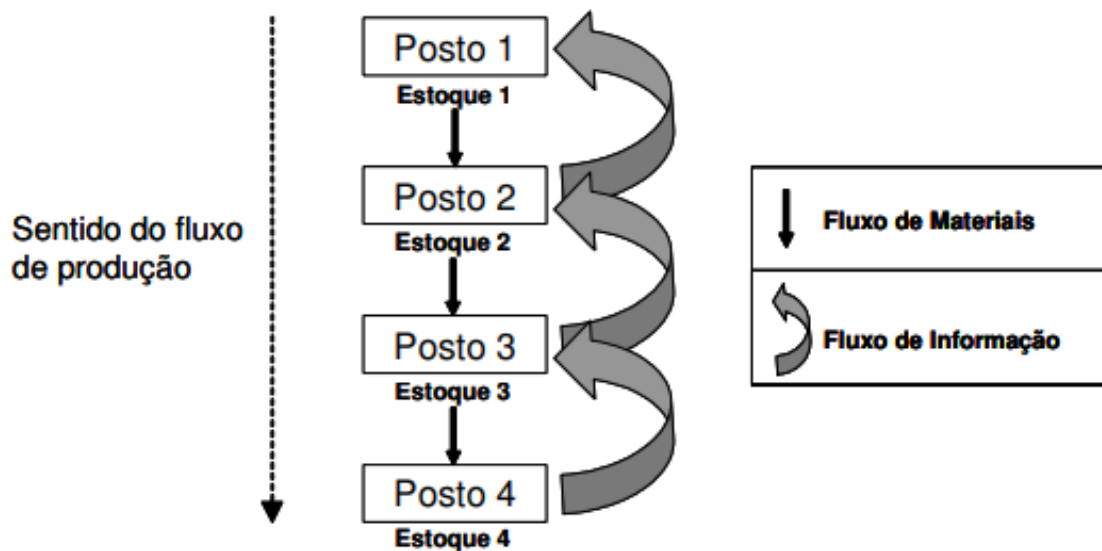


Figura 5 - Fluxo de informações e de materiais no sistema Kanban.

Fonte: Donatelli (2008)

2.7.3 Fundamentos do Kanban

O Kanban é baseado em princípios sólidos que o tornam uma ferramenta eficaz para melhorar a produção. Alguns desses fundamentos incluem:

- **Limitação do Trabalho em Andamento (WIP):** O Kanban promove uma limitação da quantidade de trabalho que pode estar em andamento ao mesmo tempo. Isso evita sobrecargas de trabalho, ajuda a identificar gargalos e mantém um fluxo constante (BHASKAR, 2023).
- **Visualização do Fluxo de Trabalho:** A visualização do trabalho é central para o Kanban. Através do uso de cartões que representam unidades de trabalho, a equipe pode ver claramente como o trabalho flui pelo processo (BHASKAR, 2023).
- **Método Pull:** No Kanban, o trabalho não é empurrado para o próximo estágio, mas puxado com base na demanda real. Isso garante que o trabalho seja executado quando necessário, evitando estoques excessivos (BHASKAR, 2023).

2.7.4 Princípio da restrição de trabalho em progresso (WIP)

O Princípio da Restrição de Trabalho em Progresso (WIP) é um componente crítico da filosofia *Lean* e do sistema Kanban. Este princípio estabelece que o número de tarefas em andamento deve ser limitado ao fim de melhoria da eficiência e da qualidade do trabalho (VACANTI, 2020; MONDEN, 1994).

O WIP (*Work in Progress*) refere-se ao número de tarefas ou atividades que estão atualmente em execução em um sistema ou processo. O princípio do WIP estabelece que limitar a quantidade de trabalho em andamento em cada etapa de um processo é fundamental para evitar gargalos, melhorar o fluxo de trabalho e reduzir o desperdício. Quando o WIP é monitorado e restrito, as equipes podem se concentrar em concluir tarefas antes de iniciar novas, melhorando assim a eficiência global do sistema (MONDEN, 1994; BHASKAR, 2023).

O WIP encontra aplicação em uma ampla variedade de setores. Em uma linha de produção, a limitação do número de produtos em cada etapa evita o acúmulo de estoque, reduz o tempo de ciclo e permite uma resposta mais ágil às mudanças na demanda (VACANTI, 2020; BERKLEY, 1992).

2.7.5 Implementação do Kanban

Um quadro Kanban típico é composto por vários elementos-chave, incluindo (VACANTI, 2020; KUMAR e PANNEERSELVAM, 2006):

- **Colunas:** Representam as diferentes etapas do processo, permitindo a visualização do fluxo de trabalho.
- **Cartões:** São unidades de trabalho individualizadas que representam tarefas ou itens a serem executados.
- **Limites de WIP:** Definem o número máximo de cartões permitidos em cada coluna, ajudando a evitar sobrecarga e gargalos.
- **Indicadores visuais:** Podem incluir núcleos, ícones ou etiquetas que fornecem informações adicionais sobre o status das tarefas.

2.7.6 Estrutura de um quadro Kanban

O quadro Kanban é o núcleo do sistema e serve como representação visual do processo de trabalho. Suas colunas são flexíveis e podem variar de acordo com as necessidades do projeto ou equipe. No cenário mais simples, um quadro Kanban possui apenas três colunas: "A Fazer", "Em Andamento" e "Concluído". No entanto, muitos quadros Kanban mais complexos podem apresentar colunas adicionais de acordo com a atividade realizada. Essas colunas refletem as etapas do projeto e fornecem claramente o progresso de cada tarefa. Na Figura 6, é apresentado um exemplo de um quadro de Kanban (MONDEN, 1994; KUMAR e PANNEERSELVAM, 2006).

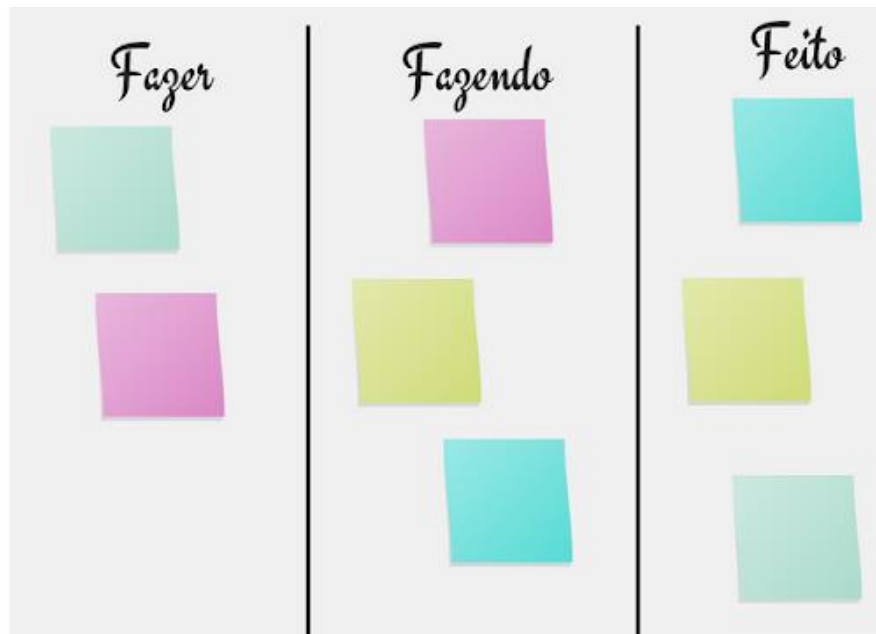


Figura 6 - Exemplo de um quadro de Kanban.

Fonte: Adobe Team (2022)

Um dos principais benefícios da estrutura do quadro Kanban é sua adaptabilidade a diferentes contextos e tipos de trabalho. Pode ser aplicado na produção, no desenvolvimento de software, na gestão de projetos e em muitos outros domínios. A estrutura do quadro Kanban pode ser personalizada para atender às necessidades específicas de cada equipe ou organização (BERKLEY, 1992; MONDEN, 1994).

2.7.7 Cartão Kanban

Cada cartão Kanban é uma representação visual de uma unidade de trabalho que precisa ser realizada. Esses cartões são físicos, como cartões de papel, ou digitais, em ferramentas de gerenciamento de projetos. Cada cartão contém informações essenciais, como uma breve descrição do trabalho, links para documentação de apoio, dados de vencimento da tarefa e o responsável pela sua conclusão. A facilidade do cartão Kanban permite que as equipes personalizem as informações adicionais conforme necessário. A Figura 7 mostra um exemplo de um cartão de Kanban utilizado pela Toyota (VACANTI, 2020; MONDEN, 1994).


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			

Figura 7 - Exemplo de cartão de Kanban utilizado pela Toyota.

Fonte: Adobe Team (2022)

2.7.8 Número de cartões Kanbans

Na indústria de manufatura, os cartões Kanban são empregados como representações de componentes específicos de um produto. Neste contexto, os membros da equipe fixam cartões Kanban nos respectivos componentes. Os fabricantes recorrem a uma fórmula Kanban fundamental para decidir o momento adequado para adquirir mais estoque. Posteriormente, eles requisitam o estoque seguindo o princípio JIT para otimizar a eficiência (BHASKAR, 2023; VACANTI, 2015).

$$N = \frac{D \cdot T \cdot (1 + X)}{C} \quad \text{Eq. 03}$$

Onde:

- N – Quantidade de cartões Kanban necessários antes da reposição do estoque;
- D – Demanda (quantidade utilizada dentro do período);
- T – *Lead time*, tempo total de produção;
- C – Capacidade dos equipamentos;
- X – Fator de segurança.

2.7.9 Lei de Little

A eficiência dos processos é diretamente proporcional à minimização do número de itens em andamento. Essa é a filosofia subjacente aos limites de trabalho em andamento (WIP) do Kanban, que permite que os trabalhadores se concentrem em um número limitado de tarefas de cada vez antes de assumir mais trabalho do quadro Kanban (BHASKAR, 2023; VACANTI, 2015).

No entanto, surge a questão de qual deve ser o limite de WIP e como isso influenciará a taxa de produção. Muitos adotam uma fórmula Kanban derivada da fórmula de 1961 de John Little. Esta fórmula, conhecida como Lei de Little, estabelece a relação entre o número de tarefas e a quantidade dessas tarefas que os trabalhadores realizam na produção (BHASKAR, 2023; VACANTI, 2015):

$$WIP = R \times TC$$

Eq. 04

Onde:

- **WIP** – Quantidade de itens em processo na fila de produção;
- **R** – Velocidade com que as tarefas são finalizadas;
- **TC** – Tempo de ciclo corresponde à duração que uma tarefa leva para ser concluída na produção.

2.7.10 Papéis e responsabilidades no sistema Kanban

Uma eficácia do Kanban reside na colaboração entre esses papéis. A comunicação contínua e a transparência são fundamentais (RADIGAN, 2014; BHASKAR, 2023).

- **Dono do Produto:** Responsável por definir e priorizar as demandas a serem incluídas no quadro Kanban, representando os interesses dos clientes ou partes interessadas.
- **Equipe de Desenvolvimento:** Membros encarregados de executar as tarefas delineadas no quadro Kanban, seguindo a ordem estabelecida.
- **Kanban Coach:** Facilitador do processo, garantindo que a equipe compreenda e siga as práticas do Kanban, removendo obstáculos e promovendo a melhoria contínua.
- **Gestor de Fluxo:** Responsável por monitorar o fluxo de trabalho, identificar gargalos e aprimorar a eficiência do sistema.
- **Revisores:** Encarregados de revisar e garantir a qualidade do trabalho antes que ele prossiga no quadro Kanban.
- **Cliente:** Uma pessoa ou grupo para quem o trabalho está sendo realizado e que fornece feedback valioso.

2.7.11 Fluxo de trabalho e definição de colunas

Cada etapa do processo é representada por uma coluna no quadro Kanban. A definição das colunas é uma decisão crítica, pois elas representam os estados pelos quais os itens de trabalho avançaram. As colunas variam dependendo do contexto. A definição precisa de colunas é essencial para refletir com precisão o processo e manter o fluxo de trabalho organizado (MONDEN, 1994; BHASKAR, 2023).

2.7.12 Importância da Estrutura de Fluxo de Trabalho e Colunas

- **Visualização do Progresso:** A estrutura de fluxo de trabalho e as colunas permitem uma representação visual do progresso, permitindo a identificação de gargalos e atrasos (VACANTI, 2020).
- **Transparência:** Todos os membros da equipe têm uma compreensão clara do que está acontecendo em cada etapa do processo, promovendo a colaboração (VACANTI, 2020).
- **Monitoramento e Melhoria:** A estrutura do fluxo de trabalho e as colunas facilitam a análise do desempenho e a identificação de áreas que precisam de aprimoramento (VACANTI, 2020).

2.7.13 Benefícios do Método Kanban

O Método Kanban representa uma das metodologias mais prevalentes e práticas adotadas por equipes ágeis na contemporaneidade. Seu trabalho proporciona uma gama diversificada de vantagens que transcendem os limites do planejamento, impactando positivamente no desempenho das tarefas, independentemente do tamanho da equipe (BERKLEY, 1992; MONDEN, 1994).

2.7.13.1 Flexibilidade no Planejamento

No contexto de equipes Kanban, a atenção recai exclusivamente sobre as tarefas em andamento. Após a conclusão de uma atividade, a equipe seleciona a próxima lista de pendências, enquanto o proprietário do produto mantém a liberdade de repriorizar o trabalho sem perturbar a dinâmica da equipe. A flexibilidade associada

ao Kanban garante que a equipe de desenvolvimento esteja constantemente direcionada para a entrega de valor máximo ao negócio, desde que as prioridades sejam mantidas no topo (KUMAR e PANNEERSELVAM, 2006).

2.7.13.2 Redução dos Tempo

O tempo é uma métrica crítica para equipes Kanban, pois é a unidade que representa intervalo do fluxo de trabalho, desde o início até a entrega. A otimização do tempo de ciclo possibilita uma previsão segura da conclusão de trabalhos futuros. A sobreposição de conjuntos de habilidades desempenha um papel crucial na minimização dos tempos, evitando gargalos ao permitir a distribuição flexível de tarefas entre os membros da equipe (BERKLEY, 1992; ADOBE TEAM, 2022).

2.7.13.3 Minimização de Gargalos

A abordagem Kanban preconiza a limitação do trabalho em andamento (WIP), controlando que a multitarefa comprometa a eficiência. Ao estabelecer limites de WIP, as equipes identificam e mitigam gargalos, promovendo a concentração e colaboração. A aplicação prática desses limites, como exemplificado na revisão de código, contribui para a redução do tempo total do ciclo (ADOBE TEAM, 2022; VACANTI, 2020).

2.7.13.4 Utilização de Métricas Visuais

A visualização efetiva de dados é essencial para o aprimoramento contínuo da eficiência da equipe. Gráficos de controle e diagramas de fluxo cumulativos são instrumentos comuns usados pelas equipes Kanban para identificar e remover gargalos (MONDEN, 1994; BHASKAR, 2023).

3. ESTUDO DE CASO

Cartonagem é uma técnica artesanal que permite a confecção de diversos objetos, variando dos utilitários até os decorativos. Tem como base a utilização de papéis de tipos e gramaturas diferentes, podendo ser revestida de diversas formas (DOMINGUES, 2014).

A origem da cartonagem é muito antiga e essa arte está presente na cultura de diversos povos. Há registros de que ela começou no antigo Egito, onde o termo Cartonagem se refere à fibra da planta papiro ou do próprio papiro em forma já de papel unificados. Quando molhados, eles eram usados pelas funerárias para envolver os corpos já mumificados, criando uma superfície uniforme que permitia a pintura e decoração com mais facilidade (DOMINGUES, 2014).

No entanto, também há quem diga que a origem da cartonagem é francesa. Foi antes da revolução francesa que os primeiros trabalhos em cartonagem surgiram do modo que conhecemos atualmente. O artesão conhecia todas as etapas para a confecção do produto, era dono das ferramentas e tinha acesso as matérias primas necessárias (DOMINGUES, 2014).

Uma fábrica de cartonagem é uma empresa que trabalha com técnicas industriais que utilizam papel cartão, ou papelão e demais materiais para confeccionar uma vasta gama de peças e produtos. Dentre os principais itens que são produzidos por uma empresa de cartonagem, podem ser destacadas as caixas que, de acordo com suas características, são aplicadas e utilizadas em uma série de diferentes áreas e segmentos.

Ao implementar o Kanban no PPCP de uma fábrica de cartonagem, os processos de produção podem ser aprimorados. O uso de quadros Kanban ajuda a visualizar o fluxo de produção, permitindo a identificação rápida de áreas problemáticas. Os cartões Kanban representam pedidos de produção específicos, com informações detalhadas sobre o que deve ser feito e prazos. Isso ajuda a manter o foco na execução de trabalhos prioritários.

A aplicação do Kanban no Planejamento e Controle de Produção de fábricas de cartonagem é um passo importante na direção da melhoria contínua dos processos produtivos. Os princípios do Kanban, como limitações do trabalho em andamento,

visualização do fluxo de trabalho e método pull, proporcionam uma abordagem eficaz para otimizar a produção, reduzir estoques e melhorar o lead time. Ao incorporar esses conceitos, as empresas de cartonagem podem se tornar mais competitivas, atendendo melhor às demandas de um mercado em constante evolução.

3.1 Objeto da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida em parceria com uma empresa do setor industrial de papel, especializada em embalagens de papelão ondulado. Trata-se de uma empresa de pequeno porte, com 10 colaboradores, 100% brasileira, situada na cidade de Porto Feliz, no estado de São Paulo. A classificação do porte da empresa foi adotada conforme os critérios do BNDES, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação de porte de empresa.

CLASSIFICAÇÃO	RECEITA OPERACIONAL BRUTA ANUAL
Microempresa	Menor ou igual a R\$ 360 mil
Pequena empresa	Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões
Média empresa	Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões
Grande empresa	Maior que R\$ 300 milhões

Fonte: BNDES

Atuando no mercado desde 2014 e prestando serviços em todo o território nacional, a empresa possui equipamentos como impressora flexográfica, riscador industrial, corte e vinco rotativo e arqueadora semiautomática. A produção abrange diversas linhas de embalagens em papelão ondulado, incluindo caixa maleta, caixa tipo correio, caixa corte e vinco, divisórias, cantoneiras, entre outros tipos de embalagens em papelão ondulado. O atendimento é realizado por meio de contratos de longo prazo, pedidos por encomenda e pedidos sazonais.

Os projetos de embalagens da empresa buscam constantemente novas tecnologias e matéria-prima de alta qualidade, priorizando sempre a qualidade, durabilidade e design dos produtos. A empresa busca soluções inteligentes para otimizar os produtos dos clientes, proporcionando segurança nas movimentações durante o armazenamento interno e durante o processo de B2C (*Business-To-Consumer*).

As embalagens fabricadas são elaboradas de acordo com as especificações solicitadas pelo cliente, sob medida. Desta forma, não existe um processo de produção em série, pois as embalagens não seguem um modelo de produção padrão.

3.1.1 Produtos da Empresa

A FNA Embalagens, uma corporação industrial especializada no setor de papelaria, dedica-se à produção de embalagens de papelão ondulado. A empresa emprega uma variedade de configurações de ondas de papelão, incluindo:

- **Onda B (onda baixa):** Espessura nominal de 3,0 mm, sujeita a uma variação de até 10%. Sua composição consiste em um núcleo ondulado, denominado miolo, o qual está aderido em ambas as faces a elementos planos conhecidos como capas, conforme ilustrado na Figura 8 (CENTER CAIXAS, 2019);



Figura 8 - Onda B.

Fonte: Center Caixa (2019)

- **Onda C (onda alta):** A estrutura exibe uma espessura nominal de 3,5 mm, com uma tolerância de variação de até 10%. Sua composição é constituída por um núcleo ondulado, denominado miolo, que se encontra aderido em ambas as faces a elementos planos (capas). Esta configuração está representada na Figura 9;



Figura 9 - Onda C.

Fonte: Center Caixa (2019)

- **Onda BC (onda dupla):** A espessura indicada é de 6,5 mm, com uma margem de variação de até 10%. A estrutura é composta por dois núcleos ondulados, conhecidos como miolos, aderidos a três elementos planos, denominados capas. Esta disposição está representada na Figura 10.

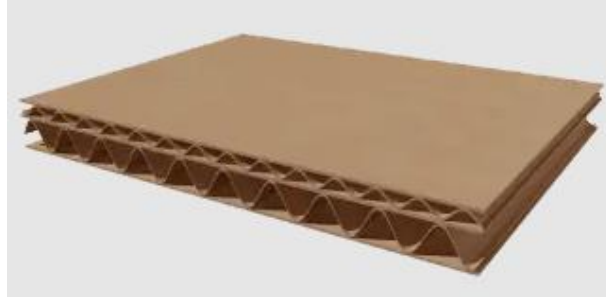


Figura 10 - Onda BC.

Fonte: Center Caixa (2019)

Um dos principais produtos fabricados pela empresa é a Caixa tipo maleta, conforme apresentado na Figura 11. Essas caixas apresentam abas superiores e inferiores e contêm vincos internos que especificam a largura, o comprimento e a altura, facilitando a montagem. Para fechar a caixa, é necessário unir um lado ao outro. A caixa pode ser fabricada sob medida ou ter um tamanho pré-definido.

As caixas comuns ou com entalhes são geralmente transportadas de forma achatada ou plana, permitindo que sejam montadas conforme necessário.



Figura 11 - Caixa maleta.

Fonte: FNA Embalagens (2023)

A Caixa Telescópica, é caracterizada por sua estrutura de duas partes, uma tampa e um fundo que se encaixam perfeitamente. Este design é particularmente adequado para acomodar produtos de maior comprimento. A natureza interligada de suas partes constituintes proporciona uma proteção robusta e eficaz para os itens armazenados dentro, como apresentado na Figura 12.



Figura 12 - Caixa Telescópica.

Fonte: FNA Embalagens (2023)

A Caixa Corte e Vinco, representado na Figura 13, é projetado para ser totalmente personalizável e adaptável às necessidades específicas do cliente. Esta embalagem pode ser fabricada em uma variedade de dimensões, formatos e cortes, permitindo que sua estrutura seja precisamente ajustada ao produto que será embalado. Esta flexibilidade de design garante que cada caixa seja única e perfeitamente adequada ao seu conteúdo.



Figura 13 - Caixa Corte e Vinco.

Fonte: FNA Embalagens (2023)

Os Acessórios, representados na Figura 14, é uma categoria de produtos oferecidos, são componentes adicionais utilizados para otimizar o acondicionamento dos produtos nas embalagens. Estes incluem separadores, divisórias, caixas menores e tabuleiros que são incorporados ao interior das caixas. Esses elementos facilitam não apenas o acondicionamento dos produtos, mas também a sua visualização. Além disso, eles desempenham um papel crucial na prevenção de atrito e choque entre os recipientes, garantindo assim a proteção dos produtos durante os processos de transporte e armazenamento.



Figura 14 – Acessórios.

Fonte: FNA Embalagens (2023)

3.1.2 Processo produtivo

O fluxo do processo produtivo de uma empresa de cartonagem é ilustrado na Figura 15. O processo produtivo de uma empresa de cartonagem começa com a recepção da matéria-prima, o papelão ondulado. Este material é armazenado e aguarda a próxima etapa do processo.

A primeira máquina envolvida é o riscador, que possui o menor tempo de produção. Esta máquina inicia a transformação do papelão ondulado em caixas. Em seguida, a Impressora Flexográfica entra em ação. Esta máquina é responsável pelos cortes, vincos e impressões nas caixas, desempenhando um papel crucial no processo industrial.

A próxima máquina é o corte e vinco rotativo. Esta máquina é responsável pela fabricação de caixas de produção mais exclusivas e acessórios. Finalmente, chegamos ao departamento de acabamento. Nesta etapa, não há utilização de maquinário. As atividades neste setor envolvem colagem, amarração em pacotes e o empilhamento em pallets, que podem ser estrechados ou não.

Após a fase de acabamento, as caixas estão prontas para serem enviadas aos clientes. Este é o fluxo do processo produtivo de uma empresa de cartonagem.



Figura 15 - Processo Produtivo.

Adaptado: KLEIN (2020)

3.1.3 Criação da Ordem de produção

A empresa em análise apresenta certas deficiências no setor operacional, com destaque para a falta de padronização das ferramentas de gestão e a ausência de controle produtivo, o que resulta em uma operação “às cegas” e, conseqüentemente, em uma instabilidade nos resultados.

Após uma discussão com a proprietária da empresa, identificamos que, para desenvolver uma Ordem de Produção (OP) eficaz que atenda às necessidades atuais, é necessário incluir os seguintes elementos:

- **Dados do cliente:** Informações cadastrais do cliente, como código no sistema, razão social e número do pedido do cliente (conhecido como *part number cliente*).
- **Dados do produto:** Informações sobre o produto, como código do produto e descrição ou referência do produto.
- **Dados do pedido:** Informações sobre a quantidade de peças, a forma de venda (unitária ou por pacote) e observações ou solicitações específicas do cliente para aquele pedido.
- **Dados da matéria-prima:** Tipo de papel que será usado, gramatura do papel e insumos que serão utilizados, como a cor da tinta e o tipo de cola para o fechamento das embalagens.
- **Roteiro de produção:** Informações sobre o processo que a OP irá passar, apontamento dos processos para geração de relatórios e informações para o faturamento e expedição.

Com base nas informações acima, desenvolvemos uma OP que contribui para a padronização das informações, criando assim uma cultura organizacional voltada para a melhoria contínua. A seguir, apresentamos nosso modelo de ordem de produção, conforme ilustrado na Figura 16.


 ORDEM DE PRODUÇÃO								
Ordem de Produção:			Prazo:			Part Number Cliente:		
PEDIDO								
Código cliente		Descrição Cliente				N° Pedido de Venda		
Código item		Descrição				Qtde	Unidade	
MATÉRIA-PRIMA E INSUMOS								
Código Materia-prima		Descrição				unidade	Qtde	
Roteiro de Produção								
Operação	Descrição da Operação	Hr Setup	Hr Plan	Hr Real	Qtde Prod	Paradas	Hr paradas	Qtde Refugo
01	Riscador Impressora							
02	Flexográfica							
03	Corte e Vinco Rotativa							
04	Corte e Vinco Plana							
05	Acabamento							
06	Expedição							
Observações:								

Figura 16 - Ordem de Produção.

Fonte: Autoral

3.1.4 Desafios identificados antes da implementação

Através de entrevistas com a proprietária, identificamos uma série de desafios que impactam o processo produtivo da empresa de cartonagem.

- **Ausência de padronização:** A falta de um sistema de padronização pode resultar na produção de materiais que não atendem às especificações do cliente. Isso pode ser resolvido implementando um sistema PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção) que garanta a consistência dos produtos.
- **Falta de orientação para os operadores:** Os operadores dependem das instruções fornecidas pela proprietária, o que pode levar a inconsistências na produção. A implementação de um manual de operações detalhado pode ajudar a resolver esse problema.
- **Dependência da proprietária para iniciar a produção:** A produção depende da liberação da proprietária, o que pode causar atrasos.
- **Ausência de controle e verificação da matéria-prima:** A falta de um sistema de controle de matéria-prima pode comprometer a qualidade do produto final.
- **Ausência de registros dos processos produtivos:** A falta de registros detalhados dos processos produtivos dificulta a análise e a otimização da produção. A implementação de um sistema de registro de produção pode ajudar a rastrear e melhorar a eficiência da produção.

3.2 Medição da capacidade produtiva

Utilizando manuais e consultas com os fornecedores das máquinas empregadas na operação da empresa, realizamos uma estimativa da capacidade produtiva. Para isso, utilizamos um modelo de caixa maleta como referência para os cálculos de produção.

Essa medição provou ser de extrema importância, pois permitiu que a Ordem de Produção (OP) incluísse o tempo estimado de produção. Isso auxilia na identificação de gargalos operacionais e facilita futuras avaliações. Uma grande discrepância no

tempo de produção pode indicar a necessidade de manutenção ou até mesmo revelar dificuldades na Mão de Obra Direta (MOD).

3.2.1 Medidas para base de cálculo

Com o intuito de calcular a capacidade produtiva de cada equipamento, realizamos uma análise utilizando um pedido frequente na fábrica de cartonagem. Aplicamos uma fórmula específica para determinar se a empresa operava dentro dos limites aceitáveis de produção. A Figura 17 apresenta os dados de demanda, a qual gera os resultados dos cálculos referentes a cada etapa dos processos das máquinas.

INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO				
COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	ALTURA (M)	GRAMATURA (KG)	QUANT. DO PEDIDO
0,500	0,300	0,400	0,350	1500

Figura 17 - Informações para cálculo.

Fonte: Autoral

3.2.2 Cálculo da capacidade dos maquinários

Com o propósito de determinar a capacidade produtiva da empresa, procedemos à segmentação dos cálculos do equipamento, baseando-nos nas informações do fabricante, na experiência da empresária da empresa e em conversas com representantes e empresas do setor. A análise inicial incidiu sobre o riscador, máquina que possui o menor tempo de produção. O projeto realizado é detalhado na Figura 18, considerando os dados apresentados na Figura 17.

RICASDOR				
COMPRIMENTO TOTAL	QUANT. DO PEDIDO	METRAGEM TOTAL (METROS)		
1,650	1500	2475		
METRAGEM TOTAL (METROS)	METRAGEM FABRICADO P/ HORA	TEMPO DE PROD. P/ HORA	TRANSFORMAÇÃO HORAS/MIN	TEM DE PROD. P/ MIN
2475	1850	1,34	60	80

Figura 18 - Riscador.

Fonte: Autoral

A etapa subsequente envolveu o cálculo da Impressora Flexográfica, responsável pelos cortes, vincos e impressões nas caixas, desempenhando um papel crucial no processo industrial. Destaca-se a relevância primordial desta máquina na linha produtiva. A Figura 19 detalha o processo de cálculo, destacando os elementos considerados para a sua realização.

IMPRESSORA				
COMPRIMENTO TOTAL	LARGURA TOTAL	GRAMATURA	GRAMAS P/ CAIXA	
1,650	0,709	0,35	0,409	
PESO FABRICADO P/ HORA	GRAMAS P/ CAIXA	QUANT. PRODUZIDA P/ HORA		
1500,000	0,409	3663		
QUANT. PRODUZIDA P/ HORA	QUANT. MIN P/ 1H	PROD. CAIXAS P/ MIN		
3663	60	61		
QUANT. DO PEDIDO	PROD. CAIXAS P/ MIN	TEMPO DE PROD. P/ MIN	TRANSFORMAÇÃO MIN/HORAS CENTESIMAS	TEM DE PROD. P/ HORAS CENTESIMAS
1500	61	25	60	0,41

Figura 19 - Impressora Flexográfica.

Fonte: Autoral

A próxima máquina denominada como corte e vinco rotativo, responsável pela fabricação de caixas de produção mais exclusivas e acessórios, conforme ilustrado nas Figura 13 e Figura 14. Esta máquina opera com um padrão semelhante à impressora flexográfica, o que implica que o design da capacidade produtiva projetada na Figura 20 segue o mesmo método apresentado na Figura 19.

CORTE E VINCO ROTATIVA				
COMPRIMENTO TOTAL	LARGURA TOTAL	GRAMATURA	GRAMAS P/ CAIXA	
1,650	0,709	0,350	0,409	
PESO FABRICADO P/ HORA	GRAMAS P/ CAIXA	QUANT. PRODUZIDA P/ HORA		
1500,000	0,409	3663		
QUANT. PRODUZIDA P/ HORA	QUANT. MIN P/ 1H	PROD. CAIXAS P/ MIN		
3663	60	61		
QUANT. DO PEDIDO	PROD. CAIXAS P/ MIN	TEMPO DE PROD. P/ MIN	TRANSFORMAÇÃO MIN/HORAS CENTESIMAS	TEM DE PROD. P/ HORAS CENTESIMAS
1500	61	25	60	0,41

Figura 20 - Corte e Vinco Rotativa.

Fonte: Autoral

No departamento de acabamento, não há utilização de maquinário. Portanto, o cálculo da capacidade produtiva foi baseado na média de duas pessoas desempenhando suas funções. Neste setor, as atividades envolvem colagem, amarração em pacotes e o empilhamento em pallets, podendo estes serem estrechados ou não. A Figura 21 detalha o processo de cálculo empregado para essa avaliação.

ACABAMENTO				
QUANT. DO PEDIDO	GRAMAS P/ CAIXA	PESO TOTAL PEDIDO (KG)		
1500	0,409	614		
PESO TOTAL PEDIDO (KG)	BASE PROD. POR KG	TEMPO PROD. POR/ MIN	TRANSFORMAÇÃO MIN/HORAS CENTESIMAS	TEM DE PROD. P/ HORAS CENTESIMAS
614	6,25	98	60	1,64

Figura 21 - Acabamento.

Fonte: Autoral

A avaliação da capacidade produtiva é um instrumento indispensável para a administração eficaz de qualquer organização. No contexto específico da empresa de

embalagens de papelão, a avaliação possibilitou a determinação da capacidade de cada equipamento e fase do processo, desde a produção inicial até o acabamento.

A adoção de um modelo de caixa tipo maleta como referência para os cálculos de produção demonstrou ser uma tática eficiente, possibilitando a inclusão do tempo estimado de produção na Ordem de Produção (OP). Isso facilitou a detecção de gargalos operacionais e a execução de avaliações futuras.

O gargalo produtivo é o ponto de estrangulamento que restringe a capacidade produtiva do sistema como um todo. É a fase do processo que tem a menor capacidade de produção. Com base nos dados de medidas para base de cálculo, identificou-se que a Impressora tem um tempo de produção por hora em horas centesimais de 0,41, o Corte e Vinco Rotativa têm um tempo de produção por hora em horas centesimais de 0,41, o Riscador tem um tempo de produção por minuto de 80, que convertido para horas centesimais é aproximadamente 1,33 e o Acabamento tem um tempo de produção por minuto de 98, que convertido para horas centesimais é 1,64.

Portanto, o gargalo produtivo é a fase de Acabamento, pois é a que possui o maior tempo de produção por hora em horas centesimais (1,64), indicando que é a fase mais lenta do processo produtivo. Isso significa que a capacidade de produção total é limitada pela capacidade de produção desta fase.

A empresa opera 40 horas por semana, o que teoricamente permitiria a produção de cerca de 40,65 lotes semanais. No entanto, devido à impossibilidade de produzir frações de lotes, a capacidade máxima de produção é de 40 lotes por semana.

Atualmente, a empresa está operando com uma eficiência de apenas 2,5% de sua capacidade máxima semanal, pois o pedido atual é de 1500 caixas, que correspondem a um único lote. Isso indica uma grande capacidade ociosa na empresa, sugerindo que ela poderia assumir muito mais trabalho do que atualmente está realizando.

3.3 Identificação da Necessidade de Implementação do Kanban

Buscando alinhar o fluxo produtivo, embasado nos gargalos como: o fluxo ineficiente, a falta de visibilidade, os problemas de qualidade, os leads time longos, a

necessidade de melhoria contínua, a comunicação ineficiente e os ciclos de produção variáveis identificamos que a integração entre o PPCP e o sistema Kanban seria uma opção viável, pois não haveriam grandes custos nesta implementação.

A identificação da necessidade de implementação do Kanban na cartonagem foi um processo crítico que requereu uma abordagem baseada em evidências e análise criteriosa. Ao abordar problemas no fluxo de trabalho, coletar *feedback* dos colaboradores, analisar dados de desempenho, realizar benchmarking, implementar a gestão visual, gerenciar a demanda flutuante, controlar estoques, buscar redução de custos e priorizar a melhoria contínua, a fábrica pode tomar decisões informadas e planejar uma campanha de implementação do Kanban bem-sucedida. A clareza na identificação da necessidade é o primeiro passo essencial para alcançar melhorias significativas na gestão de produção e na eficiência operacional.

3.3.1 Problemas no Fluxo de Trabalho

A análise do fluxo de trabalho revela uma série de problemas que afetam a eficiência e a produtividade. O fluxo ineficiente, a falta de visibilidade, os problemas de qualidade, os *leads time* longos, a necessidade de melhoria contínua, a comunicação ineficiente e os ciclos de produção variáveis são todos fatores que contribuem para a ineficiência do sistema.

O gargalo produtivo, que é o ponto de estrangulamento que restringe a capacidade produtiva do sistema como um todo, foi identificado na fase de Acabamento. Esta fase tem o maior tempo de produção por hora em horas centesimais (1,64), indicando que é a fase mais lenta do processo produtivo. Isso significa que a capacidade de produção total é limitada pela capacidade de produção desta fase.

O gargalo no caso do processo de acabamento, é devido a razões para isso se tornar, como:

- **Capacidade de equipamento:** A máquina de acabamento só pode processar uma quantidade é menor do que a quantidade produzida pelas outras etapas do processo, então a máquina de acabamento se torna um gargalo.

- **Tempo de processamento:** O processo de acabamento é mais demorado do que as outras etapas do processo. Isso pode ser devido à complexidade do processo de acabamento, que envolve várias sub-etapas.
- **Qualidade do acabamento:** Se a qualidade do acabamento não estiver à altura, isso acarreta a retrabalho.

Portanto, para aumentar a produtividade e a capacidade produtiva da indústria, é necessário trabalhar para reduzir ou eliminar os gargalos que estão impondo restrições na produção.

As outras fases do processo, como a Impressora e o Corte e Vinco Rotativa, têm um tempo de produção por hora em horas centesimais de 0,41, enquanto o Riscador tem um tempo de produção de aproximadamente 1,33 por hora em horas centesimais. Esses números indicam que essas fases são mais rápidas em comparação com a fase de Acabamento.

Os processos de corte e vinco rotativo, não chegam a ser um gargalo, mas apresenta tempo inferiores aos demais, que podem ser otimizados, isso ocorre devido a vários fatores, como a complexidade do processo de corte e vinco, pois este processo envolve muitas variáveis, pois os insumos são inúmeros e ainda há a montagem das “formas”, ou clichês metálicos, que é manual.

Esses problemas levaram à consideração da implementação do sistema Kanban como ferramenta auxiliar do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP). O Kanban pode ajudar a melhorar a visibilidade do fluxo de trabalho, reduzir os *leads time*, melhorar a qualidade, facilitar a comunicação e tornar os ciclos de produção mais previsíveis.

3.3.2 Entrevistas e Feedback dos Colaboradores

Com base nas entrevistas realizadas com os colaboradores da empresa, foi possível identificar uma série de desafios e obstáculos que são enfrentados no dia a dia. Os colaboradores ofereceram insights únicos sobre as deficiências do sistema atual, fornecendo uma visão interna das operações. Os desafios identificados são:

- **Limitação de trabalhos paralelos:** Devido ao número limitado de colaboradores, muitas vezes eles são obrigados a realizar múltiplas atividades simultaneamente. Isso pode levar a erros e, conseqüentemente, a retrabalho.
- **Necessidade de investimento em treinamento dos colaboradores:** Há uma necessidade particular de investir em treinamentos periódicos para os colaboradores responsáveis pelo acabamento. Isso é essencial para garantir a segurança, a qualidade e a produtividade do trabalho. Além disso, é importante incentivar os colaboradores a dar sugestões de melhoria e a participar de programas de reconhecimento e recompensa.
- **Dimensão das embalagens não padronizadas:** A falta de padronização muitas vezes impede o aproveitamento máximo do material disponível, acarretando no desperdício de matéria prima.
- **Dificuldade no processo de dimensionamento dos produtos:** A ausência de um local de fácil acesso para verificar se as dimensões dos materiais produzidos resultam em erros na dimensão dos produtos produzidos, levando ao descarte desnecessário de matéria-prima.

3.3.3 Gestão Visual

A implementação de um sistema de gestão visual, como o Kanban, em uma fábrica de cartonagem pode ser uma solução eficaz para alguns dos problemas anteriormente apontados.

O Kanban é um sistema de gestão visual que permite aos colaboradores acompanhar facilmente o status das ordens de produção e identificar gargalos. Isso é vital para a eficácia operacional. Na ausência de um sistema de gestão visual eficaz, os colaboradores podem ter dificuldade em acompanhar o progresso do trabalho, o que pode levar a erros e retrabalho.

Em relação aos desafios identificados anteriormente, o Kanban pode oferecer as seguintes soluções:

- **Limitação de trabalhos paralelos:** O Kanban permite uma visualização clara do fluxo de trabalho, ajudando a identificar e limitar o trabalho em progresso.

Isso pode reduzir a necessidade de os colaboradores realizarem várias atividades simultaneamente, diminuindo a probabilidade de erros e retrabalho.

- **Necessidade de investimento em treinamento dos colaboradores:** O Kanban é um sistema intuitivo que requer pouco treinamento para ser utilizado eficazmente. Além disso, pode servir como uma ferramenta de treinamento, ajudando os colaboradores a entender melhor o fluxo de trabalho e a identificar áreas de melhoria.
- **Dificuldade no processo de dimensionamento dos produtos:** Com o Kanban, cada etapa do processo de produção é claramente identificada, facilitando a verificação e a identificação de erros no dimensionamento dos produtos.

Portanto, a implementação do sistema Kanban pode ser uma estratégia eficaz para superar os desafios enfrentados na fábrica de cartonagem. Ele pode melhorar a eficiência operacional, reduzir erros e retrabalho, e promover um ambiente de trabalho mais produtivo e harmonioso.

3.3.4 Demanda Flutuante

O Kanban pode ser uma ferramenta extremamente útil para lidar com as demandas flutuantes em uma empresa que trabalha com produtos sob medida. Dada a natureza imprevisível do fluxo de trabalho, o Kanban permite ajustar a produção de acordo com a demanda real, o que evita desperdícios e maximiza a eficiência.

Em relação aos desafios anteriormente apontados, o Kanban pode oferecer soluções significativas:

- **Dificuldade no processo de dimensionamento dos produtos:** O Kanban, ao proporcionar uma visão clara do fluxo de trabalho, pode ajudar a identificar e corrigir erros no dimensionamento dos produtos em tempo real. Isso pode minimizar o descarte desnecessário de matéria-prima e garantir que os produtos atendam às especificações corretas.

Portanto, a implementação do sistema Kanban pode ser uma estratégia eficaz para superar esses desafios, melhorando a eficiência operacional e reduzindo a necessidade de retrabalho e treinamento extensivo.

3.3.5 Necessidade de Redução de Custos

A necessidade de redução de custos é uma preocupação constante para qualquer empresa, e a implementação do sistema Kanban pode ser uma estratégia eficaz para atingir esse objetivo em uma fábrica de cartonagem.

O Kanban é um sistema de gestão visual que permite otimizar os processos de produção, minimizando desperdícios e melhorando a eficiência. Ele oferece uma visão clara do fluxo de trabalho, permitindo que a produção seja ajustada de acordo com a demanda real. Isso evita a produção excessiva e o consequente desperdício de recursos, o que pode levar a uma redução significativa dos custos operacionais.

Além disso, o Kanban pode ajudar a minimizar os erros identificados anteriormente na fábrica de cartonagem. Por exemplo, ele pode auxiliar na identificação e correção de erros no dimensionamento dos produtos em tempo real, evitando o descarte desnecessário de matéria-prima. Também pode reduzir a necessidade de retrabalho, economizando tempo e recursos.

Portanto, a implementação do sistema Kanban pode ser uma estratégia eficaz para a redução de custos na fábrica de cartonagem, ao mesmo tempo que melhora a eficiência operacional e minimiza os erros.

4. IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA KANBAN

A implementação do sistema Kanban na fábrica de cartonagem demanda um processo complexo, que exige planejamento meticuloso e total engajamento organizacional. Para conduzir efetivamente essa implantação, foi essencial seguir uma estrutura abrangente, que inclui uma série de etapas, tais como identificação da necessidade de mudança, envolvimento da alta direção, formação da equipe de implementação, mapeamento do processo atual, design do quadro Kanban, definição das etapas do Kanban, treinamento dos colaboradores, implementação gradual, monitoramento e melhoria contínua, comunicação e engajamento dos funcionários, e

4.1 Identificação da Necessidade de Mudança

O primeiro estágio do processo envolveu a identificação da necessidade de implementar o sistema Kanban, conforme delineado na seção "Identificação da Necessidade de Implementação do Kanban". Esta etapa crucial envolveu uma análise detalhada dos problemas existentes, incluindo interrupções no fluxo de trabalho, atrasos na produção, excesso de estoque e descarte de matéria-prima devido a erros no processo produtivo, como a dimensionalização incorreta. A identificação dessas necessidades emergiu como um componente fundamental para justificar a transição para o sistema Kanban.

4.2 Definição de Objetivos

No processo de estabelecimento de objetivos, destacamos um ponto crucial: o aumento da eficiência operacional. É essencial definir metas claras e mensuráveis para a campanha de implementação do Kanban. No entanto, devido à ausência de estudos nacionais e internacionais realizados em fábricas de cartonagem com a implementação do Kanban, não foi possível utilizar estudos prévios para mensurar tais dados, tornando este estudo pioneiro neste setor.

A eficiência do fluxo de uma empresa padrão é de cerca de 15%, o que significa que o trabalho normalmente passa 85% do seu ciclo ocioso (VACANTI, 2015). Algumas causas desta espera são mais facilmente remediadas do que outras. Às

vezes, podemos simplesmente parar de fazer escolhas que implicam tempo de espera e, outras vezes, precisamos da ajuda de outros departamentos ou organizações para resolver os problemas (ANDERSON, 2015; WESTER, 2016).

A eficiência do fluxo de trabalho é um indicador essencial para qualquer organização, pois permite a avaliação da capacidade produtiva e a identificação de possíveis gargalos.

Atualmente, a empresa está operando com uma eficiência de apenas 2,5% de sua capacidade máxima semanal, pois o pedido atual é de 1500 caixas, correspondendo a um único lote. Isso indica uma grande capacidade ociosa na empresa, sugerindo que ela poderia assumir muito mais trabalho do que atualmente está realizando.

Para melhorar a eficiência do fluxo de trabalho, a empresa poderia considerar aumentar a quantidade de trabalho ou otimizar o processo de Acabamento para reduzir o tempo de produção. Ambas as estratégias poderiam ajudar a empresa a aproveitar melhor sua capacidade produtiva e aumentar sua eficiência.

A implementação do Kanban surge como uma estratégia para aumentar a eficiência. Embora atingir um valor de eficiência de 15%, ou seja, cerca de 6 vezes superior ao atual, improvável. O objetivo com a implementação do Kanban não é necessariamente aumentar esse valor da eficiência, mas sim reduzir o tempo de produção por minuto do Acabamento em 20%. Isso contribuiria para a redução do gargalo existente e a melhoria da eficiência do fluxo de trabalho. Portanto, os parâmetros utilizados são baseados em estudos de outros setores, mas são aplicados aqui como métricas, levando em consideração as limitações específicas de cada setor.

4.3 Comprometimento da Alta Direção

O comprometimento da alta direção é fundamental para o sucesso da implementação do Kanban. Este compromisso envolve a compreensão dos benefícios potenciais da mudança e a garantia do apoio financeiro e organizacional necessário para a sua implementação.

A transição para o Kanban pode apresentar desafios durante o processo de adaptação, exigindo resiliência e determinação da diretoria. No entanto, após este período de adaptação, os resultados positivos começam a surgir. O Kanban é um método de fácil aplicação que proporciona resultados rápidos.

No entanto, é importante notar que os resultados podem variar dependendo de vários fatores. Estes incluem o estado atual dos processos de trabalho, a complexidade das tarefas, o grau de aderência da equipe ao sistema Kanban e planejamento são realizadas. Portanto, o comprometimento da alta direção não apenas facilita a implementação do Kanban, mas também desempenha um papel crucial na maximização de sua eficácia.

4.4 Análise de Custos e Recursos

Uma avaliação meticulosa dos recursos necessários para a implementação do sistema Kanban foi realizada. Esta avaliação incluiu os materiais necessários para a montagem do quadro Kanban. A Tabela 2 a seguir apresenta um resumo dos custos associados a cada item:

Tabela 2 - Tabela De Custos Para Implementação Do Kanban

TABELA DE CUSTOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO KANBAN			
Item	Quant.	Valor Un.	Valor Total
Quadro De Aviso E Gestão	1	R\$ 214,23	R\$ 214,23
Display Acrílico Tam. A4	4	R\$ 15,99	R\$ 63,96
Porta Folhetos Modelo A6	6	R\$ 20,00	R\$ 120,00
Caneta Para Quadro Branco Com 4 Pinceis + Apagador	2	R\$ 35,90	R\$ 71,80
			R\$ 469,99

Fonte: Autoral

Portanto, o custo total estimado para a implementação do sistema Kanban nesta empresa de cartonagem é de R\$ 469,99. Este investimento inicial é crucial para a melhoria da eficiência do fluxo de trabalho e a otimização dos processos produtivos.

4.5 Mapeamento do Processo de Produção

O mapeamento do processo de produção da empresa de cartonagem, desde o recebimento do pedido até a entrega ao cliente, pode ser avaliado na Figura 22, pode ser descrito da seguinte maneira:

- I. **Recebimento do Pedido:** A empresa recebe um pedido do cliente. Este pedido especifica a quantidade e as características das caixas de papelão ondulado que o cliente deseja.
- II. **Recepção da Matéria-Prima:** A matéria-prima, o papelão ondulado, é recebida e armazenada.
- III. **Riscador:** A primeira máquina envolvida no processo é o riscador. Esta máquina, que possui o menor tempo de produção, inicia a transformação do papelão ondulado em caixas.
- IV. **Impressora Flexográfica:** A Impressora Flexográfica é responsável pelos cortes, vincos e impressões nas caixas, desempenhando um papel crucial no processo industrial.
- V. **Corte e Vinco rotativo:** A próxima máquina é o corte e vinco rotativo. Esta máquina é responsável pela fabricação de caixas de produção mais exclusivas e acessórios.
- VI. **Acabamento:** Finalmente, chegamos ao departamento de acabamento. Nesta etapa, não há utilização de maquinário. As atividades neste setor envolvem colagem, amarração em pacotes e o empilhamento em pallets, que podem ser estrechados ou não.
- VII. **Entrega ao Cliente:** Após a fase de acabamento, as caixas estão prontas para serem enviadas aos clientes.

Este é o fluxo do processo produtivo de uma empresa de cartonagem, desde o recebimento do pedido até a entrega ao cliente. Cada etapa é crucial para garantir que o produto final atenda às especificações do pedido e seja entregue ao cliente de maneira eficiente e eficaz.

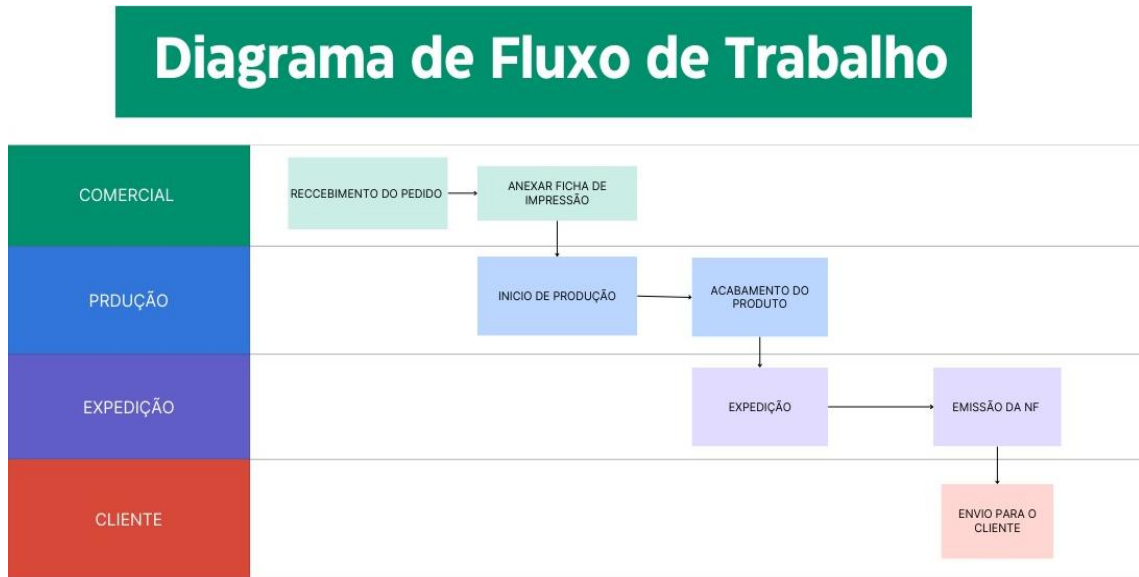


Figura 22 – Diagrama de fluxo de trabalho.

Fonte: Autoral

4.6 Projeto do Quadro Kanban

O desenvolvimento do quadro Kanban de gestão à vista é uma etapa crítica. O quadro deve ser claro e fácil de entender, com seções para diferentes etapas do processo de produção. A proposta do quadro Kanban a ser implementado está representada na Figura 22.




To do	In Progress		Done
Encomenda	Fabricação das embalagens	Acabamento das embalagens	Expedição
N° Pedido: Descrição: Dimensões (mm): Quant.: Inform. Adic.: 	N° Pedido: Descrição: Dimensões (mm): Quant.: Inform. Adic.: 		N° Pedido: Descrição: Dimensões (mm): Quant.: Inform. Adic.: 

Figura 22 – Proposta do Quadro Kanban.

Fonte: Autoral

4.7 Definição das Etapas do Kanban

As etapas do Kanban devem ser claramente definidas, alinhadas com o processo específico da fábrica de cartonagem. Isso pode incluir etapas como "Encomenda", "Fabricação da embalagem", "Acabamento da embalagem" e "Expedição".

4.8 Treinamento dos Colaboradores

A capacitação dos colaboradores é fundamental. Treinamentos devem ser realizados para ensinar como usar o sistema Kanban, incluindo o registro de informações no quadro e a movimentação das ordens de produção entre as etapas.

Treinamentos abrangentes devem ser realizados para todos os colaboradores envolvidos na implementação. Garantir que eles compreendam completamente como usar o Kanban em suas tarefas é fundamental.

4.9 Acompanhamento e Melhoria Contínua

Um processo de acompanhamento e revisão regular do sistema Kanban deve ser estabelecido. Métricas e indicadores-chave de desempenho devem ser usados para avaliar a eficácia do sistema e fazer melhorias conforme necessário.

4.10 Comunicação e Envolvimento dos Colaboradores

A comunicação aberta com os colaboradores é essencial. Deve-se incentivar o envolvimento dos colaboradores na identificação de problemas e sugestões de melhoria ao longo do processo.

4.11 Avaliação dos Resultados

Após a implementação completa, é fundamental avaliar os resultados em relação aos objetivos estabelecidos, como a redução de estoques, melhoria do *lead time* e aumento da eficiência.

5. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA KANBAN

A eficiência no processo de produção é crucial para atender às demandas do mercado e garantir a qualidade das embalagens. Nesse sentido, a introdução de um sistema Kanban se apresenta como uma estratégia eficaz para aprimorar o fluxo de trabalho e reduzir custos. A proposta do modelo do quadro Kanban destinado à aplicação na fábrica de cartonagem está representado na , tendo sido desenvolvido e implementado na empresa conforme ilustrado na Figura 23.

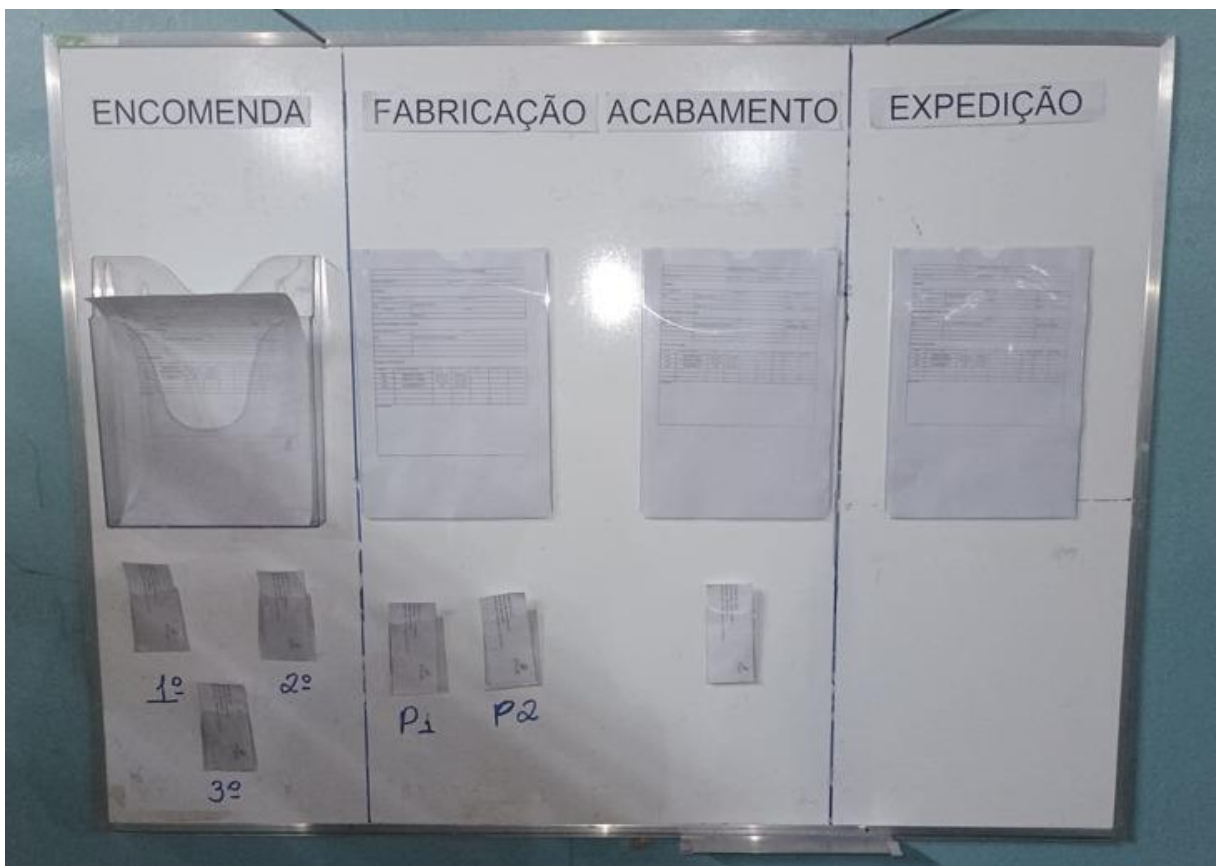


Figura 23 - Quadro Kanban na fábrica de cartonagem.

Fonte: Autoral

5.1 Recebimento do Pedido (*To Do*)

A primeira etapa do processo de produção de embalagens de papel ondulado é a coleta do pedido. Tradicionalmente, os pedidos eram registrados manualmente, o que gerava atrasos e erros na comunicação. Com a implementação do Kanban, foi

possível o acompanhamento de forma visual e em tempo real, o que facilitou a comunicação entre os setores diminuindo os gargalos.

5.2 Fazendo (*In Progress*)

5.2.1 Fabricação das embalagens

Na primeira etapa do processo de produção, o desafio era ajustar as medidas das chapas de papel variadas de acordo com as necessidades do pedido. Antes da implementação do Kanban, esse ajuste era feito de forma manual, exigindo tempo e recursos significativos. Com a introdução do Kanban, foi implementado um sistema de cartões que continham as especificações de cada pedido, incluindo as medidas das chapas de papel.

Com uma nova demanda, um cartão foi retirado do quadro Kanban, impõe a necessidade de ajustar as máquinas para medidas específicas. Isso permitiu um controle mais preciso e ágil, reduzindo o tempo de configuração e eliminando ajustes desnecessários. Como resultado, a primeira etapa do processo se tornou mais eficiente e flexível.

Com o sistema Kanban, cada cartão do Kanban representava um pedido específico, e a produção era iniciada somente quando um novo cartão era retirado do quadro. Isso determinou o estoque em processo, melhorou a programação da produção e permitiu uma resposta mais rápida a mudanças nas demandas dos clientes.

5.2.2 Acabamento das embalagens

O processo envolve o acabamento das embalagens, incluindo o fechamento das caixas e a contagem das unidades por pacote. Antes da implementação do Kanban, essa etapa muitas vezes resultou em atrasos devido à falta de sincronização com as etapas anteriores.

Com a introdução do Kanban, as embalagens foram entregues na terceira etapa conforme a demanda real, evitando o acúmulo de produtos semiacabados. Além

disso, os cartões Kanban continham informações precisas sobre a quantidade de embalagens por pacote, o que facilitava o controle de qualidade e reduzia erros de contagem.

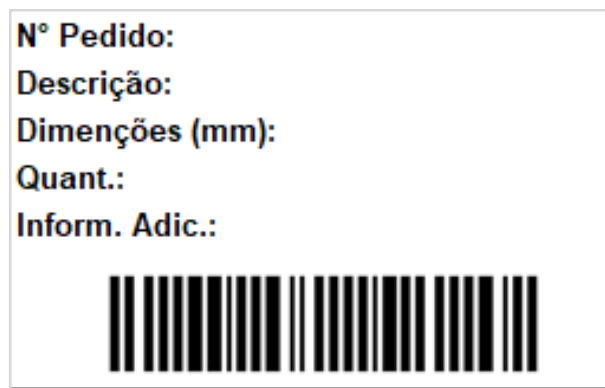
5.3 Expedição (*Done*)

A última etapa do processo é a expedição das embalagens para os clientes. Antes do Kanban, a falta de progressão entre as etapas anteriores resultava em atrasos na entrega e insatisfação dos clientes.

Com a implementação do Kanban, a expedição passou a ser mais eficiente, uma vez que os produtos foram finalizados e entregues de acordo com a demanda real. Isso melhorou a pontualidade das entregas e a satisfação dos clientes, fortalecendo a confiança da fábrica de cartonagem no mercado.

6. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE FICHAS KANBAN

Em um ambiente de produção, uma gestão eficiente é essencial para otimizar o processo e minimizar desperdícios. O sistema Kanban é uma metodologia de gestão que se baseia em cartões visuais para controlar o fluxo de produção. As fichas Kanban são parte integrante desse sistema, contendo informações críticas que orientam a produção de forma eficaz. Conforme apresentado na Figura 24.



N° Pedido:
Descrição:
Dimensões (mm):
Quant.:
Inform. Adic.:

Um código de barras está localizado na parte inferior da ficha.

Figura 24 - Ficha do Kanban.

Fonte: Autoral

6.1 Número do Pedido

O número do pedido é uma das informações mais cruciais em uma ficha Kanban. Ele identifica exclusivamente cada pedido feito pelo cliente. Isso permite rastrear os pedidos desde a coleta até a entrega e facilitar a comunicação entre todos os departamentos envolvidos na produção. O número do pedido é a âncora que liga todas as informações relacionadas a um pedido específico.

6.2 Descrição

A descrição é uma breve explicação do que está sendo produzido. Ela fornece aos trabalhadores informações claras sobre o tipo ou modelo do produto em produção. Isso é fundamental para garantir que uma equipe produza o produto correto, especialmente em ambientes com uma variedade de produtos diferentes.

6.3 Dimensões

As dimensões são detalhes específicos sobre o tamanho do produto. As dimensões podem incluir comprimento, largura, altura, diâmetro, entre outros. Ter essas informações na ficha Kanban garante que a equipe de produção esteja ciente das medidas exatas que o produto deve ter, diminuindo o risco de erros.

6.4 Quantidade

A quantidade é o número de unidades que devem ser produzidas para atender ao pedido. Isso é fundamental para evitar sub ou superprodução. Ter a quantidade correta na ficha Kanban ajuda a equipe a manter o controle sobre a produção e a programar o fluxo de trabalho de acordo com a demanda.

6.5 Informações Adicionais

As informações adicionais podem variar dependendo das necessidades da empresa e do produto em questão. Eles podem incluir informações como materiais específicos a serem usados, instruções especiais de produção, prazos de entrega prioritários, entre outros. Essas informações são fundamentais para garantir que a produção seja feita de acordo com as especificações do cliente.

6.6 Número de cartões Kanbans

Para calcular o número de cartões Kanban em uma empresa de cartonagem, é necessário considerar a equação 3 e os dados fornecidos, conforme mencionado anteriormente. Os dados necessários para este cálculo são:

- **D – Demanda:** A demanda refere-se à quantidade do pedido, que, neste caso, é de 1500 caixas;
- **T – Lead time:** O lead time é o tempo necessário para completar todo o processo de produção. No cenário atual, a etapa de Acabamento é o gargalo

produtivo, com o maior tempo de produção de 1,64 horas centesimais, ou aproximadamente 0,984 horas normais. Portanto, o *lead time* é de aproximadamente 0,984 horas por lote.

- **C – Capacidade dos equipamentos:** A capacidade dos equipamentos é determinada pela etapa do processo com a menor capacidade de produção, que é o gargalo produtivo. No cenário atual, a etapa de Acabamento é o gargalo produtivo. Portanto, a capacidade dos equipamentos é de produzir um lote em aproximadamente 0,984 horas. Considerando que a empresa opera 40 horas por semana, a capacidade máxima de produção é de aproximadamente 40 lotes por semana.
- **X – Fator de segurança:** O fator de segurança é de 20%.

Esses parâmetros são essenciais para calcular o número de cartões Kanban necessários para otimizar a produção.

Com base nos cálculos realizados, o número de cartões Kanban necessários para a empresa de cartonagem é aproximadamente 44,4. No entanto, como não podemos ter uma fração de um cartão Kanban, arredondamos esse número para o inteiro mais próximo. Portanto, a empresa de cartonagem precisará de 45 cartões Kanban para otimizar sua produção. Este número de cartões ajudará a empresa a atender à demanda semanal de 1500 caixas, considerando o tempo de produção e a capacidade dos equipamentos. Além disso, um fator de segurança de 20% foi incluído no cálculo para acomodar variações na demanda ou atrasos na produção.

6.7 Lei de Little

A Lei de Little é uma fórmula fundamental na teoria das filas que relaciona o número médio de itens em processo na fila de produção (WIP), a velocidade média com que as tarefas são finalizadas (R) e o tempo médio que corresponde à duração que uma tarefa leva para ser concluída na produção (TC). A fórmula é expressa na equação 4.

Dado que:

- A velocidade com que as tarefas são finalizadas (R) é de aproximadamente 1,02 tarefas por hora.
- O tempo de ciclo (TC) é de aproximadamente 0,984 horas por tarefa.

Portanto, o WIP da empresa de cartonagem é de aproximadamente 1,004 tarefas. Isso significa que, em média, há cerca de 1 tarefa em processo na empresa a qualquer momento.

7. Resultados

Baseado nos dados encontrados, a implementação de um sistema Kanban em uma empresa de cartonagem pode ser impactada de várias maneiras.

Primeiramente, o trabalho em processo (WIP), que é de aproximadamente 1,004 tarefas, indica que, em média, há cerca de 1 tarefa em processo na empresa a qualquer momento. Isso é um indicativo de que a empresa tem uma boa gestão de fluxo de trabalho, pois não há um acúmulo excessivo de tarefas em processo. No sistema Kanban, é importante limitar o WIP para evitar sobrecarga e garantir um fluxo suave de trabalho.

A velocidade com que as tarefas são finalizadas (R) é de aproximadamente 1,02 tarefas por hora. Isso sugere que a empresa tem uma taxa de produção estável. No entanto, no sistema Kanban, é crucial monitorar continuamente essa taxa para identificar quaisquer gargalos e tomar medidas corretivas.

O tempo de ciclo (TC) é de aproximadamente 0,984 horas por tarefa. Isso é um indicativo do tempo que uma tarefa leva para passar por todo o processo de produção. No sistema Kanban, reduzir o tempo de ciclo pode resultar em maior eficiência e produtividade.

A empresa está operando com uma eficiência de apenas 2,5% de sua capacidade máxima semanal, pois o pedido atual é de 1.500 caixas, que correspondem a um único lote. Isso indica uma grande capacidade ociosa na empresa, sugerindo que ela poderia assumir muito mais trabalho do que atualmente está realizando.

Assim, esses não são os desafios encontrados a serem sanados. Entretanto existe um outro desafio, que é o gargalo produzido pelo processo de acabamento.

7.1 Resultados Qualitativos

- **Maior engajamento dos colaboradores:** A aplicação do Kanban facilita a comunicação entre os diferentes processos de produção, resultando em um maior envolvimento dos colaboradores.

- **Melhoria na verificação da matéria-prima e do produto final:** As especificações do material tornam-se mais visíveis, permitindo uma melhor verificação tanto da matéria-prima quanto do produto final.
- **Maior confiança dos operadores nos setups e operações:** Os operadores conseguem ler e interpretar as necessidades do cliente conforme informado no cartão do Kanban, o que aumenta a sua confiança nos setups e operações.
- **Maior autonomia da fábrica:** A proprietária consegue se ausentar do chão de fábrica, tendo a possibilidade de analisar os apontamentos e relatórios para futuras tomadas de decisões.

7.2 Resultados Da Implementação Dos Cartões Kanban

A implementação dos 45 cartões Kanban na fábrica de cartonagem trouxe uma série de benefícios para a eficiência e produtividade da produção. Os cartões Kanban atuam como um sistema de sinalização visual que controla a produção e o fluxo de materiais. Cada cartão representa um lote de produção específico, neste caso, correlacionado com a demanda existente.

Com os cartões Kanban em circulação, a fábrica pode garantir que a produção seja ajustada para atender exatamente à demanda, minimizando o excesso de produção e o desperdício. Além disso, o uso de cartões Kanban ajudaram a identificar os gargalos no processo de produção, que é a etapa de Acabamento. Ao monitorar o fluxo de cartões Kanban, a fábrica pode identificar onde os atrasos de maneira visual estão ocorrendo.

Com a implementação do sistema Kanban ajudou a mitigar os desafios identificados na empresa de cartonagem, descritos no item Desafios identificados antes da implementação.

- **Ausência de padronização:** O Kanban, por sua natureza, é um sistema de padronização. Cada cartão Kanban representava uma tarefa específica que deveria ser realizada de acordo com as especificações definidas. Isso garantiu que todos os produtos fossem consistentes e atendessem às especificações do cliente.

- **Falta de orientação para os operadores:** Os cartões Kanban forneceram instruções claras e concisas para os operadores sobre o que precisava ser feito. Isso reduziu a dependência das instruções fornecidas pela proprietária e garantiu a consistência na produção.
- **Dependência da proprietária para iniciar a produção:** Com o sistema Kanban, a produção foi iniciada com base na demanda do cliente, e não na liberação da proprietária. Isso ajudou a evitar atrasos na produção.
- **Ausência de controle e verificação da matéria-prima:** O sistema Kanban foi usado para controlar o fluxo de matéria-prima. Cada cartão Kanban representava uma quantidade específica de matéria-prima necessária para a produção. Isso garantiu que a matéria-prima fosse verificada e controlada de maneira eficaz.
- **Ausência de registros dos processos produtivos:** O sistema Kanban forneceu um registro visual dos processos produtivos. Cada cartão Kanban movido ao longo do quadro Kanban representava uma etapa concluída no processo de produção. Isso facilitou a análise e a otimização da produção.

Portanto, a implementação do sistema Kanban ajudou a resolver os desafios identificados e melhorou a eficiência e a qualidade da produção.

7.3 Resultados Quantitativos

Após a implementação do sistema Kanban em uma empresa de cartonagem, os principais impactos podem ser observados nos seguintes aspectos:

Na impressora o tempo de produção por minuto diminuiu de 25 para 24,6 minutos, resultando em um aumento na eficiência da produção, como representado na Figura 25.

IMPRESSORA				
COMPRIMENTO TOTAL	LARGURA TOTAL	GRAMATURA	GRAMAS P/ CAIXA	
1,650	0,709	0,35	0,409	
PESO FABRICADO P/ HORA	GRAMAS P/ CAIXA	QUANT. PRODUZIDA P/ HORA		
1500,000	0,409	3663		
QUANT. PRODUZIDA P/ HORA	QUANT. MIN P/ 1H	PROD. CAIXAS P/ MIN		
3663	60	61		
QUANT. DO PEDIDO	PROD. CAIXAS P/ MIN	TEMPO DE PROD. P/ MIN	TRANSFORMAÇÃO MIN/HORAS CENTESIMAS	TEM DE PROD. P/ HORAS CENTESIMAS
1500	61	24,6	60	0,41

Figura 25 - Impressora Flexográfica após o Kanban.

Fonte: Autoral

No sistema de corte e vinco rotativa, o tempo de produção por minuto permaneceu o mesmo, indicando que a implementação do sistema Kanban não teve impacto nesta etapa do processo, como representado na Figura 26.

CORTE E VINCO ROTATIVA				
COMPRIMENTO TOTAL	LARGURA TOTAL	GRAMATURA	GRAMAS P/ CAIXA	
1,650	0,709	0,350	0,409	
PESO FABRICADO P/ HORA	GRAMAS P/ CAIXA	QUANT. PRODUZIDA P/ HORA		
1500,000	0,409	3663		
QUANT. PRODUZIDA P/ HORA	QUANT. MIN P/ 1H	PROD. CAIXAS P/ MIN		
3663	60	61		
QUANT. DO PEDIDO	PROD. CAIXAS P/ MIN	TEMPO DE PROD. P/ MIN	TRANSFORMAÇÃO MIN/HORAS CENTESIMAS	TEM DE PROD. P/ HORAS CENTESIMAS
1500	61	25	60	0,41

Figura 26 - Corte e vinco rotativa após o Kanban.

Fonte: Autoral.

O riscador, após a implementação do Kanban, o tempo de produção por minuto diminuiu de 80 para 69 minutos, resultando em um aumento significativo na eficiência

da produção, conforme representado na Figura 27. Isso representa uma melhoria de aproximadamente 14% na eficiência do processo do Riscador.

RICASDOR				
COMPRIMENTO TOTAL	QUANT. DO PEDIDO	METRAGEM TOTAL (METROS)		
1,650	1500	2475		
METRAGEM TOTAL (METROS)	METRAGEM FABRICADO P/ HORA	TEMPO DE PROD. P/ HORA	TRANSFORMAÇÃO HORAS/MIN	TEM DE PROD. P/ MIN
2475	2146	1,15	60	69

Figura 27 – Riscador após o Kanban.

Fonte: Autoral.

Por fim, no acabamento, o tempo de produção por minuto diminuiu de 98 para 85 minutos, resultando em um aumento na eficiência da produção após a implementação do Kanban, conforme representado na Figura 28. Isso representa uma melhoria de aproximadamente 13% na eficiência do processo de Acabamento.

ACABAMENTO				
QUANT. DO PEDIDO	GRAMAS P/ CAIXA	PESO TOTAL PEDIDO (KG)		
1500	0,409	614		
PESO TOTAL PEDIDO (KG)	BASE PROD. POR KG	TEMPO PROD. POR/ MIN	TRANSFORMAÇÃO MIN/HORAS CENTESIMAS	TEM DE PROD. P/ HORAS CENTESIMAS
614	7,25	85	60	1,41

Figura 28 – Acabamento após o Kanban.

Fonte: Autoral.

Em resumo, a implementação do sistema Kanban resultou em uma melhoria geral na eficiência do processo de produção, com reduções significativas no tempo de produção em várias etapas do processo. Isso sugere que a empresa agora é capaz de produzir mais caixas em menos tempo, melhorando assim a sua capacidade de atender à demanda dos clientes de forma mais eficaz e eficiente. Além disso, a redução do tempo de produção na etapa de Acabamento, que era anteriormente o

gargalo produtivo, pode ter um impacto significativo na capacidade total de produção da empresa. Portanto, a implementação do sistema Kanban provou ser uma estratégia eficaz para melhorar a eficiência do processo de produção nesta empresa de cartonagem.

8. CONCLUSÃO

Este estudo destacou a importância do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) e, em particular, do sistema Kanban na otimização da produção na fábrica de cartonagem. O Kanban, como um componente essencial do PPCP, desempenhou um papel crucial na melhoria do fluxo de trabalho, proporcionando benefícios significativos para a fábrica de cartonagem.

A metodologia quantitativa utilizada, que incluiu visitas técnicas, entrevistas e a implementação prática de estratégias, provou ser eficaz na coleta e análise de dados. Os desafios enfrentados pela fábrica de cartonagem, como a redução de custos operacionais, a otimização de recursos e a melhoria do tempo de resposta ao mercado, foram efetivamente abordados através da implementação do PPCP e do sistema Kanban.

A análise da capacidade produtiva revelou-se uma ferramenta vital para uma gestão eficiente em qualquer empresa. Especificamente para esta fábrica de cartonagem, essa análise forneceu detalhes precisos sobre a capacidade de cada máquina e etapa do processo, desde a produção inicial até o acabamento. A segmentação dos cálculos por equipamento, com base em informações do fabricante, na experiência empresarial e em consultas ao setor, foi fundamental para determinar a capacidade produtiva. Ao identificar possíveis obstáculos e aprimorar a gestão dos processos, essa avaliação tornou-se essencial para fortalecer a competitividade da empresa no mercado.

A implementação do sistema Kanban na fábrica de cartonagem resultou em melhorias significativas na eficiência dos processos de produção, particularmente nas etapas de Acabamento e Riscador. Especificamente, houve uma melhoria de aproximadamente 13% na eficiência do processo de Acabamento e de aproximadamente 14% na eficiência do processo do Riscador. Essas melhorias na eficiência significam que a empresa agora é capaz de produzir mais caixas em menos tempo, o que, por sua vez, melhora a capacidade da empresa de atender à demanda dos clientes de forma mais eficaz e eficiente.

Além disso, a redução do tempo de produção na etapa de Acabamento, que era anteriormente o gargalo produtivo, pode ter um impacto significativo na capacidade total de produção da empresa. Isso sugere que a empresa agora tem uma maior

flexibilidade para lidar com flutuações na demanda e pode potencialmente assumir mais trabalho do que antes.

A implementação do sistema Kanban também ajudou a empresa a identificar e lidar com o gargalo produtivo, que era a etapa de Acabamento. Ao reduzir o tempo de produção nesta etapa, a empresa conseguiu aumentar sua capacidade total de produção.

Em conclusão, a implementação do sistema Kanban teve um impacto positivo significativo na eficiência do fluxo de trabalho na fábrica de cartonagem. Através da otimização dos processos de produção e da identificação e tratamento eficaz dos gargalos produtivos, a empresa agora é capaz de operar de forma mais eficiente e eficaz. Isso não só melhora a capacidade da empresa de atender à demanda dos clientes, mas também pode levar a melhorias na rentabilidade e no crescimento a longo prazo. Portanto, a implementação do sistema Kanban provou ser uma estratégia eficaz para melhorar a eficiência do fluxo de trabalho nesta fábrica de cartonagem. A implementação bem-sucedida do sistema Kanban nesta fábrica de cartonagem serve como um exemplo valioso para outras empresas que buscam melhorar a eficiência de seus processos de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES,. Entenda o que é e como funciona o método Kanban. **Rock Content**, 15 jan. 2018. Disponível em: <<https://rockcontent.com/br/blog/kanban/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

ADOBE TEAM. Kanban — a complete beginner's guide, 08 maio 2022. Disponível em: <<https://business.adobe.com/blog/basics/what-is-kanban>>. Acesso em: 08 out. 2023.

ANDERSON, D. Low Flow Efficiency - Resist Temptation to Design Out Waste. **Martin Aspeli's Agile**, 2 out. 2015. Disponível em: <<https://agile.martinaspeli.net/low-flow-efficiency-resist-temptation-to-design-out-waste/>>. Acesso em: 03 dez. 2023.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2019.

BERKLEY, B. J. A REVIEW OF THE KANBAN PRODUCTION CONTROL RESEARCH LITERATURE. **Production and Operations Management** , 1, n. 4, dez. 1992. 393-411. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.1992.tb00004.x>>.

BHASKAR, S. What is Kanban? A Beginner's Guide! **NimbleWork**, 14 ago. 2023. Disponível em: <<https://www.nimblework.com/kanban/what-is-kanban/>>. Acesso em: 08 out. 2023.

BORGES, J. P. V. et al. Planejamento e controle da produção de uma indústria de cataventos apoiado pelo Gráfico de Gantt: um estudo de caso. **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Salvador, out. 2013. 16.

BRAGA, F. A. S.; ANDRADE, J. H. Planejamento e controle da produção: relato do processo de implantação e uso de um sistema de apontamento da produção. **XXXII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Bento Gonçalves, 2012.

CASONATTO, L. **Integração de Técnicas de Previsão de Demanda e Controle de Estoques: Estudo de Caso em Uma Empresa de Joias Folheadas**. Universidade do Vale do Taquari. Lajeado, p. 100. 2017.

CENTER CAIXAS. Tipos de ondas e papéis. **Center Caixas**, 29 jun. 2019. Disponível em: <<https://centercaixas.com.br/tipos-de-onda-e-papeis/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

CHIAVENATO, I. **Introdução a teoria geral da administração**. 3. ed. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, 1983.

CHOPRA, ; MEINDL ,. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Pearson, 2003. 465 p. ISBN 8587918249.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001. Disponível em: <https://www.ime.unicamp.br/~moretti/ms715/1S_2012/cap01_A.pdf>.

COVIC, et al. A IMPORTÂNCIA DA ACURÁCIA NO CONTROLE DE ESTOQUES. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, 8, n. 6, jun. 2022. 747-766.

DOMINGUES,. Cartonagem: Arte a partir do papel e do papelão. **A Ordem do Caos**, 25 nov. 2014. Disponível em: <<https://aodcnoticias.blogspot.com/2014/11/cartonagem-arte-partir-do-papel-e-do.html>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

DONATELLI , M. F. **IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA KANBAN EM UMA FÁBRICA DE PNEUS DE GRANDES DIMENSÕES**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 114. 2008.

FNA EMBALAGENS. Caixa maleta. **FNA Embalagens**, 2023. Acesso em: 2023.

GRAZIANI, Á. P. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. Palhoça: UnisulVirtual, 2012. 318 p. ISBN 978-85-7817-420-0. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/21950/1/fulltext.pdf>>.

HARDING, H. A. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1981.

KANBAN UNIVERSITY. **O Guia Oficial do Método Kanban**. Mauvius Group Inc. Seattle, p. 15. 2021.

KLEIN, M. M. **IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO**. INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. Caçador, p. 87. 2020.

KUMAR, C. S.; PANNEERSELVAM,. Literature review of JIT-KANBAN system. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, Boston, n. 32, 06 mar. 2006. 393–408. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00170-005-0340-2>>.

LUSTOSA, L. J. et al. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MANDAÊ. O que é e como fazer uma Curva ABC? **Mandaê**, 2022. Disponível em: <<https://www.mandae.com.br/blog/curva-abc-como-utilizar-na-gestao-de-estoque/>>. Acesso em: 2023.

MARTINS, P. G.; ALT , P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva Uni , 2012. 456 p. ISBN 8502080237.

MIAZO, A. C.; PARINOS, L. **A Importância da Gestão de Estoques na Administração do Capital de Giro da Empresa Grupo Colorado**. UNISALESIANO. Lins. 2016.

MONDEN,. Review of Kanban System Principles. **Toyota Production System** , Boston, n. 1, 1994. 313–326. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-9714-8_21>.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. 1. ed. São Paulo: Bookman, 1997. 150 p. ISBN 8573071702.

OLHAGER, J.; WIKNER, J. Production planning and control tools. **Production Planning and Control**, 11, n. 3, 2000. 210-222.

PEREIRA, J. A. V.; AZEVEDO, A. L. **Gestão da Produção e Operações**. São Paulo: Atlas, 2021.

RADIGAN,. Kanban. **Atlassian**, 2014. Disponível em: <<https://www.atlassian.com/agile/kanban>>. Acesso em: out. 2023.

SEBRAE. **O método Kanban**. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Brasília, p. 22. 2018.

SOUZA, R. R. B. et al. **Logística Empresarial: Uma visão geral**. São Paulo: Atlas, 2020.

TUBINO, D. F. **Manufatura Enxuta Como Estratégia De Produção: A Chave Para A Produtividade Industrial**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2015. 336 p. ISBN 8597001399.

VACANTI, D. S. **Actionable Agile Metrics for Predictability: An Introduction**. Miami: ActionableAgile Press, 2015. 315 p. ISBN 098643633X.

VACANTI, D. S. **O guia Kanban**. Denver: ProKanban.org, 2020. Disponível em: <<https://kanbanguides.org/wp-content/uploads/2021/10/Kanban-Guide-PT-BR.pdf>>.

WESTER,. Flow Efficiency: A great metric you probably aren't using. **Lean Kanban University**, 2016. Disponível em: <<https://resources.kanban.university/flow-efficiency-a-great-metric-you-probably-arent-using/>>. Acesso em: 03 dez. 2023.