



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

PRISCILA PEREIRA SUZART DE CARVALHO

**IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA *KANBAN* ADAPTADO PARA REDUÇÃO DE
ESTOQUES DE MATÉRIA-PRIMA: UM ESTUDO DE CASO**

SALVADOR – BAHIA
2013

PRISCILA PEREIRA SUZART DE CARVALHO

**IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA *KANBAN* ADAPTADO PARA REDUÇÃO DE
ESTOQUES DE MATÉRIA-PRIMA: UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Industrial.

Área de concentração: Suprimentos

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Araújo Kalid

Co-orientador: Prof. Dr. Anselmo Alves Bandeira

**SALVADOR – BAHIA
2013**

PRISCILA PEREIRA SUZART DE CARVALHO

**IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA *KANBAN* ADAPTADO PARA REDUÇÃO DE
ESTOQUES DE MATÉRIA-PRIMA: UM ESTUDO DE CASO**

Salvador – BA, 17/12/2013.

Ricardo de Araújo Kalid – Dr
UFBA/PEI
(Orientador)

Anselmo Alves Bandeira - Dr
UFBA/PEI
(Co-orientador)

ClaúdioOsnei Garcia - Pós-Dr
FIB/COELBA

Luciano Sérgio Hocevar - Dr
UNIFACS

Rogério Hermida Quintella - PhD
UFBA/PRPPG

DEDICATÓRIA

À minha mãe pelo amor, carinho, paciência e incentivo ao longo desses três anos de pós-graduação, pois sem ela este trabalho não se realizaria.

AGRADECIMENTO

A Deus, o criador, pela dádiva da existência, pela saúde, pela perseverança e por ter me iluminado, permitindo que eu chegasse até aqui.

A Mainha, minha fortaleza, pelo amor, compreensão e incentivo, que teve durante todo o período deste projeto de vida.

A Painho (*in memoriam*), por estar olhando por mim.

A meu irmão, Pitácaro Júnior, sua esposa Francisneide Batista e queridas sobrinhas Anna Luísa e Larissa, pelo carinho e incentivo.

Aos professores Doutor Ricardo de Araújo Kalid e Doutor Anselmo Alves Bandeira, pela oportunidade de desenvolver este trabalho, pela orientação e pelos importantes ensinamentos que contribuíram para meu aprendizado e para a realização deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, pela socialização do conhecimento.

A empresa estudada que se dispôs a ajudar no que fosse necessário para conclusão deste trabalho.

A Camila Carriço e Luiz Fellipe e a Tia Pauliana e Tio Beto que inúmeras vezes me acolheram em suas respectivas casas.

A Débora Conceição e seu esposo que tantas vezes deixaram seus afazeres para me ajudar com as atividades do programa.

A Cidinha, Pedro e Giovane que me liberavam do trabalho para poder frequentar as aulas.

Aos amigos Taiana Araújo, Thaís Menezes, Eron Passos e Tiago Nascimento que sempre trouxeram palavras de incentivo e motivação.

Por fim, quero registrar os meus agradecimentos a todos os demais familiares, amigos e participantes que, ao seu jeito, contribuíram para a realização deste projeto.

A verdadeira compaixão vai além de dar uma moeda para um mendigo. Ela vem de enxergar que um edifício que produz mendigos precisa ser reconstruído (Martin Luther King).

IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA *KANBAN* ADAPTADO PARA REDUÇÃO DE ESTOQUES DE MATÉRIA-PRIMA: UM ESTUDO DE CASO

RESUMO

Estoques continuam a ser objeto de estudo tanto do meio empresarial como do acadêmico; isto porque eles representam de 20% a 40% dos custos totais, uma parte substancial do capital em uma empresa. Neste contexto, o planejamento e controle das necessidades apresenta-se como importante alternativa para a eficiência da empresa e pode ser alcançado através do sistema *Kanban*. Este consiste em um dos métodos de planejamento e controle *Just In Time* (JIT), no qual busca o atendimento no menor prazo possível e quantidades adequadas, com qualidade, sem desperdícios e trabalhando com o mínimo de estoque em processo, de produto acabado ou de matéria-prima. Este trabalho tem o objetivo de expor a relação existente entre a implementação de práticas enxutas e a redução de nível de dias em estoque de um grupo de matéria-prima por meio de um estudo de caso em uma empresa do segmento esportivo. Primeiro, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre gestão de estoques e indicadores de desempenho. Segundo, os fornecedores tiveram a sua entrega de pedidos em tempo hábil avaliada por intermédio do indicador Pontualidade de Entrega de Fornecedores (PEF). E por fim, a qualidade dos estoques foi analisada por meio do indicador Nível Médio de Estoque (*NME*), comparando os resultados antes e após desenvolvimento e implementação do sistema *Kanban* adaptado de compra de matéria-prima. Observou-se uma melhora no resultado do indicador *NME*, com conseqüente redução do custo operacional e dos impactos ambientais negativos, devido ao novo sistema e a importância de ter os fornecedores como parceiros foi evidenciada.

Palavras-chave: Estoques. Sistema *Kanban*. Planejamento e controle de necessidades. Indicador de desempenho. Matéria-prima.

IMPLEMENTATION OF ADAPTED KANBAN SYSTEM FOR REDUCTION OF RAW MATERIALS STOCKS: A CASE STUDY

ABSTRACT

Stocks continue to be an object of study of both business and academic community as they represent 20% to 40% of the total costs, a substantial part of the capital of a company. In this context, planning and control of needs presents itself as an important alternative to efficiency of company and can be reached via the Kanban. This is one of Just In Time methods of planning and control which attempts to supply demand in the shortest possible time and in appropriate quantities with quality, without waste and working with minimal in-process, finished products or raw material stock. This work aims to expose the relationship between the implementation of lean practices and the reduction of days level in stock from a raw material group through case study in a sports material company. First, a literature review about the stock management and the performance indicator was provided. Second, the suppliers were assessed for their timely delivery of orders through the indicator Delivery Punctuality of Suppliers. Finally, the quality of the stocks was analyzed by means of the indicator Average Level of Stock, comparing the results before and after development and implementation of adapted Kanban system from purchase of raw material. It was observed an improvement in result of the indicator Average Level of Stock, with consequent reduction of operational costs and negative environmental impacts, as a result of the new system and the importance of having the suppliers as partners was evidenced.

Keywords: Stocks. Kanban system. Planning and control of needs. Performance indicator. Raw material.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Localização dos estoques no canal logístico.....	08
Figura 2.2 Custo total	11
Figura 3.1 Gestão de estoques	13
Figura 3.2 Comparação entre abordagem tradicional e JIT	15
Figura 3.3 Material Requirement Planning (MRP).....	18
Figura 5.1 Base de cálculos do sistema <i>Kanban</i> adaptado.....	41
Figura 6.1 Estrutura metodológica	43
Figura 7.1 Comparação do indicador PEF entre os períodos julho de 2011 a junho de 2012 e julho de 2012 a junho de 2013	54
Figura 7.2 Indicador Nível Médio de Estoque para o período de julho de 2011 a junho de 2012.....	56
Figura 7.3 Indicador Nível Médio de Estoque para o período de julho de 2012 a junho de 2013.....	56
Figura 7.4 Comparação de valorização dos estoques entre os períodos julho de 2011 a junho de 2012 e julho de 2012 a junho de 2013.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 Condições desfavoráveis à utilização do sistema <i>Kanban</i> e motivos.....	27
Quadro 6.1 Pontuação conferida ao dia.....	46
Quadro 6.2 Pesos atribuídos aos atrasos	47
Quadro 6.3 Classificação do indicador de Pontualidade de Entrega dos Fornecedores	48
Quadro 6.4 Igualdade de variâncias para grupo 1 e 2	50
Quadro 7.1 Resultados do teste de normalidade	52
Quadro 7.2 Resumo dos resultados das hipóteses do grupo 1	52
Quadro 7.3 Resumo dos resultados das hipóteses do grupo 2.....	53
Quadro 7.4 Indicador de Pontualidade de Entrega dos Fornecedores.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS

cps	centipoise
mai.	maio

LISTA DE SIGLAS

AI	Acuracidade do Inventário
BASIC	<i>Beginners All-purpose Symbolic Introduction Code</i>
CA	Capacidade do Armazém
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
COS	<i>Concurrent Ordering System (COS)</i>
CNE	Controlado por Nível de Estoque
CPM	<i>Critical Path Method</i>
CEI	Custo do Estoque Indisponível
CET	Custo dos Estoques Totais
DRK	<i>Decentralized Reactive Kanban</i>
DAK	<i>Dynamically Adjusting Kanban</i>
EA	Estoque Atual
EF	Estoque Físico
EVA	Etileno de Vinila Expandido
EKCS	<i>Extended Kanban Control System</i>
FPCS	<i>Fake Pull Control System</i>
FKS	<i>Flexible Kanban System</i>
GKCS	<i>Generalized Kanban Control System</i>
GKS	<i>Generic Kanban System</i>
H	Híbrido
IEKCS	<i>Independent Extended Kanban Control System</i>
IKCS	<i>Independent Kanban Control System</i>
IDE	Índice de Desempenho de Entrega
IPE	Índice de Performance de Entrega
IPF	Índice de Pontualidade do Fornecedor
IC	Informação Contábil
IBS	<i>Inventory Based System</i>
JIT	<i>Just In Time</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>

MCOS	<i>Modified Concurrent Ordering System</i>
MKS	<i>Modified Kanban System</i>
<i>NME</i>	Nível Médio de Estoque
PEIV	Percentual de Estoque Indisponível para Venda
PUC	Percentual de Utilização da Capacidade
PPS	<i>Periodic Pull System</i>
PVC	Policloreto de Vinila
NEOPRENE	Policlororeno
PU	Poliuretano
PEF	Pontualidade de Entrega de Fornecedores
PIB	Produto Interno Bruto
PPA	<i>Push-Pull Approach</i>
RKS	<i>Reconfigurable Kanban System</i>
RPCS	<i>Regenerative Pull Control System</i>
SEKCS	<i>Simultaneous Extended Kanban Control System</i>
SKCS	<i>Simultaneous Kanban Control System</i>
SIGE	Sistema Integrado de Gestão Empresarial
STP	Sistema Toyota de Produção
VK	<i>Virtual Kanban</i>
VB	<i>Visual Basic</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

X_n	Amostra independente
Y_n	Amostra independente
C_1	Consumo mês 1
C_2	Consumo mês 2
T	Distribuição t de Student
F	Estatística F
gl	Grau de liberdade
H_0	Hipótese nula
H_1	Hipótese alternativa
μ	Média
\bar{X}	Média da amostra
\bar{Y}	Média da amostra
%	Percentual
α	Nível de significância
P	População
Σ	Somatório
n	Tamanho da amostra
m	Tamanho da amostra
n_N	Tamanho da amostra referente ao numerador
n_D	Tamanho da amostra referente ao denominador
σ^2	Variância da população
S^2	Variância da amostra
V	Volume

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações iniciais	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo geral.....	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Justificativa	3
1.4 Hipótese	4
1.5 Estrutura do trabalho	5
2. ESTOQUES	6
2.1 Introdução Histórica	6
2.2 Definição e tipos de estoque	7
2.3 Custos associados a estoques	9
2.4 Objetivos do estoque	10
2.5 Previsão de incertezas	11
3. GESTÃO DE ESTOQUES	13
3.1 Conceitos e técnicas de planejamento e controle de estoques	13
3.1.1 Just In Time (JIT)	14
3.1.2 <i>Materials Requirement Planning</i> (MRP)	17
3.2 Integração com fornecedores	19
3.3 Indicadores de desempenho em gestão de estoques	20
3.3.1 Acuracidade do Inventário (<i>AI</i>).....	21
3.3.2 Percentual de Estoque Indisponível para Venda (<i>PEIV</i>)	22
3.3.3 Percentual de Utilização da Capacidade (<i>PUC</i>).....	22
3.3.4 Nível Médio de Estoque (<i>NME</i>)	22
4. SISTEMA KANBAN	23
4.1 Definições	23
4.2 Objetivos e funções do sistema <i>Kanban</i>	24
4.3 Características do sistema <i>Kanban</i>	25
4.4 Condições desfavoráveis e motivos à utilização do sistema <i>Kanban</i>	26
4.5 Adaptações do sistema <i>Kanban</i>	27

4.5.1 Sistema <i>Kanban</i> Controlado pelo Nível de Estoque (CNE)	28
4.5.2 Sistema <i>Kanban</i> Híbrido (H)	28
4.5.3 Sistema <i>Kanban</i> eletrônico (<i>e-Kanban</i>)	28
4.5.4 Sistema <i>Kanban</i> de controle simultâneo (<i>Simultaneous Kanban Control System - SKCS</i>).....	29
4.5.5 Sistema <i>Kanban</i> de controle independente (<i>Independent Kanban Control System - IKCS</i>)	29
4.5.6 Sistema de puxada periódica (<i>Periodic Pull System - PPS</i>)	30
4.5.7 Sistema <i>Kanban</i> ajustado dinamicamente (<i>Dynamically Adjusting Kanban - DAK</i>)	30
4.5.8 Sistema de controle puxado regenerativo (<i>Regenerative Pull Control System - RPCS</i>).....	30
4.5.9 Sistema <i>Kanban</i> job-shop.....	31
4.5.10 Sistema <i>Kanban</i> de bloqueios mínimos (<i>Minimal Blocking</i>).....	31
4.5.11 Sistema de controle <i>Kanban</i> generalizado (<i>Generalized Kanban Control System - GKCS</i>)	31
4.5.12 Sistema <i>Kanban</i> modificado (<i>Modified Kanban System - MKS</i>)	31
4.5.13 Sistema <i>Kanban</i> auto-adaptativo (<i>Auto-adaptive Kanban</i>)	32
4.5.14 Sistema <i>Kanban</i> de pedidos simultâneos (<i>Concurrent Ordering System - COS</i>).....	32
4.5.15 Sistema <i>Kanban</i> de pedidos simultâneos modificados (<i>Modified Concurrent Ordering System - MCOS</i>)	32
4.5.16 Sistema <i>Kanban</i> genérico (<i>Generic Kanban System - GKS</i>)	33
4.5.17 Sistema <i>Kanban</i> flexível (<i>Flexible Kanban System - FKS</i>)	33
4.5.18 Sistema <i>Kanban</i> abordagem empurrada-puxada (<i>Push-Pull Approach - PPA</i>)	33
4.5.19 Sistema <i>Kanban</i> reativo descentralizado (<i>Decentralized Reactive Kanban - DRK</i>)	34
4.5.20 Sistema de controle <i>Kanban</i> estendido (<i>Extended Kanban Control System - EKCS</i>).....	34
4.5.21 Sistema de controle <i>Kanban</i> estendido simultâneo (<i>Simultaneous Extended Kanban Control System - SEKCS</i>).....	34
4.5.22 Sistema de controle <i>Kanban</i> estendido independente (<i>Independent Extended Kanban Control System - IEKCS</i>).....	35

4.5.23 Sistema <i>Kanban</i> adaptado (<i>AdaptiveKanban</i>)	35
4.5.24 Sistema <i>Kanban</i> reconfigurável (<i>Reconfigurable Kanban System - RKS</i>)	35
4.5.25 Sistema <i>Kanban</i> baseado no estoque (<i>InventoryBased System - IBS</i>)	35
4.5.26 Sistema de controle puxado falso (<i>FakePullControl System - FPCS</i>).....	36
4.5.27 Sistema <i>Kanban bar-coding</i>	36
4.5.28 Sistema <i>Kanban CPM</i> (<i>CPM Kanban System</i>)	36
4.5.29 Sistema <i>MRP/Shop FloorExtension</i>	36
4.5.30 Sistema <i>Kanban</i> virtual (<i>Virtual Kanban - VK</i>)	37
4.5.31 Sistema <i>Kanban</i> customizado tipo 5 e tipo 10 (<i>CustomizedType 5 System / CustomizedType 10 System</i>).....	37
5. PROPOSTA DE SISTEMA KANBAN ADAPTADO.....	38
5.1 Introdução.....	38
5.2 Características do sistema adaptado	38
5.3 Vantagens e desvantagens do sistema adaptado	39
5.4 O sistema adaptado	39
5.4.1 Programação em Visual Basic.....	40
5.4.2 Base de cálculos.....	41
6. ESTUDO DE CASO	42
6.1 Seleção da matéria-prima.....	44
6.1.1 Grupo adesivos.....	44
6.2 Obtenção dos dados.....	45
6.3 Modelos de cálculo do indicador Pontualidade de Entrega de Fornecedores	46
6.3.1 Modelo 1	46
6.3.2 Modelo 2	47
6.4 Técnicas estatísticas para análise dos modelos do indicador PEF	48
6.4.1 Comparação de variância de duas populações	49
6.4.2 Comparação de médias de duas populações com variâncias desconhecidas e iguais	50
6.4.3 Comparação de médias de duas populações com variâncias desconhecidas e desiguais.....	50
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
7.1 Comparação entre os modelos de cálculo do indicador de desempenho Pontualidade de entrega de Fornecedores	52

7.2 Análise da qualidade de entrega no destino.....	53
7.3 Avaliação do indicador Nível Médio de Estoque	54
7.3.1 Avaliação do custo do estoque	57
7.3.2 Avaliação dos impactos ambientais	58
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
8.1 Sugestões para trabalhos futuros	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICE A	69
PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA	75

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

A gestão de estoques, uma das questões mais antigas da administração, ainda tem recebido uma especial atenção dos meios empresarial e acadêmico. Isto porque os estoques podem absorver de 20% a 40% dos custos totais, representando uma porção substancial do capital da empresa (BALLOU, 2005). Para uma organização, estes são usados para atender às necessidades decorrentes das diferenças entre fornecimento e demanda, seja na produção, seja na comercialização.

Tanto Rebouças (2013) quanto Dias (2005), afirmam que a gestão de estoque tem como objetivo garantir a máxima disponibilidade dos produtos, com o menor estoque possível, uma vez que inventário é capital parado. Estoques muito altos garantem o atendimento da demanda, mas incorrem em custos elevados. Estoques baixos asseguram baixos custos de manutenção, todavia corre-se o risco de cessar a produção ou perder vendas, que representam um custo intangível muito elevado.

Na produção, o planejamento e controle das necessidades é uma alternativa de satisfazer as carências dos estoques. Decidir as quantidades de suprimentos que serão movimentadas, quando e como movimentá-las e de onde adquiri-las são preocupações frequentes (DIAS, 2005). Este pode ser feito por meio de diversas ferramentas entre as quais se destaca: *Material Requirement Planning* (MRP) e *Kanban*.

O MRP é um sistema computadorizado de controle de produção e estoque, mantendo os níveis de matéria-prima adequados e necessários para os processos produtivos da empresa, calculando quais são necessários e em que momento, buscando a minimização dos custos. Apresenta como entradas os pedidos em carteira bem como a previsão das vendas que são fornecidas pela área comercial. O sistema *Kanban* consiste em um dos métodos de planejamento e controle *Just In Time* (JIT), no qual busca o atendimento da demanda no menor prazo possível e quantidades adequadas, com qualidade, sem desperdícios e

trabalhando com o mínimo de estoque em processo, da produção ou do suprimento de componentes. O sistema *Kanban* denominado como original surgiu na Toyota.

Este trabalho propõe-se a avaliar o nível de estoque de um grupo de matéria-prima após desenvolvimento e implementação de um sistema *Kanban* adaptado para uma empresa do segmento de materiais esportivos, mediante a análise de opinião e conhecimento de áreas afins.

Medir a qualidade dos estoques, por ser parte natural do processo de análise, controle, evolução e administração da organização bem como os principais fatores que podem interferir neste, torna-se necessário. Para tanto, são utilizados indicadores de desempenho que visam fornecer subsídios à tomada de decisão inteligível, com menores margens de erro e maior acurácia (BANDEIRA, 2009).

1.2 Objetivos

O estudo apresenta dois tipos de objetivo, um geral e três específicos. Conforme Furasté (2003) citado por Maschio (2007), o objetivo geral refere-se à finalidade com que se pretende alcançar com o trabalho, enquanto que os objetivos específicos servem como instrumentais para o objetivo geral, fornecendo um alicerce para o tema estudado e procurando sanar lacunas técnico-científicas identificadas na literatura especializada.

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral expor a relação existente entre a implementação de práticas enxutas e a redução de nível de dias em estoque de um grupo de matéria-prima por meio de um estudo de caso.

1.2.2 Objetivos específicos

De maneira a atingir o objetivo geral deste trabalho, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar quais os tipos de adaptações do sistema *Kanban* existentes atualmente na literatura;
- Propor um sistema *Kanban* adaptado para compra de matérias-primas;

- Diagnosticar quais as vantagens e desvantagens do sistema proposto.

1.3 Justificativa

Para obter destaque no mercado global, as empresas devem ter uma obrigação com a receptividade do cliente e com a melhoria contínua rumo à meta de desenvolver produtos inovadores que tenham a melhor combinação de excepcional qualidade, entrega rápida e no tempo certo, e preços e custos baixos.

A pressão competitiva presente no mundo empresarial leva as organizações a idearem posições competitivas sustentáveis. Fatores como globalização do mercado, fusões e aquisições e novas tecnologias emergentes são as maiores razões para o aumento da competitividade.

Assim, tanto o ambiente interno quanto o externo constituem variáveis ininterruptas que exercem influência no desenvolvimento das empresas ao longo do tempo. Em resposta a esta atuação, o gerenciamento das operações deve também se alterar, a fim de que os objetivos e a lucratividade possam ser mantidos, mesmo em face de mudanças enfrentadas pelas empresas.

Dentro desse contexto, cada vez mais empresas buscam no pensamento enxuto um novo paradigma para nortear suas operações em direção a uma redução de custos de modo a torná-la competitiva (MACHADO,2006).

À medida que avança o entendimento sobre as aplicações do sistema de produção enxuto, percebe-se que uma indústria enxuta depende também do desenvolvimento enxuto (de produtos, processos, estoques, fornecedores, etc.). Com isso, é necessário se aprofundar nos princípios e ferramentas que possibilitam ao sistema enxuto gerar produtos e processos de qualidade, menores custos e prazos e quantidades corretas (NAZARENO et al, 2001) e sem impactar no meio ambiente.

Muitos estudos têm sido realizados de forma a expandir a aplicação dos princípios do sistema de produção enxuto para contextos outros, que não os da manufatura. A gestão de estoque, por exemplo, compreende a integração do fluxo de materiais as suas funções de suporte, ou seja, função de compras, de acompanhamento, gestão de armazenagem, planejamento e controle de produção e

de estoques e gestão da distribuição física (CHING, 2010), merecendo medidas que versem sobre tratativas específicas de desperdício, quanto e quando será necessário.

Na indústria do esporte, as mudanças situacionais não são diferentes. No Brasil, a indústria esportiva movimentou, em 2010, em média R\$ 78,6 bilhões (SPITZ, 2012). O setor esportivo vem crescendo consistentemente à taxa média de 7,4% ao ano, oferecendo oportunidades únicas ao universo empresarial (KASZNAR; GRAÇA F^o, 2012).

Portanto, um estudo mais aprofundado visando a redução dos níveis de estoque por meio dos conceitos e ferramentas do pensamento enxuto justifica-se, uma vez que o estoque representa uma fatia considerável do capital das empresas.

1.4 Hipótese

Com base nas considerações apresentadas na seção acima, pode-se dizer que a questão principal a ser respondida por esse trabalho é a seguinte: é possível reduzir o nível de dias em estoque de um grupo de matérias-primas por meio da utilização de práticas enxutas?

É assumido como pressuposto que o sistema *Kanban* consiste no método adequado para alcançar o objetivo e pode ser utilizado de duas formas: de acordo ao modelo original ou pela adaptação das características deste às necessidades da empresa.

Como decorrência da questão principal, e visando contribuir para sua resolução, três questões secundárias podem ser enunciadas:

- a) quais as características necessárias de um sistema *Kanban* para um planejamento e controle de estoque adequado à empresa em estudo?
- b) quais as entradas para o desenvolvimento e a implementação de um sistema *Kanban* adaptado à realidade da empresa em estudo?
- c) quais os fatores que podem interferir no sistema *Kanban* adaptado e como medi-los?

1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado em oito capítulos, cujos conteúdos são descritos conforme segue.

O primeiro capítulo é destinado à apresentação formal do trabalho, sendo composto pela contextualização, objetivos geral e específicos, justificativa, hipótese e estrutura do trabalho.

No segundo capítulo são abordados aspectos referentes a estoque como seu referencial histórico, definição e tipos, objetivos, custos associados e previsão de incertezas.

O terceiro capítulo trata da apresentação da gestão de estoque, seu conceito e técnicas de planejamento e controle de estoque, em adição integração com fornecedores e indicadores de desempenho em gestão de estoque.

Já o capítulo quatro é mostrado o sistema *Kanban*, suas definições, objetivos e funções, suas características, vantagens e desvantagens, além disso, as adaptações existentes deste sistema.

Na sequência, o quinto capítulo contempla a proposta de um sistema *Kanban* adaptado à realidade da empresa objeto de estudo.

O capítulo sexto traz a descrição do estudo de caso e a estrutura metodológica.

O sétimo capítulo apresenta os resultados obtidos com os estudos com vistas à solução do problema encontrado.

Finalmente, as considerações do trabalho, bem como recomendações e as sugestões para novas pesquisas.

2. ESTOQUES

Algumas características são comuns a todos os problemas de controle de estoque, não importando se são materiais - matérias-primas, material em processo, produtos acabados - (CHING, 2010), informações ou consumidores. Decisões que envolvem estoques são de risco e de impacto altos. Mantê-los representa um risco porque aumenta custos e reduz a lucratividade, em função da armazenagem mais longa, da deterioração, da obsolescência, da imobilização de capital de giro e dos custos de seguro (BOWERSOX, CLOSS; 2001, SLACK et al, 2002).

Por outro lado, sem um estoque adequado, linhas de produção podem parar ou até mesmo ter sua programação alterada, aumentando os custos e a possibilidade de falta de um produto acabado. Em adição, a atividade de marketing poderá detectar perdas de vendas e declínio de satisfação dos clientes. Impactos estes que decorrem devido aos ambientes serem complexos e incertos, ou seja, fornecimento e demandas não estão em harmonia um com o outro.

2.1 Introdução Histórica

Desde a Antiguidade até meados do século XVIII, a atividade de gerir estoques era feita de forma artesanal, resumindo-se à troca de caças e de utensílios. Com a Revolução Industrial, meados do século XVIII e XIX, ou seja, o acirramento da concorrência, a sofisticação das operações de comercialização de produtos e as modificações nos sistemas de fabricação, substituição de parte do trabalho artesanal pelas máquinas, a administração de estoques desponta como uma ciência para o alcance dos objetivos das organizações (CHAGAS, SOUZA, SIMÃO; 2009).

A Primeira Guerra Mundial (1914 a 1918) e a Segunda Guerra Mundial (1939 a 1945) confirmaram a necessidade de que materiais deviam ser administrados cientificamente. Nestas guerras, o abastecimento de suprimento constituiu um elemento de vital importância e que ocasionou o sucesso ou não de muitos embates.

A concepção de que soldados e estratégias eram suficientes para o alcance

dos resultados esperados estava equivocada. Eram imprescindíveis munições, equipamentos, combustíveis, mantimentos e vestuários adequados no momento e local certos. Isto significa dizer que administrar materiais é como controlar informações: quem as tem quando precisa, no local e na quantidade essencial, apresenta ampla possibilidade de ser bem sucedido (CHIAVENATO, 1991).

2.2 Definição e tipos de estoque

Dentre as várias definições de estoque, foram selecionados alguns conceitos apresentados a seguir.

O termo estoque vem do inglês *stock* e de acordo com o Dicionário do Aurélio *Online* (2013), pode significar "porção de mercadorias armazenadas num depósito, numa loja" ou "conjunto de mercadorias, matérias-primas, produtos acabados ou quase acabados etc., que constituem a propriedade de uma empresa".

Segundo Slack et al (2002), estoque pode ser definido como a acumulação armazenada de recursos de entrada que passaram por um sistema de transformação. Estes recursos transformados podem ser materiais, informações ou consumidores.

Davis, Aquilano & Chase (1999) definem estoque como sendo a quantificação de qualquer recurso utilizado em uma organização. Em seu escopo, o estoque pode incluir itens humanos, financeiros, energia, equipamentos, físicos tais como matéria-prima, produtos prontos ainda em posse da empresa e ainda itens intermediário ou em processo (itens que foram parcialmente processados, mas ainda estão incompletos). A escolha de quais itens estocar fica a critério da organização.

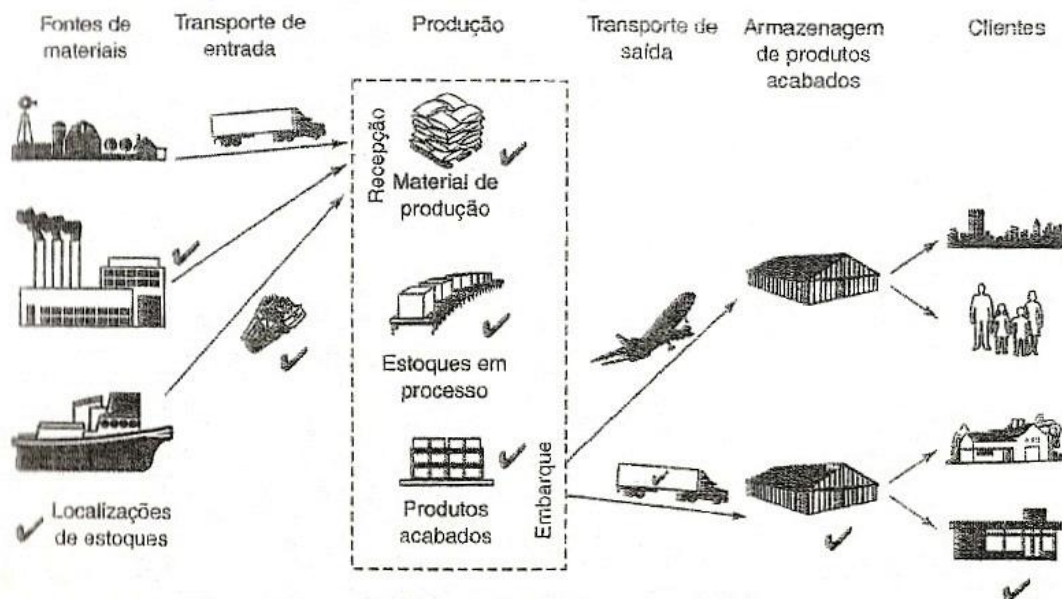
Já Ballou (2005) caracteriza os estoques como pilhas de matérias-primas, insumos, componentes, produtos em processo e produtos acabados que ocorrem em vários pontos por todos os canais logísticos e de produção de uma empresa (Figura 2.1).

Assim, pode-se entender estoque como a acumulação armazenada de recursos, podendo ser materiais como matéria-prima ou produtos em processo ou acabado, informações ou pessoas que passaram ou não por um processo de

transformação e estão alocados em canais logísticos ou de produção de uma organização.

Os estoques podem ser classificados em cinco tipos: de ciclo, de canal, de proteção, de antecipação e obsoleto (SLACK et al, 2002; BALLOU, 2005; BOWERSOX, CLOSS; 2001).

Figura 2.1 - Localização dos estoques no canal logístico.



Fonte: Ballou (2005).

O estoque de ciclo ou regular ou ainda básico é vital para atender a demanda média durante o tempo entre reabastecimentos sucessivos. A quantidade de estoque de ciclo tem vínculo direto com os tamanhos de lote de produção, volume econômico de embarque, restrições de espaço de armazenagem, tempos de ressuprimento, relação preço-quantidade e custos de manter em estoque.

Já o estoque de canal também é chamado de estoque em trânsito. Representa aquele que se encontra em fluxo entre os pontos de estocagem ou de produção porque o movimento não é instantâneo. Do ponto de vista logístico, este introduz dois fatores de complexidade na cadeia de suprimentos: o primeiro é o fato de que, muitas vezes, deve ser pago antecipadamente; e, o segundo é estar normalmente associado a alto grau de incerteza de localização e de data de entrega. Entretanto, devido à tendência de redução do tamanho dos pedidos, do aumento da frequência dos pedidos e da adoção de estratégias baseadas no tempo, o estoque de canal tem correspondido a uma significativa proporção do estoque total.

Também chamado estoque isolador ou ainda estoque de segurança, o estoque de proteção tem o propósito de compensar as incertezas inerentes a demanda e tempo de reabastecimento. É adicional ao estoque de ciclo e é caracterizado por meio de procedimentos estatísticos que tratam da natureza aleatória das variabilidades envolvidas.

O estoque de antecipação ou de especulação ocorre em duas situações: quando as flutuações de demanda são significativas, mas relativamente previstas ou quando a especulação de preço acontece por períodos além das necessidades de operações previsíveis. Na primeira situação, atividade de compra antecipada, a responsabilidade é da logística, já na segunda, é do financeiro.

Por fim, tem-se o estoque obsoleto, morto ou reduzido. Ele consiste no estoque deteriorado cuja validade está vencida ou que não está sendo mais utilizado por ser material que não pertence mais ao catálogo de produtos.

O presente trabalho irá lidar com estoque de materiais, particularmente matérias-primas e aquele cujo tipo é denominado de ciclo.

2.3 Custos associados a estoques

Os custos associados aos estoques podem ser divididos em quatro categorias:

- Custo de obtenção: também conhecido como custo de pedir ou de aquisição, incluem os custos fixos administrativos que tem relação com o processo de aquisição das quantidades solicitadas para reposição do estoque. De acordo com Ballou (2005) e Ching (2010), os custos de obtenção podem abranger o preço ou o custo de manufatura do produto para vários tamanhos de pedido; de ajustar o processo de produção; de processar o serviço burocrático, na contabilidade, no departamento de compras e no almoxarifado; de difundir o pedido para os pontos de suprimento; de transportar o pedido quando as despesas de transporte não estiverem incorporadas no preço das mercadorias compradas; e de qualquer manuseio de materiais ou processamento de mercadorias no ponto de recepção;
- Custo de manutenção: resulta da estocagem ou manutenção dos bens por um período de tempo, correspondendo a aproximadamente 37% do custo logístico total,

numa indústria média. Esta ampla categoria pode ser dividida em cinco segmentos: custo de capital, de impostos, de seguro, de obsolescência e de armazenagem (BALLOU, 2005; BOWERSOX; CLOSS, 2001; CHING, 2010; CHOPRA; MEINDL, 2003). O custo de capital é a especificação da taxa de custo mais pertinente a ser aplicada ao capital investido, ou seja, o custo de oportunidade do capital. O de impostos é aquele em que o estoque é tributado como propriedade enquanto está armazenado em instalações de distribuição. O de seguro é calculado com base na estimativa de risco ou exposição a risco, em determinado período. O de obsolescência ou de sucateamento estima a taxa em que o valor do produto armazenado cai, tanto porque o valor de mercado do produto pende, como porque a qualidade do produto é deteriorada. E por fim, o de armazenagem que representa o custo de permanência incidido sobre as instalações, sem considerar o custo de manuseio dos produtos;

- Custo de falta de estoque: é incorrido quando um pedido colocado não pode ser atendido. Este pode ser agrupado em duas classes: custo de vendas perdidas e custo de pedidos em aberto (BALLOU, 2005). O primeiro ocorre quando o cliente, enfrentando uma situação de falta de estoque, decide cancelar o pedido. O segundo acontece quando o cliente espera o seu pedido ser preenchido, postergando a venda, incorrendo em custos adicionais;
- Custo total: é a soma dos custos apresentados.

2.4 Objetivos do estoque

A disponibilidade do produto ou do serviço ao cliente e os custos do fornecimento em um dado nível de acessibilidade correspondem aos principais objetivos do estoque e estes devem estar em equilíbrio (CHING, 2010).

A probabilidade de ser capaz de preencher um pedido para um produto do estoque atual é chamada de nível de serviço. Este visa assegurar que o produto esteja disponível no tempo e nas quantidades certas.

Segundo Bowersox&Closs (2001), o nível de serviço é um objetivo determinado pela alta administração. Ele pode ser definido em termos de tempo de ciclo de pedido ou de atividades, de porcentagem de quantidades atendidas, ou de

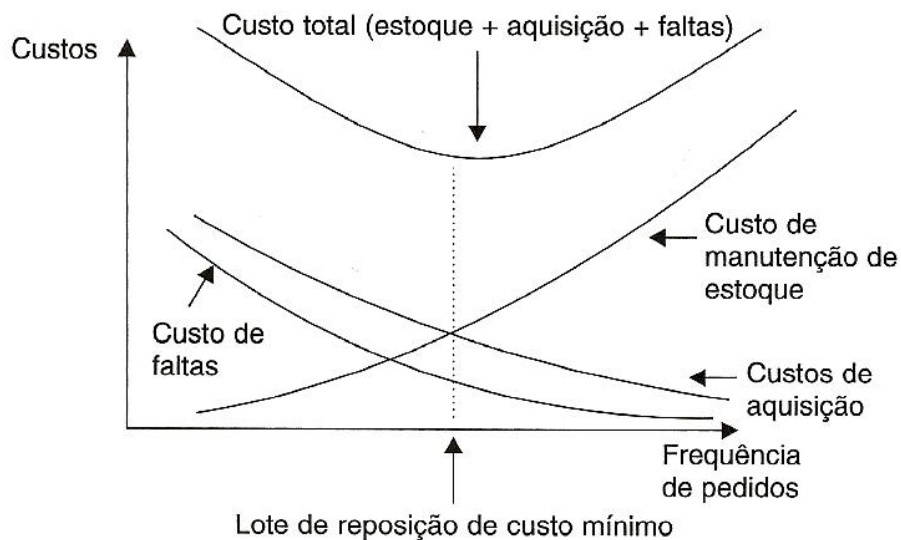
qualquer combinação desses objetivos. O ciclo de atividades compreende o período entre a entrega de pedidos pelos clientes e o do recebimento das mercadorias correspondentes.

O estoque surge, então, como um fator importante que deve estar integrado ao processo logístico com a finalidade de que os objetivos de serviço sejam alcançados. É necessário o cuidado ao se fixar um nível de serviço, pois expandir a disponibilidade em apenas alguns pontos percentuais, devido às pressões da área de vendas, tem um efeito trágico no capital investido em estoque.

Balancear os custos de estoque de obtenção, de manutenção e de falta de estoque é uma questão crítica, porque eles têm comportamentos conflitantes ou de compensação. Quanto maior for a quantidade estocada ou do pedido, mais alto será o custo de mantê-lo.

No entanto, se as quantidades solicitadas forem maiores, menos pedidos e entregas ocorrerão e, conseqüentemente, menor será o custo de obtenção. Assim, a função do custo total mostra o formato de um U (Figura 2.2), o que significa que existe um valo mínimo para essa curva, que consiste no ponto em que o somatório dos custos de obtenção, de manutenção e de faltas é o mais baixo.

Figura 2.2 - Custo total.



Fonte: Ching (2010).

2.5 Previsão de incertezas

Uma das principais funções do gerenciamento de estoques é evitar a ocorrência de faltas, uma vez que este deve realisticamente levar em conta as incertezas. Existem dois tipos de incerteza que têm influência nos estoques: de demanda e de ciclo de atividades.

Segundo Ching (2010), "prever a demanda do produto e qual a quantidade que os clientes deverão comprar é assunto crítico para todo planejamento empresarial", ou seja, as incertezas de demanda dão origem a flutuações nas quantidades de vendas durante o ciclo de atividades.

As previsões de vendas estimam quantidades envolvidas no ciclo de atividades relacionado com o estoque. Mesmo quando bem elaboradas, a demanda durante o ciclo de ressuprimento frequentemente excede ou não alcança o previsto. Para evitar falta de estoque, é acrescentado o estoque de segurança.

Já as incertezas relacionadas com a duração do ciclo de atividades, dão motivação às variações no ciclo de ressuprimento de estoque. Isto ocorre porque não é possível pressupor uniformidade de entregas, quando chegarão os suprimentos para iniciar a produção e abastecer os estoques.

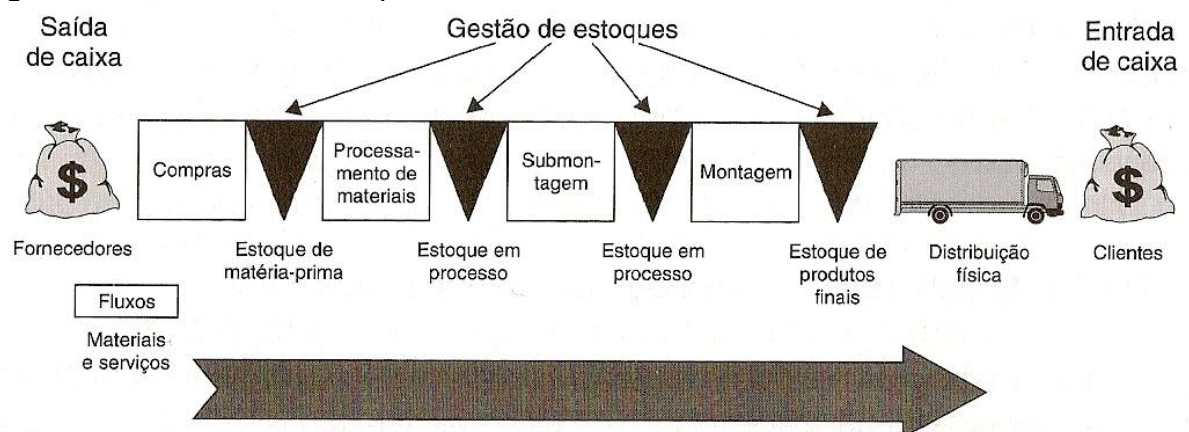
Neste sentido, muitas empresas muitas empresas têm evoluído no relacionamento com seus fornecedores, abandonando a relação *arm'slength*, independência entre as partes que participam da transação, e feito deles verdadeiros parceiros de seus negócios.

3. GESTÃO DE ESTOQUES

O controle de estoque pode exercer influência na rentabilidade da empresa devido à atual realidade destas: concorrência acirrada, dominada pelo preço e altas taxas de juros (CHING, 2010; ZYLSTRA, 2008). O estoque absorve capital que poderia estar sendo investido de outras formas, desvia fundos de outros usos potenciais e tem custo como qualquer outro projeto de investimento da empresa.

Neste contexto, surge a gestão de estoques que compreende a integração do fluxo de materiais as suas funções de suporte, ou seja, função de compras, de acompanhamento, gestão de armazenagem, planejamento e controle de produção e de estoques e gestão da distribuição física (Figura 3.1).

Figura 3.1 - Gestão de estoques.



Fonte: Ching (2010).

3.1 Conceitos e técnicas de planejamento e controle de estoques

O planejamento e o controle de estoques podem ser realizados por uma das duas escolas de pensamento: puxado ou empurrado. A programação de estoques *Just In Time* (JIT) é baseada no princípio de um sistema puxado, enquanto que a abordagem *Materials Requirement Planning* (MRP), no sistema empurrado. Estas correspondem às principais técnicas para planejamento e controle.

3.1.1 Just In Time (JIT)

O JIT pode ser examinado de três maneiras: uma filosofia, um conjunto de técnicas para a gestão de operações ou um método de planejamento e controle de operações. Esta abordagem também é denominada de operações enxutas.

De acordo com Slack et al (2002), o JIT significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários com a qualidade e eficiência desejada.

Ching (2010) diz que o JIT visa atender a demanda instantaneamente, com qualidade e sem desperdícios, possibilitando a produção eficaz em termos de custo, bem como o fornecimento da quantidade necessária, no momento e em locais corretos, utilizando o mínimo de recursos.

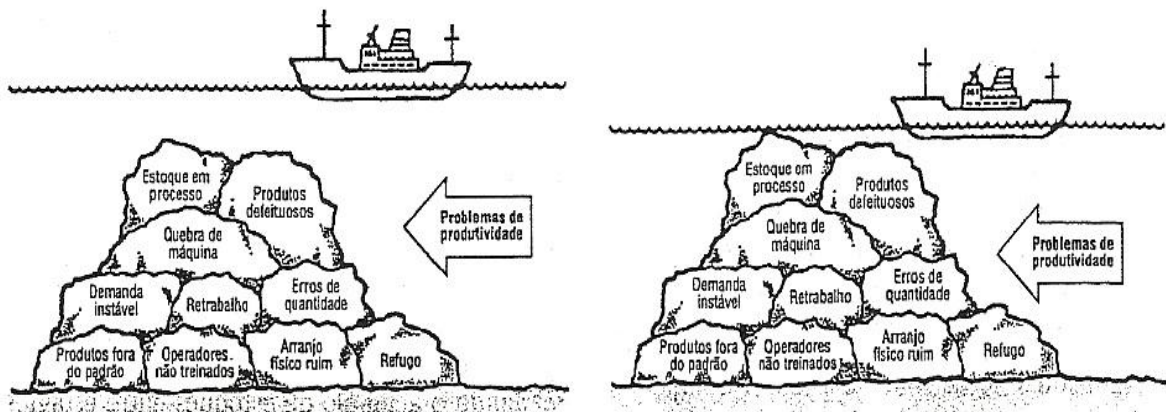
Segundo Voss (1987), o JIT pode ser definido como:

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

A abordagem tradicional e a JIT de gestão de operações buscam a alta eficiência nas atividades, contudo por meio de caminhos diferentes. Enquanto a tradicional protege cada atividade de possíveis distúrbios com a finalidade de alcançar a eficiência, a JIT expõe o sistema aos problemas objetivando a solução destes.

Para entender como estas abordagens diferem, observa-se o contraste apresentado na Figura 3.2. Muitos problemas das operações são como pedras em um rio, as quais não podem ser visualizadas em virtude da profundidade. Mesmo que as pedras não possam ser vistas, elas diminuem o fluxo do rio e causam turbulência. A redução do nível da água, ou seja, dos estoques, permite que os problemas sejam identificados e que suas causas possam ser atacadas. Quando as pedras são removidas, o nível da água diminui ainda mais, expondo outros problemas.

Figura 3.2 Comparação entre abordagem tradicional e JIT.



Fonte: Slack et al (2002).

Para Ching (2010) e Slack et al (2002), o JIT tem como princípios:

- qualidade: distúrbios nas operações devido a erros de qualidade irão diminuir o fluxo de materiais, a confiabilidade interna de fornecimento e gerarão estoques, por isso, ela deve ser alta;
- velocidade: relação com o rápido fluxo de materiais, uma vez que não se pretende atender a demanda dos clientes com estoques;
- confiabilidade: fornecimento de componentes ou equipamentos deve ser confiável, visto que é um pré-requisito para um fluxo rápido;
- flexibilidade: produção de lotes pequenos, atingindo-se fluxo rápido e tempos de provisionamento ou lead times curtos;
- compromisso: comprometimento entre fornecedor e comprador de forma que o cliente receba sua mercadoria no prazo e local determinado.

3.1.1.1 JIT como filosofia

A eliminação de desperdício, o envolvimento dos funcionários e o esforço de aprimoramento contínuo correspondem às razões que definem a filosofia JIT (CHING, 2010; SLACK et al, 2002).

O desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não adiciona valor. Identificá-los é o primeiro passo para eliminá-los. Existem sete tipos de desperdício, os quais se acreditam serem aplicáveis em vários tipos de operações diferentes: superprodução, tempo de espera, transporte, processo, estoque, movimentação e produtos defeituosos.

A filosofia JIT pretende fornecer diretrizes que incluem todos os funcionários e todos os processos da organização, buscando um sistema "total". Este enfoque visa

ainda encorajar alto grau de responsabilidade pessoal, engajamento e propriedade do trabalho.

Os objetivos do JIT são estabelecidos em termos de ideais, os quais uma empresa pode nunca alcançar, então, a ênfase deve estar na forma com que se aproxima deste estado. O aprimoramento contínuo é chamado de *kaizen*.

3.1.1.2 JIT como técnicas

JIT é formado por um conjunto de ferramentas e técnicas para eliminar os desperdícios (CHING, 2010; SLACK et al, 2002). As principais técnicas são:

- a) práticas básicas do trabalho: disciplina, flexibilidade, igualdade, autonomia, desenvolvimento de pessoal, qualidade de vida no trabalho e criatividade. Estas técnicas são básicas para a organização e seus funcionários e são fundamentais na implementação do JIT;
- b) projeto para manufatura: o projeto representa 70% a 80% dos custos de produção, ou seja, aprimoramentos deste podem reduzir o custo dos produtos, por meio de mudanças no processo produtivo ou nos materiais;
- c) foco na operação: o conceito é que a simplicidade, a repetição e a experiência trazem a competência;
- d) máquinas simples e pequenas: são facilmente movidas, de maneira que a flexibilidade de arranjo físico é ampliada e os riscos de erros nas decisões de investimentos são reduzidos, pois requerem baixo investimento;
- e) arranjo físico e fluxo: é uma importante técnica no JIT, visto que arranjos físicos bem elaborados promovem fluxo suave de materiais, de dados e de pessoas na operação, evitando os desperdícios;
- f) manutenção produtiva total: visa eliminar a variabilidade em processos, por meio do envolvimento e incentivo aos funcionários na busca de aprimoramentos na manutenção;
- g) redução de *set-up*: consiste em reduzir os tempos de *set-up* (tempo decorrido na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça do próximo lote) por intermédio de uma variedade de produtos;
- h) visibilidade: problemas, projetos de melhoria de qualidade e listas de verificação de operações devem estar visíveis e exibidos e de forma que facilmente possam ser compreendidos por todos;

i) fornecimento JIT: equivale ao fornecimento justamente no momento necessário.

3.1.1.3 JIT como planejamento e controle

O planejamento e controle JIT é baseado no sistema puxado. Neste, as especificações do que é feito são estabelecidos pela estação de trabalho do consumidor, que puxa o trabalho da estação antecedente (fornecedor). Desta forma, é menos propenso a criação de estoque (SLACK et al, 2002).

O planejamento e controle JIT pode acontecer por meio de quatro métodos. O primeiro consiste no controle *Kanban*, que será apresentado de forma mais aprofundada na seção 4. Este é um método no qual especifica quanto será feito e quando será necessário utilizando cartões (CHING, 2010).

O segundo refere-se à programação nivelada, também conhecida pela palavra japonesa *heijunka*. Este método prevê que o *mix* e o volume sejam constantes. O princípio da programação nivelada é simples, contudo requer esforços para colocá-la em prática.

O terceiro método corresponde ao modelo mesclado. Neste, a programação nivelada pode ser ampliada para que se tenha um *mix* repetitivo de componentes ou produtos. Para tanto, o tamanho dos lotes deve aproximar-se de 1 (um).

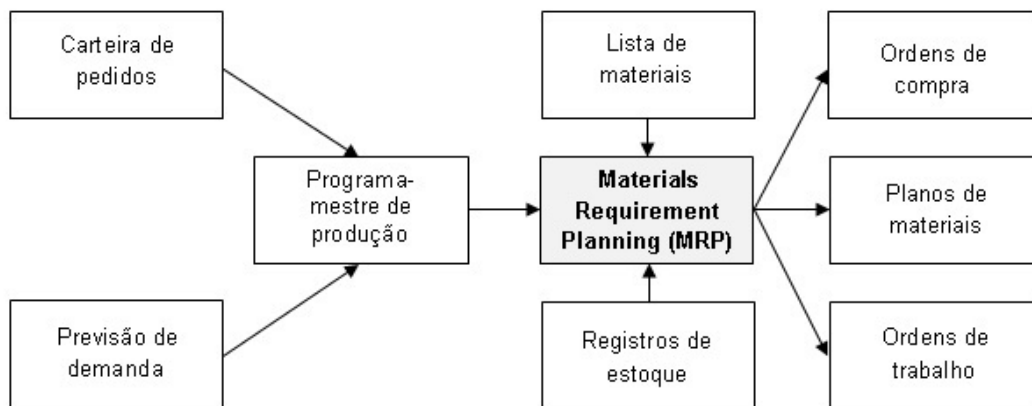
Por último, o método de sincronização que significa ajustar a saída de cada estágio do processo de produção para garantir as mesmas características do fluxo para cada um dos componentes ou produtos, à medida que eles avançam por meio de cada estágio.

3.1.2 *Materials Requirement Planning* (MRP)

Materials Requirements Planning (MRP) ou planejamento das necessidades de materiais foi originado na década de 60 e tem a finalidade de calcular quanto de cada material é necessário e em que momento (SLACK et al, 2002).

A Figura 3.3 apresenta as informações necessárias para executar o MRP, assim como alguns de seus resultados.

Figura 3.3 Material Requirement Planning (MRP).



Fonte: Adaptado de SLACK et al (2002).

As primeiras entradas para o MRP são a carteira de pedidos e a previsão de demanda. A primeira faz referência a pedidos firmes programados para algum momento no futuro e a segunda constitui as estimativas realistas da quantidade do momento dos pedidos futuros.

Desta forma, com base na combinação desses dois componentes, o MRP executará os cálculos. Ressaltando que todas as demais necessidades que serão calculadas, são derivadas e dependentes da demanda.

A próxima entrada do MRP e também a principal, porque dirige o processo MRP, consiste no programa-mestre de produção. Ele direciona toda a operação em termos do que será montado, manufaturado e comprado, uma vez que declara a quantidade e o momento em que os produtos finais serão produzidos.

O programa de planejamento, então, irá verificar os componentes ou ingredientes de cada item a ser fabricado. Para tanto, utiliza uma lista de materiais que mostra quais e quantos itens são necessários para fabricar ou montar outros itens.

O MRP, em vez de tomar esses componentes ou ingredientes e multiplicá-los pela demanda, de forma a determinar as necessidades totais dos materiais, reconhece que alguns itens necessários já podem estar no estoque. Esse estoque pode estar na forma de produtos finais, estoque em processo ou matérias-primas.

Tanto a lista de materiais como os registros de estoque constituem entradas do processo MRP.

De posse de todas as entradas, o MRP realizará os cálculos necessários e gerará como resultados as ordens de compra, plano de materiais e ordens de trabalho.

3.1.2.1 Cálculo MRP

Como citado anteriormente, o MRP é um processo sistemático que considerará as informações de entrada de planejamento e determinará a quantidade e o momento das necessidades de recursos.

Para cálculo da quantidade, o MRP toma o programa-mestre de produção e explode este por meio da lista de materiais nível a nível, verificando quantas submontagens e componentes são necessários, quantos destes já estão disponíveis em estoque e então, gera as ordens de compra dos itens que serão adquiridos de fornecedores, planos de materiais e ordens de trabalho.

Já para o cálculo do momento, ou seja, quando a produção ou compra dos materiais faz-se necessária, o MRP executa uma programação para trás. Esta consiste na verificação do tempo de provisionamento de cada nível de montagem, bem como do abastecimento dos componentes ou ingredientes pelos fornecedores, determinando as atividades e as ordens de compra.

3.2 Integração com fornecedores

A integração com o fornecedor implica em uma mudança no tipo de relacionamento com a organização. Deve-se sair do tradicional contato e interface funcional vendedor (do fornecedor) com o comprador (da empresa) e partir para o modelo em que tanto o fornecedor como a empresa, se interage.

Os benefícios desta integração, de acordo com Ching (2010) são:

- Parceiros mais fortes e para todo o negócio;
- Foco comum na qualidade;
- Confiabilidade de entregas mais estáveis e repetitivas;
- Baixos níveis de estoque;
- Menos burocracia;

- Melhor controle do processo;
- Dependência mútua e congruência de objetivos;
- Custos da cadeia logística reduzidos.

A integração com os fornecedores pode ser feita de duas maneiras: parceria ou certificação. A parceria pode ser definida como um relacionamento comercial sob medida, com confiança mútua, abertura, riscos e recompensas compartilhados, que proporciona vantagem competitiva estratégica, resultando em um desempenho melhor do que seria possível individualmente. Os níveis de componentes (confiança, entrega de produtos, sistemas de produção, nível de estoque, planejamento, comunicação, escopo e contrato) irão determinar se o relacionamento com o fornecedor é de colaborador ou de parceiro.

Já a certificação é uma forma de integração frequentemente utilizada, na qual acontece por meio de diplomas ou certificados expedidos aos melhores fornecedores e reconhecimento explícito. Existem inúmeros critérios utilizados para a qualificação e certificação dos fornecedores. Normalmente, são eleitos itens para a mensuração do desempenho dos fornecedores: qualidade do produto recebido, prazo de entrega, quantidade, preço, custo, serviço ou burocracia.

Existe uma crítica em relação à certificação. Algumas empresas adotam esta como uma forma de resolver seus problemas internos, transferindo parte deles a seus fornecedores e pressionando-os para que atendem a seus critérios.

3.3 Indicadores de desempenho em gestão de estoques

O desempenho é a relação entre o nível efetivo de realização de um objetivo e o nível considerado, teoricamente, como padrão, obedecendo algum tipo de critério (BANDEIRA, 2009).

As medidas fundamentam-se no direcionamento de esforços e de recursos no processo, a fim de aprimorar o desempenho operacional o mais próximo do nível máximo de atividades que agregam valor, em um determinado período de tempo e sob condições restritivas de operação (FARIA; COSTA, 2006). Medir o desempenho é pertinente ao aperfeiçoamento da organização (BOYER; PAGELL, 2005).

Considerando a situação específica em que for aplicado, o indicador deve atender aos seguintes requisitos (PBQP, 1991):

- Seletividade: os indicadores devem estar relacionados a aspectos, etapas e resultados essenciais ou críticos do produto, serviço ou processo;
- Simplicidade: devem ser de fácil compreensão e aplicação, principalmente para aquelas pessoas diretamente envolvidas com a coleta, processamento e avaliação dos dados, utilizando relações percentuais simples, médias, medidas de variabilidade e números absolutos;
- Baixo custo: devem ser gerados a custo baixo, de modo que o custo para coleta, processamento e avaliação não deve ser superior ao benefício propiciado pela medida;
- Acessibilidade: os dados para o cálculo do indicador devem ser de fácil acesso;
- Representatividade: os indicadores devem ser escolhidos ou formulados de forma que possam representar satisfatoriamente o processo ou o produto a que se referem;
- Estabilidade: devem perdurar ao longo do tempo, com base em procedimentos rotineiros, incorporados às atividades da empresa ou departamento;
- Rastreabilidade: os dados e informações utilizados devem ser adequadamente documentados, bem como formulários e memórias de cálculo, inclusive o registro do pessoal envolvido;
- Abordagem experimental: é recomendável desenvolver, inicialmente, os indicadores considerados necessários e testá-los. Caso não se mostrem realmente importantes ao longo do tempo, devem ser alterados.

Alguns indicadores de desempenho para a gestão de estoques são apresentados abaixo. Eles devem ser adaptados para medir processos e áreas relevantes de acordo a necessidade de cada empresa.

3.3.1 Acuracidade do Inventário (*AI*)

Este indicador mede a diferença entre o estoque físico e a informação contábil dos estoques (Equação 1). Quanto mais próximo estiver de 100% melhor.

$$AI = \frac{EF}{IC} \times 100 \quad (1)$$

Onde *EF* e *IC* são estoque físico e informação contábil, respectivamente.

3.3.2 Percentual de Estoque Indisponível para Venda (*PEIV*)

O indicador *PEIV* mede o percentual de itens em estoque indisponíveis para venda, podendo ser calculado como o custo do estoque indisponível (*CEI*) sobre o custo dos estoques totais (*CET*) (Equação 2).

Por diversos motivos, alguns produtos tornam-se indisponíveis pra vendas. Entre estes se destacam: prazo de validade, ciclo de vida do produto.

$$PEIV = \frac{CEI}{CET} \times 100 \quad (2)$$

3.3.3 Percentual de Utilização da Capacidade (*PUC*)

Este indicador avalia se o espaço alocado para os estoque está pequeno ou grande. Para tanto, é calculado o percentual do volume (*V*) utilizado pelos estoques sobre a capacidade do armazém (*CA*) (Equação 3).

$$PUC = \frac{V}{CA} \times 100 \quad (3)$$

Se o *PUC* for muito baixo, indica que o espaço poderia ser melhor utilizado. Em caso contrário, existem estoques em áreas que não deveriam estar.

3.3.4 Nível Médio de Estoque (*NME*)

O indicador *NME* tem por objetivo avaliar quantos dias de consumo estocados tem-se de determinado item, ou seja, por quantos dias a empresa consegue operar com os estoques atuais (TOTVS MANUFATURA, 2012). É calculado de acordo a Equação 4, o qual é baseado no consumo dos últimos dois meses.

$$NME = \frac{EA}{(C_1 + C_2)/(2 \times 30)} \quad (4)$$

Onde *EA*, *C₁* e *C₂* correspondem a estoque atual, consumo mês 1 e consumo mês 2, respectivamente.

4. SISTEMA KANBAN

Como apresentado anteriormente, o JIT busca o atendimento das necessidades dos clientes no menor prazo possível, garantindo qualidade e trabalhando com o mínimo de estoque. Ele aspira à integração da organização, por meio de um processo mais simples com a finalidade de permitir a mudança, direcionado pelas necessidades da sociedade, e sem desperdício (GUIMARÃES; FALSARELLA, 2008).

O desperdício não é identificado prontamente no balanço da empresa e se manifesta nos altos estoques, na baixa qualidade, no longo tempo de fabricação e na movimentação de material frequente e em demasia. Desta forma, o sistema *Kanban*, baseado no princípio de que material é puxado à medida que se torna necessário, surge. *Kanban* é a palavra japonesa para anotação visível, cartão ou sinal.

4.1 Definições

Várias definições para o sistema *Kanban* foram encontradas na literatura. Abaixo são apresentadas algumas destas.

Smith (1989) define o sistema *Kanban* como um controle de chão de fábrica baseado na ideia de que uma operação em um estágio dispara o início de uma operação em um estágio predecessor, ou seja, o material de produção é puxado pelo sistema à medida que se torna necessário.

Já Monden (1983) e Schonberger (1982) afirmam que o *Kanban* é considerado um sistema de puxar, que se caracteriza pela retirada de itens dos estágios predecessores (anteriores) à medida que o estágio sucessor os consome em seu processo de produção e tem por objetivo a minimização do estoque em processo.

Para Fernandes e Godinho Filho (2007), o sistema *Kanban* visa o controle da produção de produtos necessários, na quantidade e momento necessários.

De acordo Laje Júnior e Godinho Filho (2008), o *Kanban* é um subsistema do Sistema Toyota de Produção (STP) usado para o controle dos estoques em processo, da produção e do suprimento de componentes e, em alguns casos, de matéria-prima.

Segundo Boyst&Belt (1992) citado por Guimarães & Borges (1997), o *Kanban* é um sistema para autorizar a produção e para reduzir os estoques. Por meio do envio de um cartão ou sinal à operação precedente, a operação seguinte avisa que está pronta para receber trabalho.

Corrêa & Giansesi (1993) afirmam que o sistema *Kanban* segue a lógica de puxar a produção, produzindo somente o necessário, em quantidades e tempos adequados à demanda dos centros produtivos consumidores ou de produtos finais.

Conforme Alves (1996), o *Kanban* é uma ferramenta gerencial de controle da produção, no qual quem determina a fabricação do lote de um centro produtivo é o consumo realizado pelo centro produtivo subsequente.

Em concordância com Côrtes (1993) mencionado por Guimarães & Borges (1997), o *Kanban* não é apenas um sistema de emissão de ordens, mas também um sistema de sequenciamento de ordens no chão da fábrica, utilizando para isto a participação dos trabalhadores.

Moura (1989), por sua vez, diz que *Kanban* é um método de organização industrial que busca reduzir os desperdícios de processo e materiais (tempo de espera e estoque), interligando todas as operações em fluxo contínuo e ininterrupto, assim, melhorando a produtividade.

Por fim, Slacket al (2002) define *Kanban* como um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado.

Desta forma, pode-se entender o sistema *Kanban* como um método gerencial de planejamento e controle de estoques em processo, da produção ou do suprimento de componentes, que busca a redução dos desperdícios e prima somente pelo necessário, ou seja, quantidades e tempos adequados ao atendimento da demanda dos consumidores por meio da escola de pensamento puxada.

4.2 Objetivos e funções do sistema *Kanban*

Segundo Moura (1989), o *Kanban* tem por objetivo a transformação de matéria-prima em produtos acabados, com tempos de espera iguais aos tempos de processamento, eliminando todo o tempo em fila do material e todo o tempo ocioso.

Alves (1996) complementa afirmando que o objetivo do *Kanban* também é minimizar os estoques de material em processo, produzindo em pequenos lotes somente o necessário, com qualidade e produtividade.

De acordo com Tubino e Lemos (1999), o sistema *Kanban* tem o "objetivo de melhorar o sistema de produtividade e assegurar o envolvimento e participação dos operadores no processo para alcançar uma alta produtividade".

As funções do sistema *Kanban* podem ser divididas em 13 (treze) partes (MOURA, 1989; ANTUNES JÚNIOR, 1998):

- Acionar a produção só quando houver necessidade;
- Evitar a produção para estoque;
- Parar a produção quando há problemas não solucionados;
- Aumentar a sensibilidade aos problemas existentes;
- Permitir o controle visual do andamento do processo;
- Ser acionado pelo próprio operador;
- Garantir a distribuição programada das ordens de serviço;
- Evitar excesso ou falta de peças e transporte;
- Controlar o inventário;
- Revelar as deficiências do processo;
- Produzir baseado em pequenos lotes;
- Fornecer materiais de acordo com o consumo, e;
- Identificar peças.

4.3 Características do sistema *Kanban*

De acordo com Moura (1989) e Laje Júnior & Godinho Filho (2008), o sistema *Kanban* apresenta características diferentes para cada caso de aplicação. Existe um número de possibilidades na utilização deste esquema, no qual se podem combinar

diferentes tipos e quantidades de sinalizadores, forma de retirada, pontos de programação, tipos de estoques, entre outros.

Desta forma, tratar-se-á como sistema *Kanban* original, aquele que possuir as seguintes características:

- a) utilização de dois sinalizadores, sendo um de ordem de produção e outro de requisição. O primeiro autoriza a produção de peças para repor as requisitadas, constituindo um mecanismo de controle dentro do processo. O segundo permite o movimento de peças das estações de alimentação às de uso, correspondendo a um instrumento de controle entre processos;
- b) produção é puxada por meio do controle do nível dos estoques finais ou pela programação do último estágio produtivo;
- c) funcionamento de maneira descentralizada, por meio de controle visual pelos próprios operários do processo em cada etapa produtiva;
- d) os estoques possuem capacidade finita, determinada pelo número de sinalizadores.

4.4 Condições desfavoráveis e motivos à utilização do sistema *Kanban*

O sistema *Kanban* original foi desenvolvido no Japão, sendo o suporte do Sistema Toyota de Produção (STP)(SERENO et al, 2011;), ou seja, para funcionar dentro de determinadas circunstâncias produtivas e competitivas. Contudo, essas condições não são as mesmas para todas as organizações, e cada vez mais são impostas como resultado das transformações do ambiente competitivo.

Entre elas destaca-se o crescimento da sofisticação do consumo. Os consumidores estão buscando pontualidade, variedade, baixo custo, flexibilidade e alta qualidade. Assim, o sistema *Kanban* original possui uma série de condições desfavoráveis ao seu uso (Quadro 4.1).

Diante da dificuldade de utilizar o sistema *Kanban* original devido às situações adversas presentes no mercado atual, foram criados sistemas adaptados, que são mais apropriados à realidade em que as empresas estão atuando.

Quadro 4.1 Condições desfavoráveis à utilização do sistema *Kanban* e motivos

Condição desfavorável	Motivo
Produção desnivelada	Cria intervalos irregulares entre as ordens controladas pelo sistema <i>Kanban</i> e a necessidade de manter níveis de estoque maiores.
Instabilidade dos tempos de processamento	Ocasiona a escassez de certos itens e excesso de custos a menos que se mantenham níveis altos de estoque; e O sistema produtivo é constantemente interrompido, a menos que se mantenham níveis altos de estoque.
Não padronização das operações	Gera um alto grau de variação nos tempos de processamento, tempos de espera, tempos de <i>set up</i> e de operação dos trabalhos realizados em cada estágio produtivo, gerando, portanto, instabilidade e necessidade de manter altos níveis de estoque.
Tempos de <i>set up</i> grandes e/ou lote mínimo de produção com muitas peças	Geram aumento dos estoques em função do aumento do lote de produção e conseqüentemente desregula o nivelamento.
Grande variedade de itens	Aumenta a complexidade do fluxo de materiais, dificulta a adaptação dos painéis de cartões, cria irregularidades nos tempos e diminui a repetibilidade do sistema produtivo.
Demanda instável	Cria a necessidade de manter altos níveis de estoque, gera instabilidade interna nas operações e dificulta o nivelamento da produção.
Incertezas no abastecimento de matérias-primas	Impõem a necessidade de manter altos níveis de estoque de matérias-primas.

Fonte: LAGE JÚNIOR E GODINHO FILHO (2008).

4.5 Adaptações do sistema *Kanban*

Laje Junior & Godinho Filho (2008) e Laje Júnior (2007) em seus trabalhos identificaram, classificaram e analisaram as adaptações do sistema *Kanban* original propostos na literatura. Abaixo são apresentados alguns sistemas que seguem a lógica de funcionamento do sistema *Kanban* original e as adaptações que não seguem.

4.5.1 Sistema *Kanban* Controlado pelo Nível de Estoque (CNE)

Também conhecido por sistema *Kanban* comum (MONDEN, 1983), somente é utilizado o sinalizador ordem de produção. Nenhuma estação de trabalho é programada e a produção é puxada e iniciada pelo consumo de produtos finais.

O operador inicia a produção a partir de uma prioridade estabelecida por um painel com faixas de diferentes cores. De posse dessas prioridades, o colaborador pega o material necessário que é fornecido por estação de trabalho anterior e coloca no painel desta operação o cartão de autorização de produção (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007).

Este sistema tem como vantagem a simplicidade, pois é formado por um sinalizador, de ordem de produção, e existe apenas uma área de estocagem entre dois centros de trabalho consecutivos.

4.5.2 Sistema *Kanban* Híbrido (H)

Denomina-se *Kanban* H, sistema que apesar de puxar a produção, tem o seu último estágio programado via *Master Production Schedule* (MPS), Planejamento Mestre de Produção, ao invés de reagir no estoque de produtos finais. Por isso, apresenta características híbridas. Caso isto não ocorra, o sistema passa a ser do tipo CNE (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007; LAGE JÚNIOR; GODINHO FILHO, 2008).

4.5.3 Sistema *Kanban* eletrônico (*e-Kanban*)

O sistema *e-Kanban* e o original possuem apenas uma diferença: substituição dos sinalizadores físicos por eletrônicos. O uso virtual de sinais proposto por este sistema, ora representa ordens de produção, ora autorização de transferência de materiais. Com isso, o controle visual ainda permanece, alterando a forma física de disponibilidade dos controles.

O *e-Kanban* possui algumas características apresentadas a seguir, de acordo com Tubino, Molina & Dalmás (1994) e Argenta & Oliveira (2001):

- a) monitoramento de estoques, podendo ser diminuídos ou reestruturados os pontos de pedidos;
- b) comunicação facilitada por meio de software compartilhado com fornecedores, permitindo tomada de decisão rápida e disparando pedidos diretamente na linha de produção;

- c) avaliação do impacto no setor financeiro da organização, por intermédio da alimentação do faturamento diretamente para o sistema contábil da empresa, agilizando a emissão de faturas;
- d) registro do histórico da capacidade produtiva empresarial em diversos cenários temporários.

Desta forma, as principais vantagens do sistema são: possibilitar melhorias nos relacionamentos com fornecedores, se o sistema for utilizado externamente; avaliar o desempenho dos fornecedores; garantir precisão nas quantidades requeridas e transmitidas; pode ser utilizado mesmo que as estações de trabalho estejam muito distantes entre si; e reduzir a quantidade de papéis manejados na empresa (LAGE JÚNIOR; GODINHO FILHO, 2008).

4.5.4 Sistema *Kanban* de controle simultâneo (*Simultaneous Kanban Control System - SKCS*)

O SKCS é utilizado em sistemas produtivos com operações de montagem, constituindo uma ampliação da aplicabilidade do sistema *Kanban* original. A diferença está na maneira como são liberados os sinalizadores para os estágios precedentes.

Neste sistema, a necessidade é sinalizada simultaneamente, ou seja, a informação da demanda é transmitida ao mesmo tempo para todas as estações precedentes à estação de montagem e somente quando a montagem pode ser iniciada.

Este sistema apresenta como desvantagem o fato de poder ocasionar atrasos nas transmissões das demandas, uma vez que estas são liberadas simultaneamente.

4.5.5 Sistema *Kanban* de controle independente (*Independent Kanban Control System - IKCS*)

O IKCS, assim como o SKCS, tem seu uso em operações de montagem, cuja diferença do sistema *Kanban* original está na liberação dos sinalizadores.

A transferência dos sinalizadores para os processos precedentes ocorre de maneira independente, imediatamente após o transporte das peças para o processo de montagem, mesmo quando os demais componentes necessários à montagem

não estejam disponíveis. Assim, não acontecem atrasos na transmissão das demandas neste sistema.

O IKCS tende a manter níveis maiores de estoque em processo, uma vez que muitos componentes produzidos não podem ser utilizados ainda na montagem.

4.5.6 Sistema de puxada periódica (*Periodic Pull System - PPS*)

O sistema de puxada periódica é um modelo teórico desenvolvido por Kim (1985). A diferença entre o PPS e o *Kanban* original está na transferência de informações, sendo que o PPS propõe a utilização de um sistema computadorizado, empregando equações matemáticas para diminuir o tempo de processamento das informações, por meio do gerenciamento da situação do fluxo dos materiais em todos os processos.

As propriedades deste sistema são: somente a exata quantidade de material que tenha sido consumida por uma estação de trabalho é produzida pelo processo correspondente; o sequenciamento das famílias de produtos bem como a alocação da mão-de-obra pode ser feitos antecipadamente para o período posterior e os estoques são limitados podendo haver mudanças nos valores máximos, para que não ocorram faltas.

As vantagens deste sistema são: flexibilidade para mudança nos períodos de controle (semanal, diário, etc.), menor *lead time* de transferência de informações, pode ser usado em quaisquer que sejam as distâncias físicas entre as operações produtivas, flutuações da demanda são transferidas.

4.5.7 Sistema *Kanban* ajustado dinamicamente (*Dynamically Adjusting Kanban - DAK*)

É um sistema teórico proposto por Rees, Philipoom, Taylor e Huang em 1987, cuja diferença do sistema original está no ajuste dinâmico do número de sinalizadores. Este é ideal para empresas que possuem demanda instável.

4.5.8 Sistema de controle puxado regenerativo (*Regenerative Pull Control System - RPCS*)

O RPCS é uma adaptação do sistema *Kanban* original cujas características puxar a produção e limitar o nível máximo de estoque permanecem. Contudo, este foi adaptado para sistemas produtivos automatizados com máquinas executando

processos em paralelo e com sinalizações eletrônicas para autorização de produção e de transferência de materiais.

Este sistema visa atenuar os efeitos da variabilidade de itens e tempos de processamento.

4.5.9 Sistema *Kanbanjob-shop*

Este sistema sofreu alteração em relação ao *Kanban* original apenas no quadro e nos próprios sinalizadores. No sistema *Kanbanjob-shop*, os sinalizadores são associados a uma determinada operação e não a produtos, por isso adequado a sistemas produtivos com pequeno volume de produção e alta variedade de itens.

4.5.10 Sistema *Kanban* de bloqueios mínimos (*MinimalBlocking*)

Este sistema tem o objetivo de determinar uma estimativa da quantidade máxima de estoques de segurança no processo de forma a compensar as variações dos tempos de processamento, as quebras e equipamentos e as flutuações da demanda, ou seja, determinar o níveis de estoque.

As demais características do sistema são idênticas ao original.

4.5.11 Sistema de controle *Kanban* generalizado (*GeneralizedKanbanControl System - GKCS*)

Este sistema de controle trata-se da combinação do sistema de estoque base e o sistema *Kanban* original, no qual o estoque de segurança é mantido para atender instantaneamente à demanda e é utilizado sinalizadores para autorização de produção e para limitar os níveis de estoque.

O GKCS possui a vantagem de ser flexível e aderir às flutuações da demanda. Contudo, apresenta como desvantagem a necessidade da definição e gerenciamento de dois parâmetros de controle por estágio, o estoque de segurança e o número de sinalizadores de ordem de produção.

4.5.12 Sistema *Kanban* modificado (*Modified Kanban System - MKS*)

O MKS, apesar de não puxar a produção, possui as características de controle descentralizado, limitação do nível máximo de estoque e uso de sinalizadores. Foi criado para ser utilizado em fábricas de semicondutores, pois a irregularidade dos carregamentos nas linhas de produção, causada por problemas

operacionais que mesmo resolvidos deixavam dificuldades que impactavam no processo produtivo.

O sistema tem como princípio básico a divisão das operações em grupos ou centros de controle de estoque e, dentro de cada grupo, criar uma limitação dos estoques, por intermédio de sinalizadores.

4.5.13 Sistema *Kanban* auto-adaptativo (*Auto-adaptive Kanban*)

Este sistema preserva 03 (três) características em relação ao sistema *Kanban* original: puxar a produção, controle descentralizado e limitação do nível máximo de estoque. A diferença consiste na capacidade de ser auto-adaptável às condições produtivas e de demanda, por meio de tecnologias computacionais existentes na manufatura como, CAM (*Computer Aided Manufacturing*) e CIM (*Computer Integrated Manufacturing*), e também na simplicidade e necessidade de poucos dados para alimentação do sistema.

4.5.14 Sistema *Kanban* de pedidos simultâneos (*Concurrent Ordering System - COS*)

O COS é um sistema desenvolvido teoricamente por Izumi e Takahashi (1993), que difere do sistema *Kanban* original na característica emissão simultânea das ordens de produção e de requisição de materiais para todos os processos produtivos baseado na demanda real no último estágio.

Para liberar essas ordens, os sinalizadores de requisição e produção de todos os estágios ficam afixados nos produtos finais. Os pedidos que chegam são satisfeitos pelo estoque de produtos finais, e os sinalizadores que estavam junto a esses são removidos, separados e transferidos a todos os processos correspondentes.

4.5.15 Sistema *Kanban* de pedidos simultâneos modificados (*Modified Concurrent Ordering System - MCOS*)

Este sistema é uma adaptação do sistema *Kanban* de pedidos simultâneos, o qual objetivou melhorar o seu funcionamento por intermédio do envio imediato de sinalizadores no momento da chegada de uma nova demanda, e não quando os produtos forem consumidos do estoque.

Diferentemente do sistema *Kanban* de pedidos simultâneos, que a transmissão das ordens depende da existência de estoque dos produtos finais, ou

seja, se não houver produtos acabados no último estágio a transmissão das ordens é atrasada até que novos produtos estejam prontos.

As demais características mantiveram-se similares ao sistema *Kanban* original.

4.5.16 Sistema *Kanban* genérico (*Generic Kanban System - GKS*)

O sistema *Kanban* genérico foi desenvolvido para atender as necessidade de um sistema do tipo JIT para ambientes produtivos não repetitivos. A peculiaridade do GKS está na utilização dos sinalizadores, que são genéricos, ou seja, não pertencem a uma determinada peça, podendo ser atribuídos a qualquer item dentro da estação de trabalho.

No GKS é necessário um tempo de espera, visto que não são retidos estoques de produtos intermediários, apenas são mantidos sinalizadores que, quando retirados não disparam automaticamente a produção de novas peças, mas sim aguardam por uma nova requisição.

4.5.17 Sistema *Kanban* flexível (*Flexible Kanban System - FKS*)

O sistema *Kanban* flexível é ideal para organizações com demanda instável e alta variabilidade dos tempos de processamento nas estações de trabalho. Criado por Gupta e Al-Turk (1997), tem a particularidade de utilizar um algoritmo para manipular dinamicamente e sistematicamente o número de sinalizadores a fim de evitar os bloqueios e os desabastecimentos causados pelas incertezas durante o ciclo produtivo.

Este sistema mantém as características puxar a produção, controle descentralizado e limitação do nível máximo de estoque do sistema *Kanban* original. Entretanto, o número de sinalizadores, que não é fixo durante o período produtivo, é calculado por meio de um algoritmo desenvolvido pelos criadores deste sistema.

4.5.18 Sistema *Kanban* abordagem empurrada-puxada (*Push-Pull Approach - PPA*)

Este sistema leva em consideração as diferenças internas existentes entre os processos produtivos de uma mesma produção e duas abordagens diferentes de produção: empurrada e puxada. Ele pode tomar a forma de um sistema *Kanban* original como de um sistema totalmente empurrado. Contudo, faz-se

necessário considerar uma situação: possa ser instalado um sistema *Kanban* pelo menos em alguma parte do processo, teoricamente.

4.5.19 Sistema *Kanban* reativo descentralizado (*Decentralized Reactive Kanban - DRK*)

Desenvolvido por Takahashi & Nakamura (1999), o DKR visa controlar independentemente os estoques de cada etapa do processo produtivo e, com isso, além de responder efetivamente à demanda, manter baixos os níveis médios de estoque em processo e reduzir a média do tempo de espera no atendimento aos pedidos. Portanto, tem o objetivo de garantir um bom desempenho de sistemas produtivos de múltiplos estágios e mudanças instáveis na demanda por produtos.

4.5.20 Sistema de controle *Kanban* estendido (*Extended Kanban Control System - EKCS*)

No EKCS, a demanda por produtos finais é decomposta para cada etapa produtiva e transferida imediatamente para os respectivos processos. Desta forma, a produção em cada etapa é comandada pela demanda, porém limitada pelos sinalizadores.

Os sinalizadores funcionam como autorização para transferência de peças para os estágios seguintes. Este sistema mantém as características originais de puxar a produção globalmente, mesmo empurrando-a entre as estações intermediárias.

Este sistema visa um bom balanceamento entre os custos dos estoques e o nível de serviço ao consumidor.

4.5.21 Sistema de controle *Kanban* estendido simultâneo (*Simultaneous Extended Kanban Control System - SEKCS*)

Este sistema consiste na generalização do EKCS para SKCS, apresentado na seção 4.5.4. A produção em cada etapa produtiva é comandada pela demanda, porém de forma dependente, a transferência das peças para a operação de montagem ocorre somente quando possa realmente ser iniciada.

4.5.22 Sistema de controle *Kanban* estendido independente (*IndependentExtendedKanbanControl System - IEKCS*)

Este sistema é similar ao SEKCS. A diferença consiste no momento de transferência das peças para montagem que é realizada de forma independente, ou seja, assim que o sinalizador estiver disponível.

4.5.23 Sistema *Kanban* adaptado (*AdaptiveKanban*)

Este sistema consiste na determinação de quando e quantos sinalizadores devem ser liberados para os processos em função dos níveis de estoque, dos pedidos e da demanda por produtos. Ele é proposto para o controle do fluxo de materiais em ambientes com demanda instável.

Esta adaptação é tão simples quanto o sistema original, e as características de produção puxada, controle descentralizado e limitação do nível máximo de estoque são mantidas e foi desenvolvida teoricamente por Tardif e Maaseidvaag (2001).

4.5.24 Sistema *Kanban* reconfigurável (*Reconfigurable Kanban System - RKS*)

Este sistema foi proposto teoricamente com o objetivo de ser mais responsivo e com maior efetividade em termos de custos com estoques. A mudança fundamental do RKS em relação ao sistema *Kanban* original é sua reconfigurabilidade em termos de número total de sinalizadores.

O RKS apresenta característica enfatizada no controle do número de sinalizadores adicionais por meio do exame da diferença entre a demanda e a produção do produto correspondente.

4.5.25 Sistema *Kanban* baseado no estoque (*InventoryBased System - IBS*)

Este sistema foi proposto teoricamente por Takahashi (2003), no qual os níveis de estoque dos produtos são monitorados para detectar variações de consumo inconstantes. A cada constatação de instabilidade é aumentado ou reduzido o número de sinalizadores em uma unidade, diferentemente de outros sistemas nos quais o número adicional de sinalizadores é também definido a priori.

O IBS é direcionado para ambientes competitivos com altas variações na demanda.

4.5.26 Sistema de controle puxado falso (*FakePullControl System - FPCS*)

Esta adaptação trata-se de uma maneira de operacionalizar o sistema *Kanban* de forma a permitir que o sistema produtivo empurre os materiais quando houver condições impróprias para o funcionamento do sistema *Kanban* original, ou seja, um subterfúgio válido para não comprometer o desempenho produtivo.

Nessas condições, a produção é empurrada, o controle é centralizado, a função dos sinalizadores fica comprometida e os estoques não são limitados.

4.5.27 Sistema *Kanban bar-coding*

Este sistema foi criado por Landry et al (1997) devido a necessidade de melhorar a coordenação do fluxo de materiais comprados por uma empresa, que tem processo produtivo semi-repetitivo e com grande influência das flutuações da demanda.

A solução representada por essa adaptação do sistema *Kanban* utiliza basicamente um sistema MRP e sinalizadores com código de barras. Nesta, apenas as características de limitação do nível máximo de estoque são mantidas em relação ao sistema *Kanban* original.

4.5.28 Sistema *Kanban CPM (CPM Kanban System)*

O sistema *Kanban* proposto por Abdul-Nouret et al (1998) é utilizado entre os departamentos produtivos e a montagem do produto final. Dentro desses departamentos a produção é empurrada. O sistema foi implantado por intermédio de um sistema *Computer Aided Design (CAD)* para projetar os produtos finais e utiliza a abordagem *Critical Path Method (CPM)* para representar as tarefas a serem executadas pelos departamentos produtivos e identificação das atividades críticas.

4.5.29 Sistema *MRP/Shop Floor Extension*

Este sistema consiste em uma forma genérica da aplicação conjunta do MRP com o sistema *Kanban* original. Nesta adaptação são criados dispositivos de aderência entre as atividades de planejamento do MRP e as atividades de execução no chão de fábrica.

4.5.30 Sistema *Kanban* virtual (*Virtual Kanban - VK*)

Este sistema possui a característica de transferência dos sinalizadores aos processos anteriores, que corresponde ao desempenho do processo gargalo, ou seja, quando algum problema acontece, por exemplo, falta de alguma matéria-prima, nenhum sinalizador é transferido às estações precedentes (LAGE JÚNIOR; GODINHO FILHO, 2008).

4.5.31 Sistema *Kanban* customizado tipo 5 e tipo 10 (*CustomizedType 5 System / CustomizedType 10 System*)

A customização consiste basicamente em três etapas: utilizar um modelo genérico que possui integradamente todos os tipos possíveis de controle puxado; simular a utilização deste modelo usando as características do sistema produtivo no qual se pretende implementar um sistema puxado customizado; e com base nos resultados da simulação, obter os valores desejados para os parâmetros.

O sistema tipo 5 apresenta características como controle descentralizado e limitação do nível máximo de estoque similar ao sistema *Kanban* original. Já o tipo 10 é descentralizado e em determinadas partes, existe limitação do nível máximo de estoque.

5. PROPOSTA DE SISTEMA KANBAN ADAPTADO

5.1 Introdução

Este capítulo tem como principal objetivo propor um sistema *Kanban* adaptado para atender as necessidades de compra para a empresa objeto de estudo, apresentar suas características e compará-las ao sistema original, bem como vantagens e desvantagens.

5.2 Características do sistema adaptado

O sistema *Kanban* adaptado desenvolvido para a empresa em estudo foi denominado de *Kanban* eletrônico para compras por possuir linguagem de programação *Visual Basic* (VB) e ter sido construído em planilha eletrônica. Este foi classificado como adaptado por não seguir a lógica de funcionamento do sistema original em algumas de suas características. O sistema possui as seguintes características:

- a) apresenta apenas um sinalizador representando a necessidade de emissão de ordem de compra da matéria-prima;
- b) compra puxada por meio do controle do nível de estoque da matéria-prima;
- c) funcionamento de maneira centralizada, por meio de planilha eletrônica atualizada pelo setor de planejamento;
- d) estoque com capacidade finita, limitada ao nível máximo de estoque de 30 dias.

Assim, em comparação ao sistema *Kanban* original, notam-se as diferenças apresentadas abaixo:

- a) alterações no uso dos sinalizadores que não apresentam forma material, ou seja, atributos físicos de cartão ou anel;
- b) tipo de sinalizador utilizado para ordenar a compra de matéria-prima;
- c) sinalizador genérico, uma vez que não pertence a um determinado item;

- d) coleta e/ou utilização das informações não é feita de maneira visual;
- e) o setor operacional não interfere na compra da matéria-prima.

Vale ressaltar que o sistema desenvolvido possui semelhanças com os sistemas adaptado *InventoryBased System* (TAKAHASHI, 2003) e *Bar CodingKanban* (LANDRY et al, 1997).

5.3 Vantagens e desvantagens do sistema adaptado

Entre as vantagens do sistema desenvolvido destacam-se:

- Pode ser utilizado mesmo que as estações de trabalho estejam distantes, setor de planejamento e fábrica;
- Reduz a probabilidade de erros associado ao manuseio dos sinalizadores (extravios e trocas), uma vez que estes não existem fisicamente;
- Pode ser utilizado eficazmente em ambientes competitivos com demanda instável;
- Pode ser utilizado eficazmente em ambientes produtivos com tempos de processos variáveis, com fluxo de materiais complexo, com alta variedade de itens/produtos, com operações automatizadas, com máquinas de baixa confiabilidade, com gargalos;
- Simplifica a utilização de sinalizadores;
- Confere flexibilidade para mudanças nos períodos de controle (diário, semanal, etc.);
- Reduz os níveis médios de estoque;
- Aumenta a flexibilidade no suprimento das matérias-primas.

Entre as desvantagens estão a dificuldade de lidar com a compra nos três meses iniciais de introdução de novos produtos e também o aumento da complexidade de utilização.

5.4 O sistema adaptado

O sistema *Kanban* eletrônico para compras foi desenvolvido em planilha eletrônica e pode ser dividido em duas partes: importação de dados por meio de programação em *Visual Basic* e base de cálculos.

5.4.1 Programação em Visual Basic

Visual Basic é uma maneira rápida e fácil para criar programas, por meio de um conjunto completo de ferramentas para simplificar o desenvolvimento destes. *Visual* refere-se ao método usado para criar o que o usuário visualiza, ou seja, a interface gráfica do usuário. Já *Basic* está relacionado à linguagem de programação *BeginnersAll-purposeSymbolicInstructionCode* (BASIC) (MSDN, 2013).

A programação do *Kanban* eletrônico para compras pode ser dividida em duas etapas: limpeza e importação dos dados. A limpeza consiste na exclusão dos dados que outrora foram importados e utilizados para planejamento e controle dos estoques.

A importação diz respeito às entradas do sistema, isto é, aos dados que gerarão a informação para a tomada de decisão de realizar a compra ou não de determinado item e qual a criticidade. Estes correspondem aos consumos das matérias-primas dos últimos três meses tendo como referência o estoque a ser analisado, o estoque atual do mês analisado e os pedidos de compra colocados em aberto.

É denominado importação devido aos dados serem obtidos externamente. O principal benefício da conexão com dados externos é a possibilidade de analisar periodicamente esses dados, sem copiar repetidamente os dados, o que é uma operação que pode levar tempo e está propensa a erros. Depois de conectar-se a dados externos, você também pode atualizar automaticamente as pastas de trabalho a partir da fonte de dados original sempre que a fonte de dados for atualizada com novas informações.

Recomenda-se que os dados que serão importados, neste caso em específico são relatórios, sejam colocados em uma pasta juntamente com a planilha eletrônica, uma vez que para a atualização, a programação irá buscar a origem destes, o caminho.

O projeto de programação do sistema *Kanban* adaptado segue no Apêndice A.

5.4.2 Base de cálculos

A base de cálculos é a planilha da pasta de trabalho na qual está dimensionado a quantidade de cartões existentes para determinado item no dia da análise do sistema *Kanban* eletrônico para compras. O número de cartões é equivalente ao número de dias em estoque da matéria-prima.

A quantidade limite bem como a determinação do ponto de pedido é definida por meio de política empresarial. Para este trabalho, o primeiro corresponde a 30 dias e o segundo a 15, ou seja, quando um item apresentar número de cartão menor ou igual a 15 dias, a emissão de ordem de compra deste deverá ser realizada.

Na Figura 5.1 segue a interface para análise do sistema *Kanban* eletrônico para compras.

Figura 5.1 Base de cálculos do sistema *Kanban* adaptado.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Item	Descrição	Consumo Mês 1	Consumo Mês 2	Consumo Mês 3	Consumo Diário	Estoque Atual	Ordens de compra	Número de cartões
2	XXX	ADESIVO XXX	1.538	1.642	1.273	49	0	800	16
3	YYY	ADESIVO YYY	3.817	5.224	4.482	150	0	800	5
4	ZZZ	ADESIVO ZZZ	0	0	0	0	0	15	?
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									

Diagram illustrating the calculation logic for the Kanban system, showing the relationship between the data table and the calculation boxes below it:

- Column C (Consumo Mês 1) is linked to the formula: $\text{=SOMASE('Programação VB'!Coluna Item;'Base de cálculo'!Coluna Item;'Programação VB'!Coluna Consumo)}$
- Column F (Consumo Diário) is linked to the formula: =MÉDIA(C2:E2)/30
- Column G (Estoque Atual) is linked to the formula: $\text{=SOMASE('Programação VB'!Coluna Item;'Base de cálculo'!Coluna Item;'Programação VB'!Coluna Saldo em estoque)}$
- Column H (Ordens de compra) is linked to the formula: $\text{=SOMASE('Programação VB'!Coluna Item;'Base de cálculo'!Coluna Item;'Programação VB'!Coluna Quantidade comprada)}$
- Column I (Número de cartões) is linked to the formula: $\text{=SEERRO((G2+H2)/F2;'?)}$

6. ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado em uma empresa que atua no segmento de fabricação de artigos esportivos, caracterizada por um contínuo processo de evolução tecnológico e modernização de seus produtos.

A motivação da escolha foi a constatação de que era possível reduzir os estoques e simplificar os pedidos de reposição por meio de implementação de práticas enxutas sem adicional de custo. Velocidade e consistência das reposições são as bases do sucesso da prática enxuta. Para tanto, o sistema *Kanban* por informar a necessidade de entregar e/ou produzir certa quantidade de matéria-prima ou peças buscando a redução dos desperdícios, torna-se uma importante ferramenta para se alcançar estes objetivos (GODINHO FILHO; LAGE JUNIOR, 2008), ressaltando que a empresa possui demanda instável.

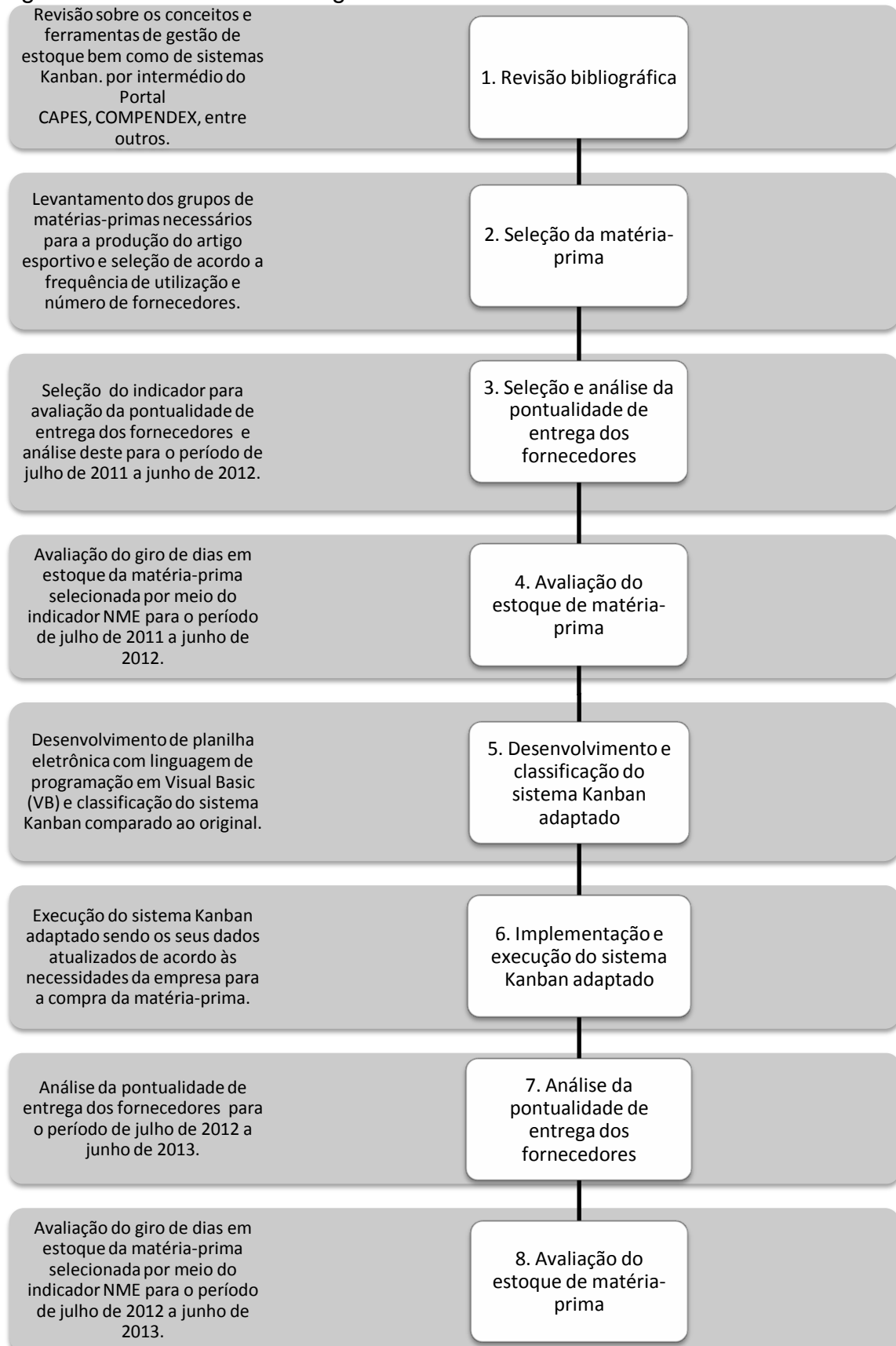
Para tanto, foi analisado o indicador de desempenho Nível Médio de Estoque (*NME*) referente a um grupo de matéria-prima denominado adesivos, que é utilizado na produção em um dos tipos de materiais esportivos. O objetivo é comparar o nível de estoque deste grupo, dos períodos julho de 2011 a junho de 2012 e julho de 2012 a junho de 2013 momento em que houve a formação de parceria com os fornecedores dos suprimentos e implementação do sistema *Kanban* adaptado desenvolvido para a realidade da empresa.

Para avaliação da parceira, importante elemento que influencia no sucesso do sistema desenvolvido, foram selecionados dois modelos de cálculo do indicador Pontualidade de Entrega dos Fornecedores (PEF). Foram comparados os dois modelos baseados em amostras usando técnicas estatísticas, selecionando um tendo como critério as entradas para a realização do cálculo do indicador, e assim, determinada a qualidade de entrega no destino (fábrica) em relação aos períodos apontados acima com base nos movimentos de recebimento e quantidade entregue.

Por fim, a avaliação do estoque por intermédio do indicador NME foi feita por comparação da distribuição das amostras, utilizando o *boxplot*. A mediana é uma medida de resumo ou de centralidade pouco sensível a valores extremos, portanto se adequa a necessidade do estudo, uma vez que é pouco afetada pela presença de observações discrepantes (PINHEIRO et al, 2009).

A estrutura metodológica é apresentada na Figura 6.1.

Figura 6.1 Estrutura metodológica.



6.1 Seleção da matéria-prima

Os materiais esportivos estudados são formados a partir de 30 (trinta) grupos de matérias-primas diferentes. O grupo denominado químicos auxiliares de processo é o que apresenta maior frequência de utilização, sendo que em um mesmo produto constam uma média de 6 (seis) auxiliares para efetivação da produção. Além disso, este grupo é abastecido por 7 (sete) fornecedores.

O grupo chamado adesivos representa a segunda maior frequência de utilização com média de 4(quatro) e possui 2 (dois) fornecedores. Por este trabalho consistir no início da implantação das práticas enxutas e ser necessário atuar com a cadeia de abastecimento, o grupo adesivo por possuir menor número de fornecedores foi o escolhido.

6.1.1 Grupo adesivos

Os adesivos representam um grupo de materiais de grande importância, uma vez que eles são os responsáveis pela manutenção da coesão ou ligação entre os vários elementos constituintes de um artigo esportivo, atuando também como modificador de superfícies. Muitas destas colagens envolvem a união de dois substratos de natureza diferente: borrachas vulcanizadas, Etileno de Vinila Expandido (EVA), Policloropreno (NEOPRENE), laminados de Policloreto de vinila (PVC) e Poliuretano(PU).

As principais características técnicas (CAETANO, 2013) dos materiais adesivos são apresentadas abaixo:

- Tipo de adesivo (polímero base, base solvente ou base aquosa);
- Mono ou bi-componente;
- Densidade;
- Cor e variação de cor;
- Percentagem de sólidos (%);
- Viscosidade em centipoise (cps);

- Tempo de abertura, minutos (período de tempo durante o qual o material adesivo, após a sua aplicação, mantém poder adesivo e de “molhabilidade” dos substratos a unir);
- Tempo de secagem, minutos (tempo mínimo, a determinada temperatura, para que o adesivo perca o solvente que o acompanha);
- Nível de adesividade (força necessária para descolar um provete com determinada largura);
- Tempo de vida, minutos ou horas (tempo durante o qual é possível a utilização do adesivo bi-componente);
- Resistência à temperatura.

Além dos requisitos de natureza técnica, os adesivos devem respeitar métodos de utilização. Estes são:

- Possibilitar uma fácil aplicação (com pincel, rolo ou pistola);
- Ser incolores, em grande número de aplicações;
- Ser não tóxicos;
- Ser amigos do ambiente.

Como citado anteriormente, na empresa estudo, o abastecimento destes suprimentos é realizado por dois fornecedores.

6.2 Obtenção dos dados

Os dados foram obtidos por intermédio do Sistema Integrado de Gestão Empresarial (SIGE), o qual integra todos os elementos e processos da organização em estudo.

Para avaliação da parceria formada com os fornecedores, o indicador PEF teve sua construção baseada no relatório Pontualidade de fornecedores, no qual foram extraídas as entradas para o seu desenvolvimento que foram: quantidade solicitada, quantidade entregue, data de entrega acordada e data do recebimento.

Vale ressaltar que os pedidos que poderiam ser considerados como antecipações foram descartados, uma vez que não se tinha a informação se este foi acordado com a empresa.

A atualização do sistema *Kanban* adaptado desenvolvido também teve suas entradas obtidos por meio de relatórios obtidos no SIGE: os consumos das matérias-primas dos últimos três meses tendo como referência o estoque a ser analisado, o estoque do mês analisado e os pedidos de compra colocados em aberto. Já o indicador *NME* teve sua construção baseada no relatório Giro de estoques, no qual foram extraídas as entradas para o seu cálculo.

6.3 Modelos de cálculo do indicador Pontualidade de Entrega de Fornecedores

O indicador Pontualidade de Entrega de Fornecedores tem por objetivo mensurar a qualidade dos prazos de entregas. Este também é conhecido por Índice de Pontualidade do Fornecedor (IPF), Índice de Desempenho de Entrega (IDE) ou ainda Índice de Performance de Entrega (IPE). Ele pode ser calculado de diferentes formas e está diretamente relacionado ao atendimento da necessidade da empresa.

Abaixo são apresentados dois modelos para calcular o indicador PEF.

6.3.1 Modelo 1

Calculado tomando como base as datas previstas e efetivas das entregas dos materiais (GRUPO MAHLE BRASIL, 2006). Quando ocorrer antecipação programada e acordada bem como atraso cuja responsabilidade não possa ser creditada ao fornecedor, não deverá ser ponderado como demérito. Em adição, para parceiros estrangeiros haverá consideração quanto à data de embarque.

O cálculo do indicador é construído em duas etapas: na primeira é conferida uma Pontuação (Quadro 6.1) para cada dia referente à data de entrega do material. O dia é apresentado por:

$$DIA = Data\ efetiva\ de\ entrega - Data\ prevista \quad (1)$$

Quadro 6.1 Pontuação conferida ao dia

Dia	0 a 5	6	7	→	24	>25
Pontuação	100	95	90		5	1

Fonte: Adaptado de Grupo MAHLE Brasil (2006).

A segunda etapa consiste no cálculo do indicador por meio da média aritmética da Pontuação.

$$PEF(\%) = \frac{\sum \text{Pontuação}}{\text{Quantidade de entregas}} \quad (2)$$

6.3.2 Modelo 2

Construído em três etapas: na primeira é atribuído um Peso (Quadro 6.2) para cada atraso referente à data de entrega no destino. O atraso (Equação 3) é determinado utilizando duas informações, a data acordada de entrega com o fornecedor na emissão do pedido e a data de recebimento da mercadoria na fábrica (TOTVS Manufatura (Datasul), 2012).

$$ATRASSO = \text{Data de recebimento} - \text{Data de entrega da parcela} \quad (3)$$

Ressaltando que se classifica como atraso tanto as entregas antecipadas não acordadas quanto as que chegaram após data estipulada no acordo.

Quadro 6.2 – Pesos atribuídos aos atrasos

Atraso (X) (Dias)	Peso
$X \leq -20$	0
$-20 \leq X < -10$	0,5
$-10 \leq X < -5$	0,7
$-5 \leq X < 0$	0,9
$X = 0$	1
$5 \leq X < 10$	0,9
$10 \leq X < 20$	0,7
$20 \leq X < 30$	0,5
$30 \leq X < 40$	0,2
$X > 40$	0

Fonte: Adaptado de TOTVS Manufatura (Datasul) (2012).

A segunda etapa consiste no cálculo do Índice de Movimento. Calcula-se primeiro, o Índice de Quantidade que consiste no percentual de quantidade recebida sobre quantidade mensurada (Equação 4).

$$\text{ÍNDICE DE QUANTIDADE} = \frac{(\text{Quantidade recebida} \times 100)}{\text{Quantidade da parcela}} \quad (4)$$

Se este for maior que 100, o Índice de Movimento assumirá $Peso \times 100$ (Equação 5).

$$\text{ÍNDICEDEMOVIMENTO} = \text{Peso} \times 100 \quad (5)$$

Caso contrário, $Peso \times$ Índice de Quantidade (Equação 6). Saliendo que o $Peso$ foi determinado na etapa anterior.

$$\text{ÍNDICEDEMOVIMENTO} = \text{Peso} \times \text{Índice de Quantidade} \quad (6)$$

Por fim, é presumido o indicador de Pontualidade de Entrega dos Fornecedores (Equação 7) por meio da média aritmética dos Índices de Movimento e classificado de acordo ao Quadro 6.3 apresentado abaixo.

$$PEF = \frac{\sum \text{Índices de Movimento}}{\text{Quantidade de recebimentos no período}} \quad (7)$$

Quadro 6.3 – Classificação do indicador de Pontualidade de Entrega dos Fornecedores

Índice de Pontualidade (Y)	Classificação
$Y \leq 70$	Deficiente
$86 \leq Y < 70$	Sofrível
$93 \leq Y < 86$	Regular
$96 \leq Y < 93$	Bom
$100 \leq Y < 96$	Ótimo

Fonte: Adaptado de TOTVS Manufatura (Datasul) (2012).

O cálculo da pontualidade de entrega pode ser realizado por meio de diferentes modelos. Para este trabalho, foram selecionados os dois apresentados acima, pois a base de cálculo é fundamentada nas datas de entrega e recebimento da mercadoria.

6.4 Técnicas estatísticas para análise dos modelos do indicador PEF

Foram estudadas duas amostras independentes, X_1, \dots, X_n e Y_1, \dots, Y_n de duas populações P_1 e P_2 , respectivamente, comparando as médias e verificando se

elas poderiam ser consideradas iguais ou não. Por serem populações normais, preliminarmente, foram testadas se as variâncias de P_1 e P_2 são iguais.

Para caracterização dos dados obtidos, estes foram divididos em dois grupos (1 e 2), como forma de facilitar as análises. O Grupo 1 representa as amostras do indicador PEF calculadas de acordo aos modelos apresentados para o período de julho de 2011 a junho de 2012, enquanto o Grupo 2 reproduz para o intervalo de julho de 2012 a junho de 2013. A população P_1 refere-se às amostras do modelo numeração 1 e P_2 , 2.

6.4.1 Comparação de variância de duas populações

Segundo Bussab&Morettin (2010), considerando uma amostra X_1, \dots, X_n de uma população com distribuição normal com média e variância, respectivamente, (μ_1, σ_1^2) e uma amostra Y_1, \dots, Y_n de uma população com distribuição normal (μ_2, σ_2^2) e que estas são independentes e que a fonte de incerteza predominante é a devido ao desvio-padrão, testa-se:

$$\begin{cases} H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \\ H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \end{cases}$$

Na estatística F, a razão de variância (Equação 8) é um valor de variável aleatória com distribuição F. Esta importante distribuição contínua depende de dois parâmetros chamados graus de liberdade do numerador e do denominador.

$$F = \frac{\max(S_1^2, S_2^2)}{\min(S_1^2, S_2^2)} \quad (8)$$

Sendo S_1^2 e S_2^2 as variâncias das amostras.

Rejeitaremos a hipótese nula se:

$$F > F_{n_N-1, n_D-1, \alpha/2}$$

Onde:

n_N : tamanho da amostra referente ao numerador;

n_D : tamanho da amostra referente ao denominador.

Para as amostras analisadas obtiveram-se os resultados apresentados no Quadro 6.4.

Sendo a análise da hipótese da igualdade de variâncias crucial para o uso na comparação de duas médias e de posse dos resultados abaixo, será necessária a realização do teste t para populações com variâncias desconhecidas e iguais e desiguais.

Quadro 6.4 Igualdade de variâncias para Grupo 1 e 2

Grupo	N	F	$F_{n_N-1, n_D-1, \alpha/2}$	Resultado
1	$n_N = 15$ $n_D = 24$	1,49]1,95; +∞[Aceita
2	$n_N = 35$ $n_D = 7$	5,04]1,95; +∞[Rejeita

6.4.2 Comparação de médias de duas populações com variâncias desconhecidas e iguais

Supondo que, ao testar a hipótese de igualdade de variâncias não seja rejeitada, porém a variância comum é desconhecida (MAGALHÃES; LIMA, 2008). Considerando uma amostra X_1, \dots, X_n de uma população com distribuição normal μ_1 e σ_1^2 desconhecida e uma amostra Y_1, \dots, Y_m de uma população com distribuição normal μ_2 e σ_2^2 desconhecida, a hipótese para se testar as médias é:

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

Como S_1^2 e S_2^2 , são dois estimadores não-viesados de σ^2 , pode-se combiná-los para obter um estimador comum (Equação 9) que também é um estimador não-viesado de σ^2 .

$$S_p^2 = \frac{(n-1)S_1^2 + (m-1)S_2^2}{n+m-2} \quad (9)$$

Onde:

n: número de amostras da população P_1 ;

m: número de amostras da população P_2 .

A seguir calcula-se a estatística que terá uma distribuição t de Student (Equação 10):

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{S_p \sqrt{1/n + 1/m}} \quad (10)$$

Rejeita-se H_0 se $|T| > T_{\alpha/2, n+m-2}$.

6.4.3 Comparação de médias de duas populações com variâncias desconhecidas e desiguais

Como a hipótese de igualdade de variâncias foi rejeitada (BUSSAB; MORETTIN, 2010), a hipótese para se testar as médias é:

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

Deve-se usar a estatística (Equação 11) abaixo:

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{S_1^2/n + S_2^2/m}} \quad (11)$$

Onde \bar{X} e \bar{Y} são as médias amostrais, n e m o tamanho das amostras e S_1^2 e S_2^2 são as variâncias das amostras.

O número de graus de liberdade para t é calculado de acordo a Equação 12, uma vez que se aproxima de uma distribuição t de Student:

$$gl = \frac{[(S_1^2/n) + (S_2^2/m)]}{\frac{(S_1^2/n)^2}{n-1} + \frac{(S_2^2/m)^2}{m-1}} \quad (12)$$

Rejeita-se H_0 se $|T| > T_{\alpha/2, gl}$.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Comparação entre os modelos de cálculo do indicador de desempenho Pontualidade de entrega de Fornecedores

O confronto entre os modelos 1 e 2 selecionados para cálculo do indicador foi realizado utilizando-se testes estatísticos de comparação de duas populações para verificar se existe diferença entre as médias de um e outro, visto que os dados seguiram uma distribuição normal. Foi realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk, no qual foram obtidos os resultados apresentados no Quadro 7.1, comprovando a normalidade.

Quadro 7.1 Resultados do teste de normalidade

Grupo	Modelo	Tamanho da amostra	$W_{\text{calculado}}$	W	P-valor
1	1	15	0,98	0,88	>0,10
1	2	24	0,96	0,91	>0,10
2	1	7	0,99	0,80	>0,10
2	2	35	0,98	0,93	>0,10

Os Quadros 7.2 e 7.3 apresentam os resultados dos testes, com um nível de significância de 0,05.

Para o grupo 1, período de julho 2011 a junho de 2012, o resultado mostrou que há evidências para aceitar a hipótese de que as médias dos modelos para cálculo do indicador PEF são iguais (Quadro 7.1).

Quadro 7.2 Resumo dos resultados das hipóteses do grupo 1.

Código	Hipótese	$ T $	$T_{\alpha/2,gl}$	Resultado
H_0	Modelos selecionados para cálculo do indicador PEF possuem médias iguais	0,24] $-\infty$;-2,03[U]2,03; $+\infty$ [Aceita
H_1	Modelos selecionados para cálculo do indicador PEF possuem médias diferentes			Rejeita

Para o grupo 2, período de julho de 2012 a junho de 2013, a hipótese de que os modelos para cálculo do indicador possuem médias iguais também foi aceita (Quadro 7.2).

Quadro 7.3 Resumo dos resultados das hipóteses do grupo 2.

Código	Hipótese	$ T $	$T_{\alpha/2,gl}$	Resultado
H_0	Modelos selecionados para cálculo do indicador PEF possuem médias iguais	6,73] $-\infty$;-12,71[U]12,71; $+\infty$ [Aceita
H_1	Modelos selecionados para cálculo do indicador PEF possuem médias diferentes			Rejeita

Pode-se concluir que os dois modelos apresentados apresentam semelhanças em seus resultados. Este trabalho considera a quantidade entregue um importante elemento a ser avaliado, uma vez que irá impactar diretamente no giro de dias em estoque de determinado item. Portanto, avaliou os fornecedores utilizando o modelo 2.

7.2 Análise da qualidade de entrega no destino

O Quadro 7.4 apresenta a classificação do indicador de Pontualidade de Entrega de Fornecedores de acordo ao modelo 2. A caracterização do resultado pode ser: deficiente, sofrível, regular, bom e ótimo.

De acordo com os dados do Quadro 7.4, houve um melhora da entrega pelos fornecedores de adesivos comparando os dois períodos: julho de 2011 a junho de 2012 e julho de 2012 a junho de 2013, apesar de ambos ainda estarem classificados como sofrível. Observa-se que a entrega em até 5 dias aumentou em 13%, contudo com relação a quantidade entregue, a melhora ficou em torno de 4%, o que impactou no desempenho dos fornecedores (Figura 7.1).

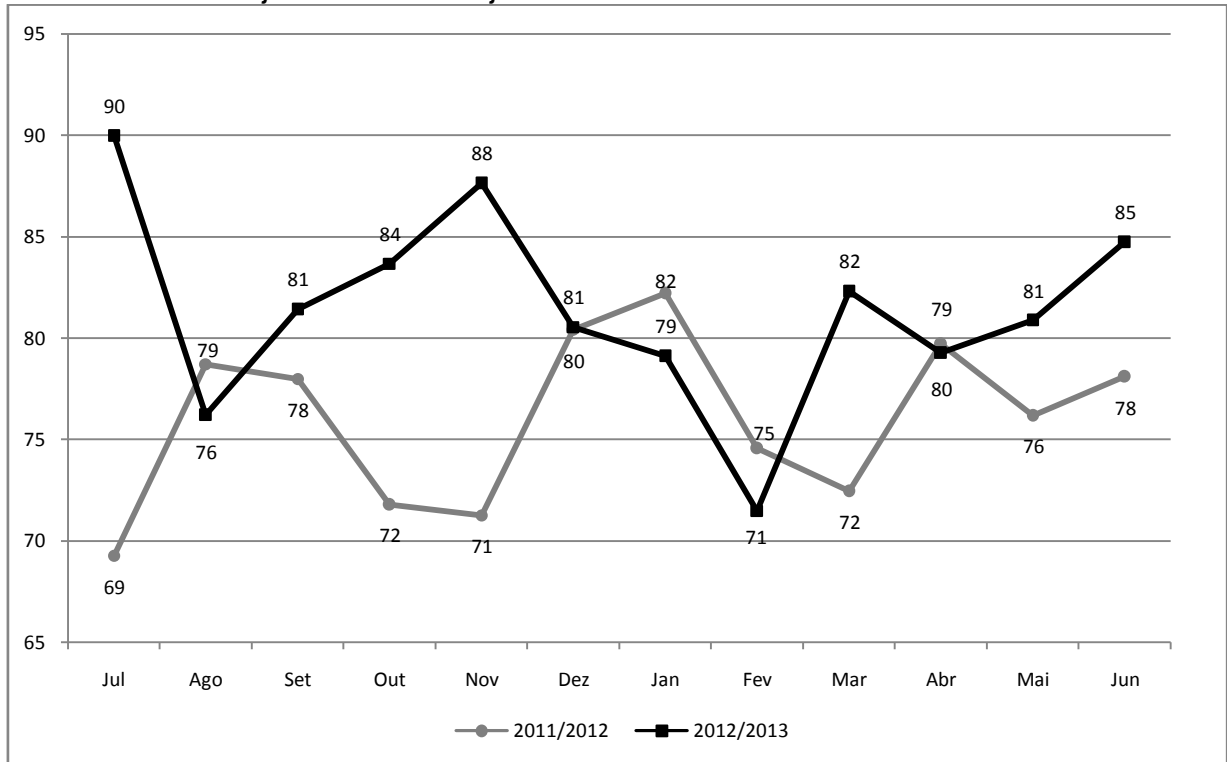
Quadro 7.4 Indicador de Pontualidade de Entrega de Fornecedores

Grupo	Família	PEF	Classificação
1	Adesivos	77	Sufrível
2	Adesivos	81	Sufrível

Esse resultado indica que o recebimento do produto, segundo a data e a quantidade acordada, reflete a importância de criar elos na cadeia de suprimentos.

O abastecimento impacta diretamente no processo de produção, uma vez que a programação puxada visa à redução dos níveis de estoques até um limite finito, isto é, uma entrega cuja quantidade não seja de acordo ao solicitado pode ocasionar em interrupção da produção. Ressaltando que o custo da hora parada é alto.

Figura 7.1 Comparação do indicador PEF entre os períodos julho de 2011 a junho de 2012 e julho de 2012 a junho de 2013.



7.3 Avaliação do indicador Nível Médio de Estoque

Para o período de julho de 2011 a junho de 2012, observa-se uma assimetria acentuada dos dados (Figura 7.2), com distância entre mediana e quartis e mediana e pontos máximos e mínimos discrepantes, apresentando uma diferença no comportamento. Com exceção dos meses dezembro de 2011, janeiro e fevereiro de 2012, constata-se que 25% dos itens possuem o nível de estoque variando entre 40 e 100 dias. Ressaltando que os itens classificados como obsoletos não foram avaliados.

O mês de dezembro apresenta um tempo útil de produção menor, devido ao recesso dos festejos de final de ano e também para realização do inventário contábil. Além disso, os fornecedores por também entrarem em recesso, as entregas ficam limitadas até certa data. Desta forma, a programação de compras fica restrita, conseqüentemente reduzindo o estoque.

Já nos meses de janeiro e fevereiro de 2012 houve a programação de compra acima da necessidade de forma equivocada de vários itens o que levou ao aumento do giro de dias em estoque, demonstrado pela acentuada assimetria do gráfico.

É importante ressaltar que no período de julho de 2011 a junho de 2012, o planejamento de compras era realizado por meio de explosão manual em uma listagem de materiais dos produtos acabados, utilizando como entrada de dados a demanda prevista dos produtos acabados. A explosão consiste em um “MRP” criado e elaborado manualmente de acordo aos conceitos e necessidades do planejador. Para tanto, é necessária uma lista das matérias-primas existentes em cada produto acabado. A previsão de demanda, a entrada deste sistema, é então multiplicada pela quantidade de matéria-prima prevista a ser utilizada na montagem do produto e é verificado se algum desta já tem em estoque. A explosão realizará os cálculos necessários e gerará as ordens de compra. Esta explosão era feita em planilha eletrônica, suscetível a erros de manipulação e considerações indevidas nos cálculos.

Observam-se nos *boxplots* valores atípicos, também denominados de *outliers*. Estes correspondem a inconsistências, pois apresentam grandes afastamentos dos demais valores. Duas situações justificam a presença destes: o planejamento e programação equivocados e a inserção de novos adesivos para a produção dos artigos esportivos. Este último, devido ao consumo não estar claramente definido, o indicador Nível Médio de Estoque sofre alterações.

O período de julho de 2012 a junho de 2013 (Figura 7.3) pode ser dividido em três momentos: implementação e adaptação do planejamento e controle de estoques ao sistema *Kanban* adaptado, queda na venda de produtos acabados e maturação do planejamento e controle de estoques por meio do sistema *Kanban* adaptado.

Figura 7.2 Indicador Nível Médio de Estoque para o período de julho de 2011 a junho de 2012.

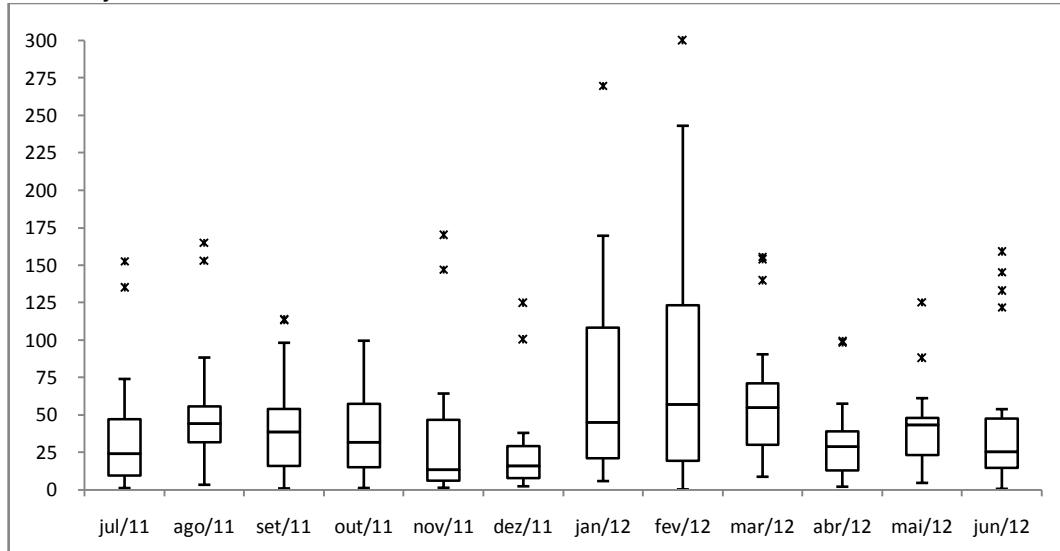
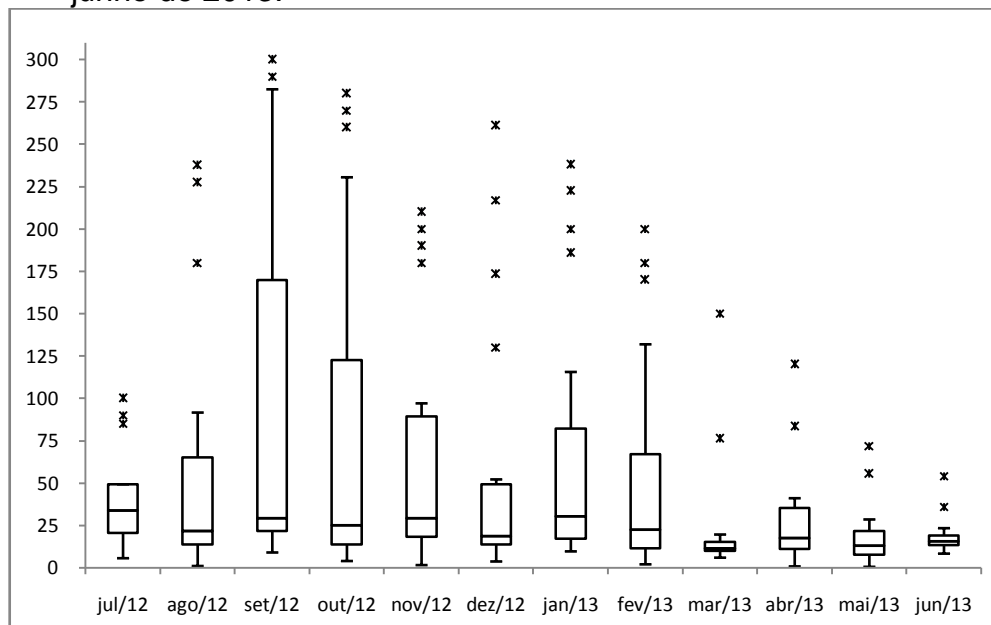


Figura 7.3 Indicador Nível Médio de Estoque para o período de julho de 2012 a junho de 2013.



O intervalo de julho de 2012 a novembro de 2012 é caracterizado pela implementação e adaptação da empresa ao sistema de *Kanban* desenvolvido. Este foi posto em funcionamento em julho de 2012 após formação de parceria com os fornecedores, focando a entrega das matérias-primas nas datas acordadas.

Observa-se que 50% dos itens têm Nível Médio de Estoque com até 30 dias demonstrando que o sistema *Kanban* adaptado possui resposta rápida para redução do estoque. Os outros 50%, bem com *outliers* correspondem aos itens que tiveram o seu planejamento realizado de forma equivocada ou são novos adesivos para a produção dos artigos esportivos ou ainda que não possuem mais consumo previsto, desta forma, tornando-se obsoletos. Confirmada a obsolescência, o item não é mais considerado neste trabalho.

Para este intervalo verifica-se uma assimetria acentuada, com distância entre mediana e quartis e mediana e pontos máximos e mínimos diferentes.

O segundo momento refere-se ao período de dezembro de 2012 a fevereiro de 2013. Neste, a empresa apresentou uma redução na produção dos materiais esportivos para não aumentar o estoque que estava ligado a dois fatores: desaquecimento do mercado e venda concentrada nos produtos acabados que não fariam mais parte do portfólio em 2013 que se encontravam em estoque.

Embora a assimetria acentuada tenha permanecida, nota-se que mesmo com a incerteza na demanda, 50% dos itens permaneceram com Nível Médio de Estoque com até 30 dias. Isso se deve a fácil adaptação do *Kanban* às variabilidades do mercado, uma vez que o planejamento e controle dos estoques é baseado no consumo e não na previsão de demanda do produto acabado.

Por fim, o terceiro momento representado pelo período de março a junho de 2013, maturação do planejamento e controle do estoque por intermédio do sistema *Kanban* adaptado desenvolvido para a realidade da empresa em estudo. Neste observa-se a tendência à assimetria dos dados. Além disso, no mês de junho constata-se que 89% dos itens estão com nível de estoque inferior ao valor superior que é de 23 dias, e conseqüentemente da política definida que é de 30 dias.

Os *outliers* presentes equivalem aos itens que tiveram o seu planejamento realizado de forma equivocada cujo consumo está sendo feito gradualmente mês a mês, com tendência a estar dentro do intervalo de simetria em agosto de 2013.

7.3.1 Avaliação do custo do estoque

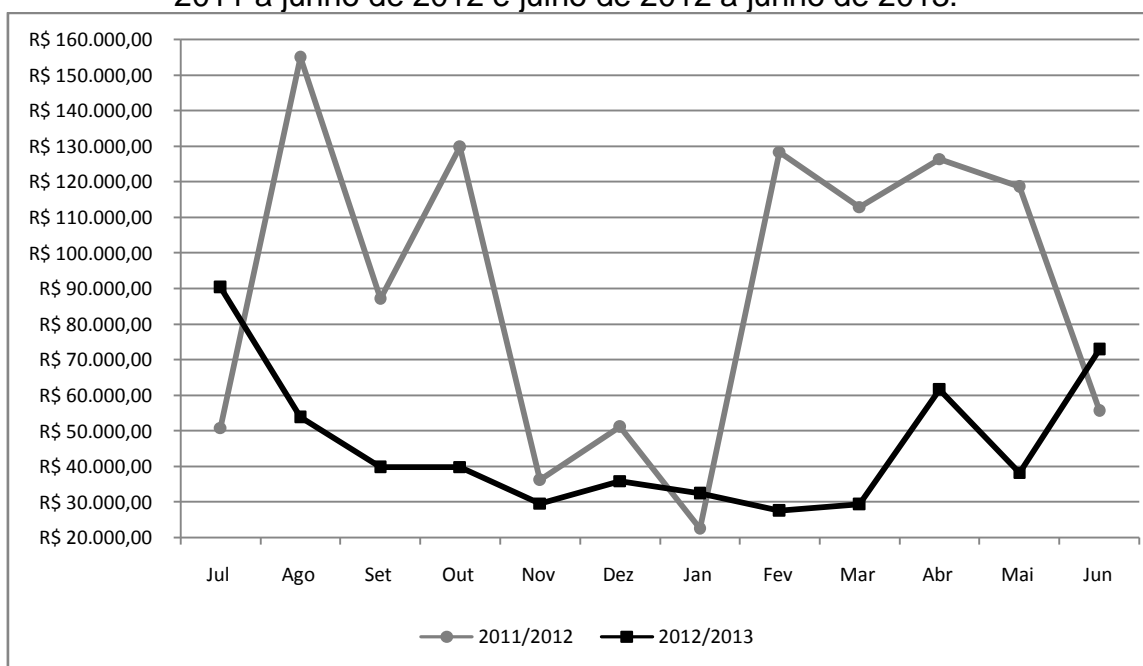
Para a avaliação do custo de estoque foi selecionada um grupo de itens que representa aproximadamente 82% do total (Figura 7.4). Observa-se no período de julho de 2011 a junho de 2012 o descontrole do estoque de adesivos, apresentando picos de valorização de até R\$ 155 mil. Além disso, uma redução brusca pode ser

constatada em janeiro de 2012, isso porque no fechamento deste mês constava em estoque apenas 7 (sete) tipos de adesivos, quando a média é de 17 (dezesete).

No período de julho de 2012 a junho de 2013, verifica-se uma redução gradual até fevereiro de 2013, devido ao desaquecimento das vendas e consequente redução de produção, seguida por oscilações de março a junho de 2013 quando chega em um valor de estoque considerado salubre para a empresa que varia entre R\$ 70 a R\$80 mil, ou seja, média de 15 dias de estoque.

Comparando as médias dos períodos de julho de 2011 a junho de 2012 e julho de 2012 a junho de 2013, observa-se uma economia de R\$ 44 mil com a nova gestão.

Figura 7.4 Comparação da valorização dos estoques entre os períodos julho de 2011 a junho de 2012 e julho de 2012 a junho de 2013.



7.3.2 Avaliação dos impactos ambientais

O abastecimento de todos os adesivos acontecia em latas de 15 kg e estas após utilização eram descartadas e recolhidas pela coleta seletiva. Alguns itens apresentam um consumo superior a uma tonelada, o que foi constatada a possibilidade de substituição da lata por container retornável de 800 kg.

Com esta medida, iniciada em junho de 2012 e finda as mudanças em agosto de 2012, deixou-se de descartar no meio ambiente em torno de 800 latas, ou seja, 800 Kg de aço. Em adição, o resíduo do adesivo que permanecia nas latas,

configurando em desperdício e podendo contaminar o meio ambiente, com a substituição tendeu a zero.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão de estoques, uma das questões mais antigas da administração, ainda tem recebido uma especial atenção dos meios empresarial e acadêmico devido aos seus custos totais possuírem uma participação no capital da empresa considerada importante. Para uma organização, os estoques são usados para atender às necessidades decorrentes das diferenças entre fornecimento e demanda, seja na produção, seja na comercialização.

O sucesso de uma organização depende, entre outros fatores, da maneira como ela gerencia seus fluxos de materiais e de informações ao longo da cadeia logística. Isto impõe a necessidade de melhorar os seus processos de planejamento e controle de estoque. Neste sentido, surge o sistema *Kanban* e suas adaptações.

O sistema *Kanban* desenvolvido para a empresa em estudo e aqui denominado de *Kanban* eletrônico para compras consiste em uma adaptação de método com pensamento enxuto que busca o atendimento das necessidades por meio de quantidades e tempos adequados para aquisição de matéria-prima.

O presente trabalho teve por objetivo geral expor a relação existente entre a implementação de práticas enxutas e a redução de nível de dias em estoque de um grupo de matéria-prima por meio de um estudo de caso. Ficou evidenciado que o sistema *Kanban* eletrônico para compras contribuiu para a diminuição do nível de estoque em 13 dias, sendo que no último período avaliado teve 95% dos adesivos com nível inferior a 30 dias de estoque, o que representa uma redução de investimento em estoque de R\$ 44 mil.

Esta avaliação de desempenho foi realizada por meio do indicador Nível Médio de Estoque comparando os períodos de julho de 2011 a junho de 2012 e de julho de 2012 a junho de 2013. Os indicadores de desempenho devem ser uma importante atividade no processo decisório empresarial. Eles são utilizados para informar a empresa sobre os vetores de sucesso atual e futuro.

O sistema *Kanban* eletrônico para compras apresentou as mesmas características de programação puxada e capacidade finita do sistema original. Em contrapartida, possui apenas um sinalizador que ordena a emissão de ordens de compra e seu funcionamento acontece de maneira centralizada.

Para seu desenvolvimento e implementação, o sistema teve como entradas os consumos das matérias-primas dos últimos três meses tendo como referência o estoque a ser analisado, o estoque do mês analisado e os pedidos de compra colocados. Todos os dados foram obtidos via SIGE e estruturados em planilha eletrônica com importações realizadas por meio de programação VB.

Desta forma, o *Kanban* eletrônico para compras apresentou como principais vantagens poder ser utilizado eficazmente em ambientes competitivos com demanda instável, conferir flexibilidade para mudanças nos períodos de controle, podendo ser diário, semanal ou de acordo às necessidades da organização e simplificar a utilização de sinalizadores.

Entretanto, apresentou as desvantagens de lidar com a compra nos três meses iniciais de introdução de novos produtos e também o aumento da complexidade de utilização.

Em adição, constatou-se que o sucesso deste sistema depende da integração com os fornecedores. Para o grupo de matéria-prima selecionado, foi necessária a formação de parceria e esta foi analisada pelo indicador de Pontualidade de Entrega de Fornecedores que pode ser calculado por diversos modelos. A escolha de qual utilizar está diretamente relacionada ao atendimento das necessidades da empresa e de quais parâmetros ela deseja avaliar no indicador.

Comparando-se dois modelos de cálculo do indicador PEF, sendo que um utiliza como entrada data de entrega prevista e observada e outro, além destas, a quantidade de entrega prevista e observada, foi encontrada uma semelhança nas médias dos dois modelos. O modelo 2 apresenta a vantagem de considerar a quantidade em seu cálculo, que é uma importante variável para manutenção de estoques sob controle.

Os dois modelos apresentam a desvantagem de não ser possível a inclusão de antecipações de entrega no cálculo, uma vez que estas podem ter sido fruto de uma solicitação da empresa e não do fornecedor.

Os resultados também apontaram que houve uma modesta melhora na performance dos fornecedores da família adesivo, à medida que foi firmada a parceria entre empresa-fornecedor por meio de um procedimento de direitos e deveres dentro desta cadeia. Isto revela a contribuição operacional da atividade de compras. A entrega, comparando os períodos de julho de 2011 a junho de 2012 e

julho de 2012 a junho de 2013, foi de 77 para 81, correspondendo principalmente ao maior número de entregas em até 5 dias da data acordada.

O fornecimento adequado é vital para o sucesso do funcionamento do sistema *Kanban* eletrônico para compras, uma vez que com a implementação deste, o nível de estoque é finito e atrasos ou quantidades inferiores à necessidade podem ocasionar em interrupção da produção cujo custo da hora parada é elevado.

Notou-se que por meio do sistema *Kanban* adaptado é possível alcançar o custo considerado "saudável" para a empresa. Além disso, foi possível com a substituição das latas por container evitar o descarte de resíduos no meio ambiente.

Corroborar-se que a ferramenta da prática enxuta viabiliza a rotatividade das matérias-primas, podendo esta ser estendida para as outras famílias. Para tanto, é necessária a negociação de uma parceria com os fornecedores visando resposta rápida relacionada ao tempo de ressuprimento.

É importante ressaltar que este trabalho tratou da implementação de práticas enxutas, ou seja, da execução de um método e sua avaliação. Para a implantação destas, fazem-se necessárias mudanças nas diretrizes da área de *supply chain*.

8.1 Sugestões para trabalhos futuros

Espera-se ter contribuído para as pesquisas que buscam um entendimento sobre o planejamento e controle de estoque por meio de práticas enxutas, bem como sobre o sistema *Kanban* e suas adaptações. Ainda, sugere-se para trabalhos futuros:

- A avaliação do sistema desenvolvido em ambientes competitivos com grande número de fornecedores;
- A avaliação do sistema desenvolvido em ambientes produtivos com máquinas de baixa confiabilidade;
- Construção de modelo matemático para determinação da quantidade de cartões ideal para o sistema *Kanban* adaptado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-NOUR, G. et al. Adaptation of JIT Philosophy and Kanban Technique to a Small-Sized Manufacturing Firm: A Project Management Approach. **Computers & Industrial Engineering**, v. 35, n. 3-4, p.419-422, 1998.

ALVES, J.M. O just-in-time reduz os custos do processo produtivo. In: Congresso Internacional de Custos, 1996, Campinas-SP. **Anais...** Campinas-SP: UNICAMP, 1996.

ANTUNES JÚNIOR, J.A.V. **Em direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção**: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da Teoria das Restrições e da Teoria que sustenta a construção dos Sistemas de produção com Estoque Zero. Tese (Doutoramento em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.

ARGENTA, C.B.; OLIVEIRA, L.R. Análise do Sistema Kanban para Gerência da Produção com Auxílio de Elementos de Tecnologia de Informação. In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXI ENEGEP, 2001, Salvador. **Anais...** Salvador, 2001.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos – Logística Empresarial**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

BANDEIRA, A.A. **Indicadores de desempenho**: Instrumentos à Produtividade Organizacional. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

BITTENCOURT, M.A.L. **Normas técnicas para elaboração de trabalhos acadêmicos**. Ilhéus: Editus, 2010.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J. **Logística empresarial**: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

BOYER, K.K.; PAGELL, M. Measurement issues in empirical research: improving measures of operations strategy and advanced manufacturing technology. **Journal of Operations Management**. Cambridge, 2005.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. São Paulo: Saraiva, 2010.

CAETANO, M. **Materiais adesivos.** CTB. Disponível em: <http://www.ctp.com.pt/?page_id=912>. Acesso em: setembro/ 2013.

CHAGAS, C.P.; SOUZA, S.; SIMÃO, F.P. A relevância do sistema informatizado para controle de estoques na gestão empresarial: um estudo de caso. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT, 2009, Resende. **Anais...** VI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT, 2009.

CHIAVENATO, I. **Iniciação a Administração de Materiais.** São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

CHING, H.Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada - Supplychain.** 4ª edição. São Paulo: atlas, 2010.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N. **Just-in-time, MRP-II e OPT:** um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1993.

DAVIS, M.M.; AQUILANO, N.J.; CHASE, R.B. **Fundamentos da Administração da Produção.** 3ª edição. São Paulo: Bookman, McGraw-Hill, 1999.

DEMO, P. **Pesquisa e construção de conhecimento:** metodologia científica no caminho de Habermas. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais:** princípios, conceitos e gestão. 5. ed. São Paulo:Atlas, 2005.

DICIONÁRIO DO AURÉLIO ONLINE. **Aurélio Online.** Disponível em: <<http://www.dicionarioaurelio.com>>. Acesso em: agosto/2013.

FARIA, A.C.; COSTA, M.F.G. **Gestão de custos logísticos:** custeio baseado em atividades, balanced scorecard e valor econômico agregado. São Paulo: Atlas, 2006.

FERNANDES, F.C.F.; GODINHO FILHO, M. Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 14, n. 2, 2007.

Grupo MAHLE Brasil. **Desenvolvimento e Monitoramento de Fornecedores**. 2006.

GUIMARÃES, J.L.S.; BORGES, J.M. Kanban na Indústria de Roupas: avaliação das características de uma aplicação. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XVII ENEGEP, 1997, Gramado, RS. **Anais...** Gramado, RS, 1997.

GUIMARAES, L.F.A.; FALSARELLA, O.M. Uma análise da metodologia *Just-In-Time* e do sistema *Kanban* de produção sob o enfoque da ciência da informação. **Perspect.ciênc. inf. [online]**.2008, vol.13, n.2, pp. 130-147, 2008.

GUPTA,S.M.; AL-TURKI, Y.A.Y. An Algorithm to Dynamically Adjust the Number of Kanbans. In: Stochastic Processing Times and Variable Demand Enviroment. **Production Planning and Control**, v.8, n. 2, p. 133-11, 1997.

IZUMI, M.; TAKAHASHI, K. Concurrent Ordering in JIT Production System. In: Proceedings of the 2 and China-Japan International Symposium Industrial Management, 1993, Beijing, p. 51-56. **Anais...** Proceedings of the 2 and China-Japan International Symposium Industrial Management, 1993.

KASZNAR, I.K.; GRAÇA F^o, A.S. **A indústria do esporte no Brasil: Economia, PIB - Produto Interno Bruto, Empregos e Evolução Dinâmica**. São Paulo: M. Books, 2012.

KIM, T.M. Just-in-time Manufacturing System: A Periodic Pull System. International **Journal of Production Research**, v. 23, n. 3, p. 553-562, 1985.

LAJE JÚNIOR, M. **Evolução e Avaliação da Utilização do Sistema Kanban e de suas adaptações**: Survey e Estudos de Caso. São Carlos, 2007. 183p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Adaptações ao sistema kanban: revisão, classificação, análise e avaliação. **Gest. Prod. [online]**. 2008, vol.15, n.1, pp. 173-188.

LANDRY, S. et al. Integrating MRP, Kanban and Bar-Coding Systems to Achieve JIT Procurement. **Production and Inventory Management Journal**, v. 38, n. 1, p. 8-12, 1997.

MACHADO, M.C. **Princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos**: proposta de uma metodologia para implementação. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MAGALHÃES, M.N.; LIMA, A.C.P. **Noções de Probabilidade e Estatística**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

MASCHIO, A. **Gerenciamento de riscos e segurança**: aplicabilidade e importância para o sucesso de projetos. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

Microsoft Developer Network (MSDN). **Biblioteca MSDN**. Disponível em: <[http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/xk24xdbe\(v=vs.90\).aspx](http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/xk24xdbe(v=vs.90).aspx)>. Acesso em: setembro/ 2013.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

MONDEN, Y. **Toyota Production System**. Atlanta: Industrial Engineering and Management Press / Institute of Industrial Engineers, 1983.

MOURA, R.A. **Kanban**: a simplicidade do controle de produção. São Paulo: IMAM, 1989.

NAZARENO, R.R. et al. Implantando técnicas e conceitos da Produção Enxuta integradas à dimensão de análise de custos. In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXI ENEGEP, 2001, Salvador. **Anais...** Salvador, 2001.

PBQP. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade. **Informativo PBQP**. Rio de Janeiro, RJ :Qualitymark, 1991.

PINHEIRO, J.I.D. et al. **Estatística básica**: a arte de trabalhar com dados. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

REBOUÇAS, F. **Gestão de estoque.** Disponível em: <http://www.infoescola.com/administracao_/gestaode-estoque/> Acesso em 09.abril.2013.

REES, L.P. et al. Dynamically Adjusting The Number of Kanbans in a Justi-in-Time Production System Using Estimated Values of Leadtime. **IIE Transactions**, v. 19, n. 2, 1987.

SCHONBERGER, R.J. **Japanese manufacturing techniques.** New York: The Free Press / Macmillan, 1982.

SERENO, B. et al. Método híbrido *CONWIP/KANBAN* um estudo de caso. **Gest. Prod. [online]**. 2011, vol.18, n.3, pp. 651-672, 2011.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SLACK, N. et al. **Administração da produção.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SMITH, S.A. **Computer based production and inventory control.** New Jersey: Printice Hall, 1989.

SPITZ, C. PIB do esporte cresce mais do que o do país. **O Globo.** Rio de Janeiro, 25 mai. 2012. Caderno de Economia. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/pib-do-esporte-cresce-mais-do-que-pais-5028799>>. Acesso em: agosto de 2013.

TAKAHASHI, K. Comparing Reactive Kanban Systems. **International Journal of Production Research**, v. 41, n.18, p. 4317-4337, 2003.

TAKAHASHI, K. NAKAMURA, N. Reacting JIT Ordering Systems to the Unstable Changes in Demand. **International Journal of Production Research**, v. 37, n.10, p. 2293-2313, 1999.

TOTVS MANUFATURA (Datasul). **Software.** 2012.

TUBINO, D.F.; LEMOS, A.C.D. Aplicação de uma metodologia de ajuste do sistema Kanban em um caso real utilizando simulação computacional. In: Encontro Nacional

de Engenharia de Produção, XIX ENEGEP, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1999.

TUBINO, D.F.; MOLINA, J.G.; DALMAS, J.C. Automoção e Sistemas de Produção: o Kanban eletrônico. In: XIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XIV ENEGEP, 1994, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 1994.

ZYLSTRA, K. **Distribuição Lean**. São Paulo: Editora Bookman, 2008.

APÊNDICE A

Sub Lim_Imp()

' Lim_Imp Macro

```

Rows("7:7").Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Selection.QueryTable.Delete
Selection.QueryTable.Delete
Selection.QueryTable.Delete
Selection.QueryTable.Delete
Selection.QueryTable.Delete
Selection.ClearContents
Range("A1").Select
WithActiveSheet.QueryTables.Add(Connection:= _
    "TEXT;C:\Users\user\Desktop\Kanbanadaptado\Consumo-Mes1.LST",
Destination:= _
Range("$F$7"))
    .Name = "Consumo-Mes1"
    .FieldNames = True
    .RowNumbers = False
    .FillAdjacentFormulas = False
    .PreserveFormatting = True
    .RefreshOnFileOpen = False
    .RefreshStyle = xlInsertDeleteCells
    .SavePassword = False
    .SaveData = True
    .AdjustColumnWidth = True
    .RefreshPeriod = 0
    .TextFilePromptOnRefresh = False
    .TextFilePlatform = 850
    .TextFileStartRow = 1
    .TextFileParseType = xlDelimited
    .TextFileTextQualifier = xlTextQualifierDoubleQuote
    .TextFileConsecutiveDelimiter = False
    .TextFileTabDelimiter = True
    .TextFileSemicolonDelimiter = True
    .TextFileCommaDelimiter = False
    .TextFileSpaceDelimiter = False
    .TextFileColumnDataTypes = Array(1, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 1, 9, 9, 9, 9, 9, 9)
    .TextFileTrailingMinusNumbers = True
    .Refresh BackgroundQuery:=False
End With
WithActiveSheet.QueryTables.Add(Connection:= _

```

```

"TEXT;C:\Users\user\Desktop\Kanbanadaptado\Consumo-Mes2.LST",
Destination:= _
Range("$K$7")
.Name = "Consumo-Mes2"
.FieldNames = True
.RowNumbers = False
.FillAdjacentFormulas = False
.PreserveFormatting = True
.RefreshOnFileOpen = False
.RefreshStyle = xlInsertDeleteCells
.SavePassword = False
.SaveData = True
.AdjustColumnWidth = True
.RefreshPeriod = 0
.TextFilePromptOnRefresh = False
.TextFilePlatform = 850
.TextFileStartRow = 1
.TextFileParseType = xlDelimited
.TextFileTextQualifier = xlTextQualifierDoubleQuote
.TextFileConsecutiveDelimiter = False
.TextFileTabDelimiter = True
.TextFileSemicolonDelimiter = True
.TextFileCommaDelimiter = False
.TextFileSpaceDelimiter = False
.TextFileColumnDataTypes = Array(1, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 1, 9, 9, 9, 9, 9, 9)
.TextFileTrailingMinusNumbers = True
.Refresh BackgroundQuery:=False

```

End With

```

WithActiveSheet.QueryTables.Add(Connection:= _
"TEXT;C:\Users\user\Desktop\Kanbanadaptado\Consumo-Mes3.LST",
Destination:= _
Range("$P$7"))
.Name = "Consumo-Mes3"
.FieldNames = True
.RowNumbers = False
.FillAdjacentFormulas = False
.PreserveFormatting = True
.RefreshOnFileOpen = False
.RefreshStyle = xlInsertDeleteCells
.SavePassword = False
.SaveData = True
.AdjustColumnWidth = True
.RefreshPeriod = 0
.TextFilePromptOnRefresh = False
.TextFilePlatform = 850
.TextFileStartRow = 1
.TextFileParseType = xlDelimited
.TextFileTextQualifier = xlTextQualifierDoubleQuote
.TextFileConsecutiveDelimiter = False
.TextFileTabDelimiter = True

```



```
.TextFileSemicolonDelimiter = True
.TextFileCommaDelimiter = False
.TextFileSpaceDelimiter = False
.TextFileColumnDataTypes = Array(1, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 1, 9, 9, 9, 9, 9, 9)
.TextFileTrailingMinusNumbers = True
.Refresh BackgroundQuery:=False
```

End With

```
With ActiveSheet.QueryTables.Add(Connection:= _
    "TEXT;C:\Users\user\Desktop\Kanbanadaptado\Estoque-atual.LST",
```

Destination:= _

Range("\$U\$7"))

```
.Name = "Estoque-atual"
.FieldNames = True
.RowNumbers = False
.FillAdjacentFormulas = False
.PreserveFormatting = True
.RefreshOnFileOpen = False
.RefreshStyle = xlInsertDeleteCells
.SavePassword = False
.SaveData = True
.AdjustColumnWidth = True
.RefreshPeriod = 0
.TextFilePromptOnRefresh = False
.TextFilePlatform = 936
.TextFileStartRow = 1
.TextFileParseType = xlDelimited
.TextFileTextQualifier = xlTextQualifierDoubleQuote
.TextFileConsecutiveDelimiter = False
.TextFileTabDelimiter = True
.TextFileSemicolonDelimiter = False
.TextFileCommaDelimiter = False
.TextFileSpaceDelimiter = False
.TextFileColumnDataTypes = Array(1, 9, 9, 1, 9, 9, 9, 9)
.TextFileTrailingMinusNumbers = True
.Refresh BackgroundQuery:=False
```

End With

```
With ActiveSheet.QueryTables.Add(Connection:= _
    "TEXT;C:\Users\user\Desktop\Kanbanadaptado\Ordens-compra.lst",
```

Destination:= _

Range("\$Z\$7"))

```
.Name = "Ordens-compra"
.FieldNames = True
.RowNumbers = False
.FillAdjacentFormulas = False
.PreserveFormatting = True
.RefreshOnFileOpen = False
.RefreshStyle = xlInsertDeleteCells
.SavePassword = False
.SaveData = True
.AdjustColumnWidth = True
```

```

.RefreshPeriod = 0
.TextFilePromptOnRefresh = False
.TextFilePlatform = 932
.TextFileStartRow = 1
.TextFileParseType = xlFixedWidth
.TextFileTextQualifier = xlTextQualifierDoubleQuote
.TextFileConsecutiveDelimiter = False
.TextFileTabDelimiter = True
.TextFileSemicolonDelimiter = False
.TextFileCommaDelimiter = False
.TextFileSpaceDelimiter = False
.TextFileColumnDataTypes = Array(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)
.TextFileFixedColumnWidths = Array(11, 13, 19, 37, 17, 17, 5, 13, 12, 15, 15)
.TextFileTrailingMinusNumbers = True
.Refresh BackgroundQuery:=False

```

End With

```

ActiveWindow.ScrollColumn = 12
ActiveWindow.ScrollColumn = 11
ActiveWindow.ScrollColumn = 10
ActiveWindow.ScrollColumn = 9
ActiveWindow.ScrollColumn = 8
ActiveWindow.ScrollColumn = 7
ActiveWindow.ScrollColumn = 6
ActiveWindow.ScrollColumn = 5
ActiveWindow.ScrollColumn = 4
ActiveWindow.ScrollColumn = 3
ActiveWindow.ScrollColumn = 2
ActiveWindow.ScrollColumn = 1
Range("F:F,K:K,P:P").Select
Range("P1").Activate
ActiveWindow.ScrollColumn = 2
ActiveWindow.ScrollColumn = 3
ActiveWindow.ScrollColumn = 4
ActiveWindow.ScrollColumn = 5
ActiveWindow.ScrollColumn = 6
ActiveWindow.ScrollColumn = 7
ActiveWindow.ScrollColumn = 8
ActiveWindow.ScrollColumn = 9
ActiveWindow.ScrollColumn = 10
ActiveWindow.ScrollColumn = 11
ActiveWindow.ScrollColumn = 12
ActiveWindow.ScrollColumn = 13
ActiveWindow.ScrollColumn = 14
ActiveWindow.ScrollColumn = 15
Range("F:F,K:K,P:P,U:U,AB:AB").Select
Range("AB1").Activate
Selection.Replace What:=" ", Replacement:="", LookAt:=xlPart, _
SearchOrder:=xlByRows, MatchCase:=False, SearchFormat:=False, _
ReplaceFormat:=False
ActiveWindow.ScrollColumn = 14

```

```

ActiveWindow.ScrollColumn = 13
ActiveWindow.ScrollColumn = 12
ActiveWindow.ScrollColumn = 11
ActiveWindow.ScrollColumn = 10
ActiveWindow.ScrollColumn = 9
ActiveWindow.ScrollColumn = 8
ActiveWindow.ScrollColumn = 7
ActiveWindow.ScrollColumn = 5
ActiveWindow.ScrollColumn = 4
ActiveWindow.ScrollColumn = 2
ActiveWindow.ScrollColumn = 1
Range("F7").Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
ActiveWorkbook.Worksheets("EMS").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("EMS").Sort.SortFields.Add Key:=Range("F8:F5692"),

```

```

SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal

```

```

WithActiveWorkbook.Worksheets("EMS").Sort

```

```

    .SetRangeRange("F7:G5692")

```

```

    .Header = xlYes

```

```

    .MatchCase = False

```

```

    .Orientation = xlTopToBottom

```

```

    .SortMethod = xlPinYin

```

```

    .Apply

```

```

End With

```

```

Range("K7").Select

```

```

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

```

```

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

```

```

Range("K7:L1048576").Select

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets("EMS").Sort.SortFields.Clear

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets("EMS").Sort.SortFields.Add Key:=Range("K8:K5692"),

```

```

SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal

```

```

WithActiveWorkbook.Worksheets("EMS").Sort

```

```

    .SetRangeRange("K7:L5692")

```

```

    .Header = xlYes

```

```

    .MatchCase = False

```

```

    .Orientation = xlTopToBottom

```

```

    .SortMethod = xlPinYin

```

```

    .Apply

```

```

End With

```

```

Range("P7").Select

```

```

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

```

```

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

```

```

Range("P7:Q1048576").Select

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets("EMS").Sort.SortFields.Clear

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets("EMS").Sort.SortFields.Add Key:=Range("P8:P5692"),

```

```

-

```

```
SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal
WithActiveWorkbook.Worksheets("EMS").Sort
    .SetRangeRange("P7:Q5692")
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12
Range("A1").Select
End Sub
```

PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

CARVALHO, P. P. S. ; KALID, R.A. ; BANDEIRA, A.A. . Avaliação do Indicador de Pontualidade de Entregas de Fornecedores em empresa do segmento esportivo. In: IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2013, Rio de Janeiro. IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2013.

CARVALHO, P. P. S. ; KALID, R.A. ; BANDEIRA, A.A. . Implantação de kanban como ferramenta auxiliar para redução de estoques de matéria-prima: um estudo de caso em fábrica do segmento esportivo. In: 2º Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial, 2013, Avieiro. 2º Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial, 2013. p. 21-22.