



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

FREDERICO PORDEUS COSTA

**IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA *KANBAN* NO SETOR DE ESTAMPARIA EM
INDÚSTRIA DO RAMO METALMECÂNICO NO ESTADO DO CEARÁ.**

FORTALEZA

2018

FREDERICO PORDEUS COSTA

**IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA *KANBAN* NO SETOR DE ESTAMPARIA EM
INDÚSTRIA DO RAMO METALMECÂNICO NO ESTADO DO CEARÁ.**

Monografia submetida à Coordenação do curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador: Professor Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C872i Costa, Frederico Pordeus.
Implantação do Sistema Kanban no Setor de Estamparia em Indústria do Ramo Metalmeccânico do Estado do Ceará / Frederico Pordeus Costa. – 2017.
59 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes.
1. Sistema Toyota De Produção. 2. Lean. 3. Kanban. 4. Estamparia. 5. Carga-máquina. I. Título.
- CDD
658.5
-

RESUMO

Desde as décadas de 1980 e 1990, a Indústria vem enfrentando profundas transformações, movidas pela competição capitalista, efeito da economia mundial cada vez mais internacionalizada. Para conseguir destaque, as organizações estão constantemente em busca de estratégias para redução dos seus custos e de técnicas que tragam melhoria ao processo produtivo. Nesse cenário, o Sistema Toyota de Produção (também chamado de *Lean* ou Sistema de Produção Enxuta) ganha destaque, reunindo diversas ferramentas de gestão que auxiliam as organizações a alinhar seus processos aos requisitos do mercado. O objetivo do presente trabalho é a implantação do *Kanban* no setor de estamperia em uma empresa do ramo metalmeccânico no estado do Ceará, procurando diminuir interrupções do fluxo produtivo causadas por falta de itens. O mesmo trabalho classifica-se como uma pesquisa aplicada, quantitativa e descritiva, utilizando-se de procedimentos metodológicos da pesquisa bibliográfica, bem como do estudo de caso. Para dimensionamento do número de cartões *Kanban* utilizou-se o estudo de Carga-Máquina do setor em questão, bem como os registros de acompanhamento da produção e manutenção. Ao final do estudo verificou-se diminuição do tempo de paradas, conforme indicador de operacionalidade, demonstrando a relevância da ferramenta.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção, *Lean*, *Kanban*, Estamperia, Metalmeccânico, Carga-Máquina.

ABSTRACT

Since the decades of 1980 and 1990, industry has been undergoing profound transformations, driven by capitalist competition, an effect of the increasingly internationalized world economy. To be highlighted, the organizations are constantly in search of strategies to reduce their costs and techniques that bring improvement to the productive process. In this scenario, the Toyota Production System (also called Lean or Lean Production System) is highlighted, bringing together several management tools that help organizations align their processes to market requirements. The objective of the present work is the implantation of *Kanban* in the stamping sector in a metalmechanic company in the state of Ceará, seeking to reduce interruptions in the production flow caused by lack of items. The same work is classified as an applied, quantitative and descriptive research, using methodological procedures of bibliographical research, as well as the case study. For the design of the number of *Kanban* cards the load-machine study of the sector in question was used, as well as the production and maintenance follow-up records. At the end of the study, there was a decrease in downtime, according to the operability indicator, demonstrating the relevance of the tool.

Keywords: Toyota Production System, *Lean*, *Kanban*, Stamping, Metalmechanic, Machine Load.

LISTA DE SIGLAS

CP – Controle da Produção

JIT – *Just in Time*

LMF – Linha de Montagem de Fogões

OP – Ordem de Produção

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PCPM – Planejamento e Controle da Produção e Materiais

PP – Planejamento de Produção

STP – Sistema Toyota de Produção

TI – Tecnologia da Informação

TRF – Troca Rápida de Ferramenta

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de entrada - transformação - saída.....	7
Figura 2 – Características básicas dos sistemas produtivos	8
Figura 3 – Fluxo de materiais e informações em um sistema puxado.....	10
Figura 4 – Fluxo de materiais e informações em um sistema empurrado	10
Figura 5 – Estrutura do CP	12
Figura 6 – Cartão <i>Kanban</i> de Produção	17
Figura 7 – Cartão <i>Kanban</i> de Movimentação.....	17
Figura 8 – Fluxograma produtivo – Setores da fábrica de fogões.....	24
Figura 9 – Fluxo de itens dentro do processo produtivo	26
Figura 10 – Metodologia de Implantação do <i>Kanban</i>	27
Figura 11 – Estrutura equipe de projeto	28
Figura 12 – Planilha de Carga-Máquina – Estamparia – Visão Geral	32
Figura 13 – Planilha de Carga-Máquina – Demanda diária	32
Figura 14 – Planilha de Carga-Máquina – Tamanho do Lote	34
Figura 15 – Planilha de Carga-Máquina – Faixas verde e amarela.....	35
Figura 16 – Faixas verde e amarela.....	36
Figura 17 – Dimensionamento da faixa vermelha.....	37
Figura 18 – Dimensionamento <i>Kanban</i> (Valores com e sem arredondamento)	38
Figura 19 – Faixas de estoque do <i>Kanban</i>	38
Figura 20 – Layout supermercado Estamparia.....	39
Figura 21 – Painel <i>Kanban</i>	40
Figura 22 – Fluxo dos cartões no quadro	41
Figura 23 – Painel <i>Kanban</i> em uso	42
Figura 24 – Situação de abastecimento do supermercado.....	43
Figura 25 – Situação de consumo.....	44
Figura 26 – Comparativo antes e depois do <i>Kanban</i>	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Itens incluídos no <i>Kanban</i>	30
Tabela 2 – Proporção <i>Mix</i> Produtivo	33
Tabela 3 – Formulário acompanhamento por setor	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Objetivos	2
<i>1.2.1 Objetivo geral</i>	<i>2</i>
<i>1.2.2 Objetivos específicos</i>	<i>2</i>
1.3 Justificativa	2
1.4 Metodologia do trabalho	3
<i>1.4.1 Quanto à sua natureza</i>	<i>3</i>
<i>1.4.2 Quanto à forma de abordagem do problema</i>	<i>3</i>
<i>1.4.3 Quanto aos seus objetivos</i>	<i>4</i>
<i>1.4.4 Quanto aos seus procedimentos técnicos</i>	<i>4</i>
1.5 Limitações da pesquisa	4
1.6 Estrutura do trabalho	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 O Planejamento e Controle da Produção	6
<i>2.1.1 Introdução</i>	<i>6</i>
<i>2.1.2 Sistemas de Produção Industrial</i>	<i>7</i>
<i>2.1.3 O Planejamento e Controle da Produção</i>	<i>10</i>
2.2 Sistema Toyota de Produção, Just in Time e o Kanban	12
<i>2.2.1 O Sistema Toyota de Produção</i>	<i>12</i>
<i>2.2.2 O Just in Time</i>	<i>13</i>
2.2.3 O Sistema Kanban	14
<i>2.2.3.1 Definição e conceito</i>	<i>15</i>
<i>2.2.3.2 Componentes do sistema</i>	<i>16</i>
<i>2.2.3.3 Dimensionamento</i>	<i>18</i>
<i>2.2.3.4 Funcionamento e adaptações do sistema Kanban</i>	<i>19</i>
<i>2.2.3.5 Pré-requisitos do sistema Kanban</i>	<i>21</i>
3. ESTUDO DE CASO	23
3.1 Caracterização da empresa	23
<i>3.1.1 Caracterização do processo de produção</i>	<i>24</i>
<i>3.1.2 Detalhamento da situação problema</i>	<i>25</i>
3.2 Etapas da pesquisa	27

3.2.1 Caracterização do projeto de implantação e Definição do grupo de trabalho (GT)	28
3.2.2 Análise da situação atual e Definição dos itens a serem geridos pelo Kanban..	29
3.2.3 Dimensionamento do Kanban e Estudo de Carga-Máquina.....	31
3.2.4 Reorganização de layout do supermercado.....	39
3.2.5 Elaboração do Painel Kanban.....	40
3.2.6 Operacionalização do sistema Kanban	41
3.2.7 Treinamento básico na metodologia	44
3.2.8 Realizar acompanhamento	44
3.3 Resultados da implantação do Kanban	46
3.4 Considerações finais	46
4. CONCLUSÕES.....	47
4.1 Conclusão.....	47
4.2 Recomendações para futuros trabalhos.....	48
4.3 Considerações finais	48
REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

As indústrias fabricantes de eletrodomésticos apresentam forte dependência do rendimento e do desempenho do emprego da população, além disso submetem-se às pressões do comércio varejista por preços cada vez baixos. Unindo esses fatores às características de demanda sazonal e à diversidade de seus consumidores, constrói-se o panorama da acirrada competitividade deste setor. Por outro lado, são responsáveis por números tais como os divulgados pelo jornal O Estado de São Paulo, atribuindo ao setor 12,9 milhões de produtos vendidos no ano de 2016, apenas na classe chamada Linha Branca, que inclui fogões, refrigeradores, lavadoras, fornos de micro-ondas, dentre outros. (ESTADÃO, 2017). Também atingido por medidas econômicas implementadas pelo Governo Federal que reduziram a carga tributária sobre essa classe de produtos, classificados como sendo os eletrodomésticos de maior porte e que atendem a necessidades básicas das famílias.

Os pontos que enfatizaram o desenvolvimento e a implantação do *Kanban* no Japão são dois: a atitude voltada ao combate do desperdício, devido à escassez de recursos naturais, e o elevado grau de conscientização do operário japonês frente a importância do emprego remunerado visto a situação da crise no pós-guerra.

Segundo Tubino (2017), a manufatura enxuta pode ser definida como uma estratégia de produção baseada em um conjunto de técnicas oriundas do Sistema Toyota de Produção, cujo objetivo é melhorar continuamente o sistema produtivo por meio da eliminação de atividades que não agregam valor ao produto/cliente, o chamado desperdício. Dentro desse conjunto de práticas, a programação puxada via *Kanban* é a que mais se associa ao conceito de eliminação de desperdícios. Quanto ao envolvimento do operador, este é sensivelmente dependente da maneira em que a informação é transmitida. É comum existir nas empresas bons programas voltados ao desenvolvimento da média e alta gerência. Entretanto, na área operacional, estes praticamente inexistem. Faz-se necessária a preparação de programas de treinamento efetivos, visto que, dentre os resultados esperados da utilização do *Kanban*, o envolvimento e o estímulo à iniciativa por parte dos colaboradores, fazendo com que hajam como donos do processo em que trabalham, proporcionando autonomia. (TUBINO, 2017).

No presente trabalho, a implantação do *Kanban* se dará em uma empresa de grande porte do ramo metalmeccânico, situada na cidade de Maracanaú, no estado do Ceará.

Diante do que foi apresentado, surge o questionamento: quais os resultados obtidos com a implantação do sistema *Kanban* no processo de abastecimento interno?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho é reduzir a quantidade de tempo em que a Linha de Montagem interrompe seu fluxo por motivo de falta de itens, através da implantação da ferramenta *Kanban*.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Descrever o processo produtivo na situação anterior ao *Kanban*;
- b) Definir as etapas do método de implantação do sistema *Kanban* no setor de estamparia.
- c) Mostrar os resultados obtidos após a implantação e compará-los à situação anterior dentro da organização.

1.3 Justificativa

Conforme White e Prybutok (2001), apesar de muitos gestores terem despendido esforços para implementar e manter ferramentas e técnicas alinhadas à prática do JIT, diversos conceitos desse método de produção ainda são pouco ou superficialmente compreendidos. Apesar da aparente simplicidade, o *Kanban* é um desses recursos subutilizados. Desta forma, espera-se que os resultados deste trabalho sirvam como referência para empresas industriais que planejem implantar o sistema *Kanban*.

O presente estudo demonstra relevância ao agregar conhecimento na área de PCP, uma vez que apresenta adaptação do sistema *Kanban* ao setor de estamparia em indústria produtora de fogões a gás. Utilizando como suporte teórico ideias como a padronização dos lotes mínimos e dos contenedores, do mínimo inventário em processo, da inspeção realizada pelo operador, assim como a Troca Rápida de Ferramenta – TRF, entre outras nesse contexto.

Além disso, expondo as adaptações existentes, espera-se que haja clareza com relação à construção e operação da ferramenta. Também a relação dessas adaptações com a

atividade de estampagem de chapas de aço, em setor com múltiplas prensas, manuais e automáticas. Podendo também servir como referência para empresas do mesmo seguimento, pois se poderá analisar se essas adaptações são vantajosas ou não.

As duas principais motivações do presente estudo são promover as seguintes contribuições:

- a) Implantação do *Kanban* em um setor de estampa avaliando seus resultados;
- b) Apresentação de melhorias ao mesmo, visando aumentar sua eficiência.

Desse modo, espera-se colaborar demonstrando as transformações que a aplicação da ferramenta pode promover no resultado de um sistema produtivo.

1.4 Metodologia do trabalho

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), o conhecimento é construído por meio da aplicação de técnicas e procedimentos, dessa forma, o papel da metodologia, em resumo, é descrever e observar essas ações, com o intuito de comprovar sua validade e utilidade dentro do contexto social.

Silva e Menezes (2001), defendem a existência de várias formas de classificação das pesquisas, sendo primordialmente divididas em quatro grandes grupos: quanto à sua natureza, forma de abordagem do problema, objetivo e procedimentos técnicos.

1.4.1 Quanto à sua natureza

A pesquisa em questão classifica-se como aplicada, uma vez que pretende gerar conhecimento através da aplicação de teorias na prática e está voltada para a solução de questões específicas. (SILVA; MENEZES, 2001). Pretende-se com o trabalho em questão gerar conhecimentos práticos através da implantação da metodologia *Kanban* em uma empresa do setor metalmeccânico, a fim de solucionar problemas de abastecimento interno.

1.4.2 Quanto à forma de abordagem do problema

Pode-se classificar a pesquisa em quantitativa, considerando que todas as informações podem ser traduzidas em números, ou em qualitativa, quando não requer o uso de estatística ou técnicas matemáticas para a obtenção dos resultados. A pesquisa em questão pode ser classificada como quali-quantitativa (ou de “métodos mistos”, segundo Creswell, 2010),

uma vez que procura utilizar interpretações objetivas da situação-problema, traduzindo-as por meio de números, havendo também, levantamento de dados sobre o comportamento dos indivíduos envolvidos no processo.

1.4.3 Quanto aos seus objetivos

Sob o ponto de vista dos seus objetivos, o trabalho em questão recebe classificação de pesquisa descritiva, visto que o fenômeno é definido e delineado de forma a ser transcrito sem que haja manipulação dos dados por parte do pesquisador. A aplicação da metodologia *Kanban*, exige o conhecimento de muitas outras teorias para seu completo entendimento. Neste estudo, serão adotadas planilhas eletrônicas para manipulação dos cálculos, neutralizando interferências de falhas humanas. Os dados cruciais ao dimensionamento do *Kanban* foram obtidos via sistema de informações gerencial.

1.4.4 Quanto aos seus procedimentos técnicos

Nessa ótica, o presente trabalho pode ser classificado como pesquisa bibliográfica e estudo de caso, uma vez que a primeira classificação é dada quando toda a metodologia toma por base materiais já publicados, e a segunda classificação quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira específica, a fim de ter vasto conhecimento acerca dos mesmos. (PRODANOV; FREITAS, 2013). Será analisada uma situação específica de uma determinada organização, de forma a adaptar a implantação do Sistema *Kanban* à sua realidade.

1.5 Limitações da pesquisa

O trabalho em questão tem como objetivo implantar o *Kanban* em uma empresa do setor metalmeccânico Cearense, buscando trazer redução nas falhas de abastecimento interno e ainda diminuindo o estoque em processo.

Alguns conceitos de criação de um sistema *Kanban* foram adequados às necessidades específicas do setor onde ocorreu a implantação, inclusive levando-se em consideração experiências anteriores de aplicação da ferramenta neste setor. O processo de cálculo de dimensionamento do número de cartões seguiu operações definidas pelo Grupo de Trabalho (GT), da mesma forma, optou-se por utilizar cartão *Kanban* padrão para todos os itens

em detrimento do cartão tradicional onde encontra-se informações referentes a um determinado item. Apesar disso todos os conceitos formais relacionados à implantação da ferramenta serão mencionados durante o desenvolvimento do trabalho.

Também não foram consideradas as influências da sazonalidade nas variações da demanda, fator devido principalmente a não disponibilidade de séries históricas longas o suficiente para realização de estudo conclusivo.

1.6 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado, obedecendo às regras de normalização ao qual se submete, e é dividido em quatro capítulos. Além deste que apresenta a contextualização, os objetivos geral e específicos, a justificativa, o problema e as limitações da pesquisa e a metodologia científica, há mais três capítulos.

O capítulo 2 apresenta a revisão teórica com revisão de literatura, expondo as informações necessárias para realização do estudo, servindo de embasamento para o desenvolvimento dos seguintes temas: Planejamento e Controle da Produção - PCP, Sistema Toyota de Produção, *Just in Time* e *Kanban*.

No capítulo 3, será exposto o método proposto para abordagem da situação problema. Também se apresenta o estudo de caso, o qual trará relato detalhado da aplicação de todas as etapas da metodologia desenvolvida para a implantação da ferramenta. Trazendo ainda, em seu corpo final os resultados do estudo de caso.

O quarto capítulo, e último, apresenta as conclusões obtidas através da aplicação da pesquisa, como a explanação das limitações encontradas e as sugestões de trabalhos futuros, baseados nos resultados obtidos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, inicia-se a abordagem sobre os diferentes tipos de sistemas produtivos, bem como o conceito de Programação da Produção, expondo sua definição, sua importância e a evolução do seu conceito até hoje.

Em seguida, será abordado o Sistema Toyota de Produção (STP), apresentando seu desenvolvimento, também técnicas e princípios propostos por esse método de gestão da produção. Entrando no estudo das características do *Just in Time* e seus resultados quando aplicado em processos de produção industrial.

Por fim, ainda dentre as ferramentas do STP, é demonstrada a literatura acerca do *Kanban* e de seu método de dimensionamento, implantação, e operação. Os quais serão de grande relevância para a aplicação do estudo do presente trabalho.

2.1 O Planejamento e Controle da Produção

2.1.1 Introdução

Em um mercado altamente competitivo as empresas industriais são constantemente pressionadas a buscarem novas tecnologias, processos, técnicas e sistemas. A disputa acirrada requer diferentes iniciativas competitivas, por vezes até o reposicionamento estratégico da companhia, fazendo necessárias mudanças nos processos e nos sistemas de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e suas ferramentas.

A Constante redução de preços pelo mercado, motivada pela oferta ou simplesmente pelo aparecimento de produtos ainda mais baratos e com eficácia semelhante, contribui para o desenvolvimento de novas práticas que visam redução dos custos e a flexibilização dos processos produtivos, ilustrando o contexto atual vivido pelas organizações, forçadas a produzirem com a maior eficiência possível.

De acordo com as ideias de Corrêa, Gianesi e Caon (2001), ao passo que o PCP assume posição central no atendimento das prioridades competitivas das empresas industriais, sendo tipificado como “o coração dos processos produtivos”, novas abordagens se fazem necessárias à gestão do planejamento da produção. É nesse mesmo cenário que se situa o presente capítulo, visando investigar os principais conceitos necessários à condução do projeto, por meio da apresentação dos termos essenciais do PCP.

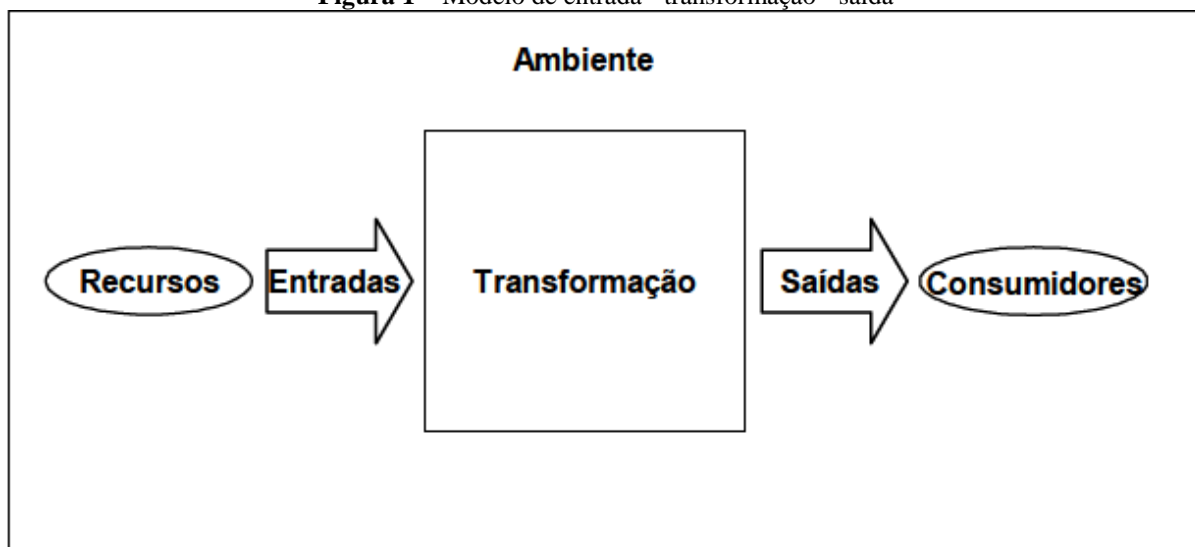
2.1.2 Sistemas de Produção Industrial

De maneira superficial pode-se chamar: sistema de produção, qualquer organização de tarefas destinadas a produzir algo (saídas) após transformação da situação presente (entradas). Segundo Sipper e Bulfin (1997), em sua grande maioria, os sistemas de produção comparam-se aos *icebergs*, ou seja, a porção visível é somente uma fração do todo. Portanto, para atingir nível satisfatório de confiabilidade, faz-se necessário o estudo aprofundado do processo, de maneira a atingir os seus componentes fundamentais: produto, processo e trabalhador.

É comum realizar a diferenciação entre os sistemas de produção analisando a sua principal saída. Neste trabalho, será dada atenção aos sistemas cujas saídas são bens, em outras palavras, sistemas de produção ou manufatura industrial, de acordo com a classificação proposta por Martinich (1997).

Segundo as palavras de MacCarthy e Fernandes (2000), em um sistema de produção industrial interagem elementos humanos, físicos e gerenciais. Estes componentes precisam funcionar em sincronia, de forma que ao final do processo o valor de venda do produto seja superior aos custos de produzi-lo. Conclui-se que, qualquer operação que produza bens ou serviços, faz isso por meio de um processo de transformação, como na figura 1. (SLACK et al, 2002).

Figura 1 – Modelo de entrada - transformação - saída



Fonte: Slack et al (2002)

Segundo Tubino (2017), a classificação dos sistemas produtivos tem por finalidade facilitar o entendimento das características inerentes a cada sistema de produção e sua relação

com a complexidade das atividades de planejamento e controle destes sistemas. Em suas palavras, segue afirmando que a classificação mais significativa para o entendimento da complexidade das funções do PCP relaciona-se com o grau de padronização dos produtos e o conseqüente volume de produção demandado pelo mercado. Esta classificação ilustra quatro principais tipos de sistemas produtivos, são estes: Contínuo, em Massa, em Lotes ou sob Encomenda. A figura 2, mostra elementar diferenciação entre os sistemas produtivos.

Figura 2 – Características básicas dos sistemas produtivos

Contínuos Massa	Repetitivos em lote	Sob Encomenda
Alta	Demanda/Volume de Produção	Baixa
Baixa	Flexibilidade/ Variedade de itens	Alta
Curto	Lead Time Produtivo	Longo
Baixos	Custos	Altos

Fonte: Tubino (2017)

Os *sistemas de produção contínuos* são empregados quando existe alta uniformidade na produção e demanda. Nesses sistemas, onde não se consegue facilmente identificar e separar dentro da produção uma unidade do produto das demais que estão sendo feitas, uma elevada automação dos processos é percebida, trazendo como consequência uma certa restrição da flexibilidade, visto a necessidade de elevados investimentos em equipamentos e instalações. (TUBINO, 2017). Esse sistema diferencia-se pelo baixo *lead time* produtivo.

Os *sistemas de produção em massa*, assim como os sistemas contínuos diferem do modelo anteriormente citado no que diz respeito à automatização dos seus processos. Esse tipo de sistema é empregado na produção em grande escala de produtos altamente padronizados, contudo, estes produtos não são passíveis de automatização em processos contínuos, exigindo participação de mão-de-obra especializada na transformação do produto. Podem-se classificar dentro deste sistema as empresas que estão na ponta das cadeias produtivas, com suas linhas de montagem, como é o caso das montadoras de automóveis, eletrodomésticos, grandes confecções têxteis, abate e beneficiamento de aves, suínos, gado etc., e a prestação de serviços em grande escala, como transporte aéreo, editoração de jornais e revistas etc. (TUBINO, 2017).

O terceiro grupo de sistemas produtivos, segundo a literatura de Tubino (2017), é o de *sistemas de produção repetitivos em lotes*, que se caracterizam pela produção de um volume

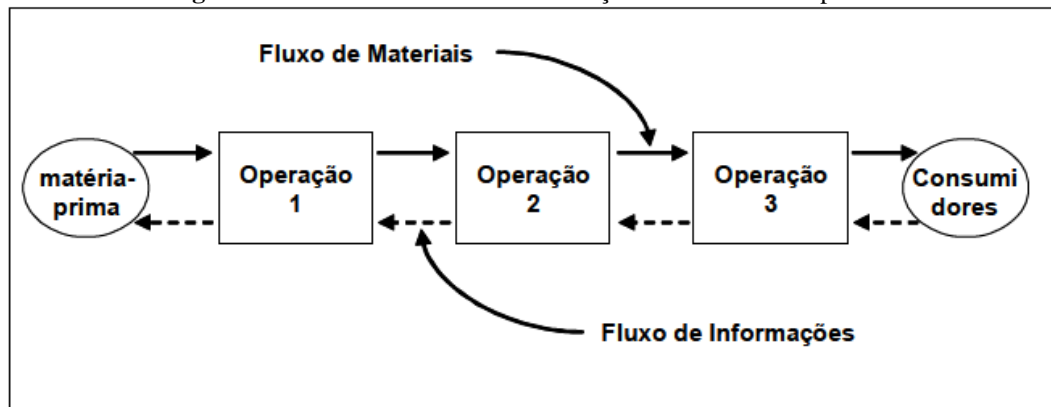
médio de bens ou serviços padronizados em lotes, sendo que cada lote segue uma série de operações que necessita ser programada à medida que as operações anteriores forem sendo realizadas.

Finalmente, o quarto grupo de sistemas produtivos, chamados de *sistemas sob encomenda*, tem como finalidade a montagem de um sistema produtivo voltado para o atendimento de necessidades específicas dos clientes, com demandas baixas, tendendo para a unidade. O produto tem uma data específica negociada com o cliente para ser fabricado e, uma vez concluído, o sistema produtivo se volta para um novo projeto. Os produtos são concebidos em estreita ligação com os clientes, de modo que suas especificações impõem uma organização dedicada ao projeto, que não pode ser preparada com antecedência, principalmente com a geração de supermercados de estoques intermediários para acelerar o lead time produtivo (TUBINO, 2017).

Bonney *et al* (1999) tratam de uma classificação onde "puxar" ou "empurrar" a produção são os parâmetros. Em um sistema empurrado as ordens de produção, delineadas por um gerenciamento central, são liberadas numa data de início que corresponde à data de entrega prometida menos o *lead time* de produção. Uma vez liberadas, essas ordens fluem de operação para operação, ou seja, as informações seguem no mesmo sentido dos materiais. Em um sistema puxado, o controle é feito com base no estoque em processo, onde os materiais processados fluem em um sentido e as informações no sentido oposto.

Para Sipper e Bulfm (1997), uma característica que distingue os dois sistemas é a interdependência das operações. A interdependência recíproca é aquela na qual há duas vias de relacionamento entre os centros de trabalho: cada centro, afeta e é afetado pelos demais adjacentes por meio do fluxo de materiais e informações, ilustrado na figura 3. Sendo esta, a base dos sistemas puxados. Essa informação transferida entre os centros produtivos, na prática, pode ser um cartão *Kanban*, funcionando como ordem de disparo ou produção do próximo lote de materiais, eximindo assim, a necessidade de programação prévia dessa operação. É essa autonomia, um dos principais reflexos da aplicação do *Kanban* de forma efetiva.

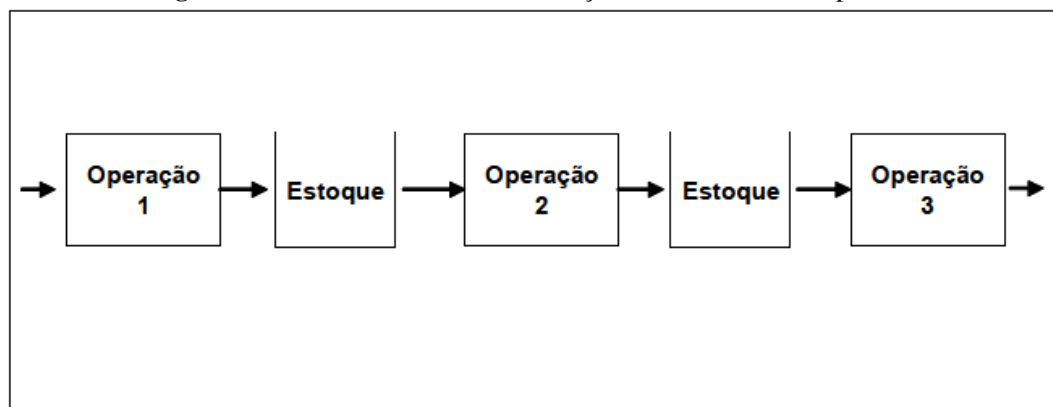
Figura 3 – Fluxo de materiais e informações em um sistema puxado



Fonte: Sipper e Bulfin (1997)

Já no sistema empurrado, ocorre a interdependência sequencial, onde cada saída de uma operação é dependente da entrada de uma ou mais operações. Para isolar essa dependência, usa-se estoques reguladores, como ilustrado na figura 4.

Figura 4 – Fluxo de materiais e informações em um sistema empurrado



Fonte: Sipper e Bulfin (1997)

Percebe-se, portanto, que em um sistema puxado, é mantida certa quantidade de estoque entre duas operações consecutivas, cuja reposição é ordenada pelo processo posterior na proporção em que é consumida. Dessa forma, do ponto de vista somente da movimentação física na fábrica, se os materiais forem transportados sob pedido do processo posterior este sistema é considerado puxado. Se os materiais forem transportados para os processos posteriores após serem processados ou concluídos, o sistema é considerado empurrado.

2.1.3 O Planejamento e Controle da Produção

Segundo a literatura, existem diversos entendimentos distintos e complementares a respeito do PCP. Azeka (2003) traz notável contribuição ao reunir as ideias de diversos autores do planejamento e controle da produção. Nota-se entre alguns desses autores uma tendência de segregação do PCP em Planejamento de Produção (PP) e Controle da Produção (CP), dentre eles Correa *et al* (2001), que em suas palavras, atribuem a necessidade de planejamento à inércia própria dos processos decisórios, em outras palavras, à existência de um certo intervalo de tempo entre a tomada de decisão e as suas consequências ao sistema produtivo.

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2006), PP é entendido como a atividade gerencial responsável por compatibilizar a demanda e a capacidade de produção em um horizonte de médio prazo (em geral entre 3 a 18 meses) e assim, tomar decisões de forma agregada em termos de:

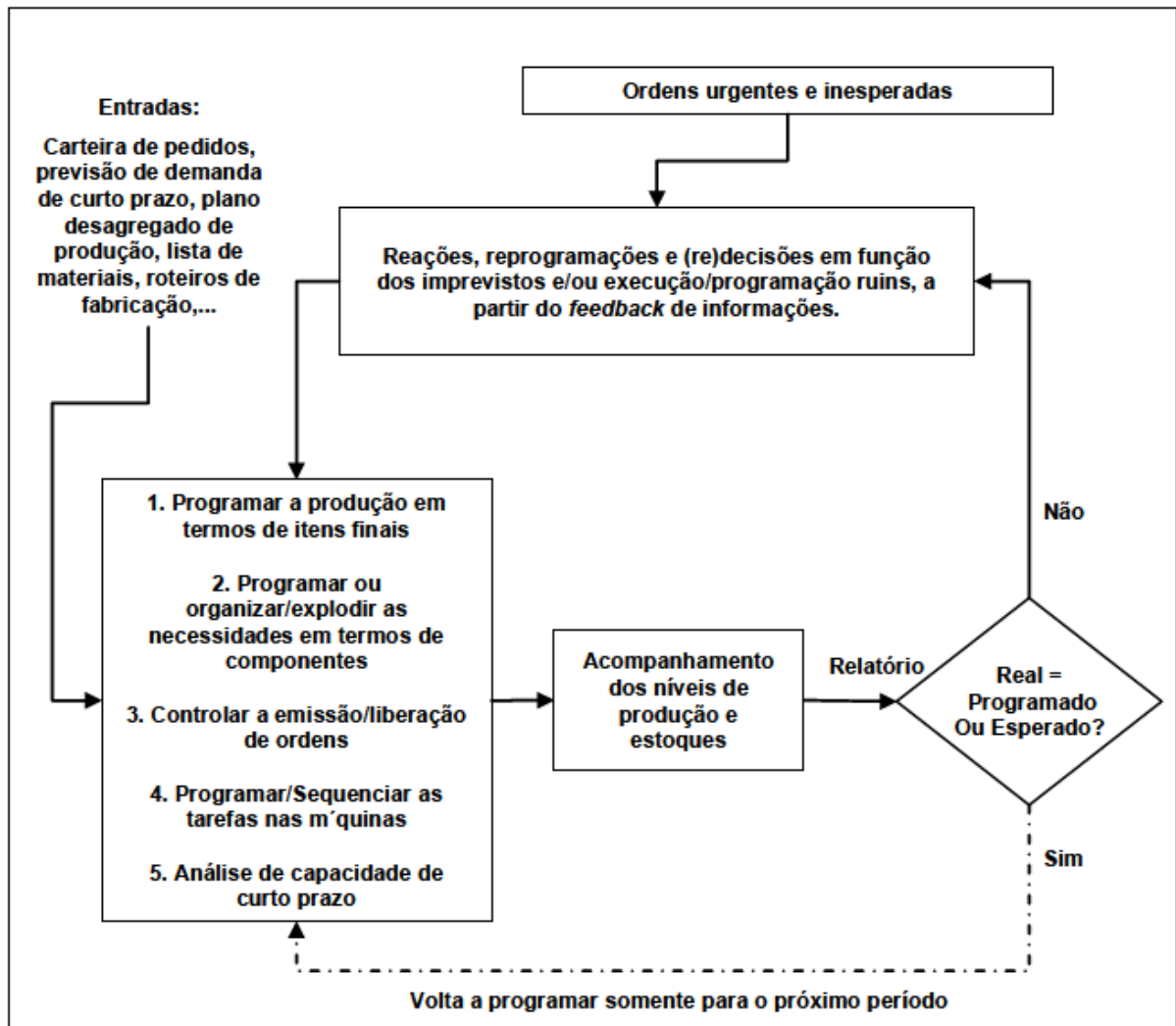
- a) O que produzir, comprar e entregar;
- b) Quanto produzir, comprar e entregar;
- c) Quando produzir, comprar e entregar;
- d) Quem e/ou onde e/ou como produzir.

O início do PP é a gestão da demanda no médio prazo, por meio de previsões. Essas previsões, juntamente com a gestão financeira são as principais entradas necessárias para a realização do planejamento agregado da produção, que tem como objetivo criar um plano de produção em termo de famílias de produtos de tal forma que os recursos da produção sejam utilizados eficazmente.

Ainda de acordo com Fernandes e Godinho (2006), o CP é a atividade gerencial responsável por regular o fluxo de materiais por meio de informações e decisões para execução. Essas decisões são detalhadas e de curto prazo (geralmente menor que 3 meses, não sendo raros os setores onde ocorre programação dessa natureza sendo realizada diariamente). Para Tubino (2017), o CP tem por objetivo, estabelecer ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais.

A figura 5, mostra o detalhamento do Controle de Produção:

Figura 5 – Estrutura do CP



Fonte: Fernandes e Godinho (2006)

Percebe-se que o CP se assemelha a um procedimento decisório que possui cinco etapas subsequentes, onde, nessas etapas chamadas de atividades de controle, o nível de detalhamento aumenta gradualmente. Sendo o sistema *Kanban* assunto central deste estudo, faz-se necessária máxima compreensão das atividades 2, 3 e 4 do CP, dentro das quais o sistema *Kanban* se insere.

2.2 Sistema Toyota de Produção, *Just in Time* e o *Kanban*

2.2.1 O Sistema Toyota de Produção

Há mais de trinta anos, aconteceu a primeira crise do petróleo, impactando fortemente na capacidade competitiva de inúmeras indústrias. Fez-se necessário encontrar uma

forma de prosperar em meio a frequentes condições conturbadas, e apresentar um desempenho satisfatório frente a muitos desafios.

Com a constatação do promissor desempenho da Toyota, muitos estudos se voltaram a desvendar quais os fatores responsáveis por tais resultados. De imediato, o JIT e o sistema *Kanban* foram identificados como os elementos chaves deste sucesso. Tal fato gerou a fragmentação das definições e a dispersão entendimento. Novas avaliações reconheciam que a Toyota se utilizava da reunião de um conjunto de princípios, métodos e técnicas aplicadas de forma encadeada e mais do que isso, "os resultados proviam mais da sinergia entre os diversos elementos do que do somatório das contribuições isoladas de cada um" como enfatiza Ghinato (1995).

Não é incomum encontrar nestes estudos um tratamento histórico do desenvolvimento da empresa Toyota. Na verdade, as histórias da Toyota e do seu sistema de produção confundem-se com as histórias das principais personalidades envolvidas na fundação e no gerenciamento da Toyota Motor Company. Sakichi Toyoda — criador dos primeiros princípios, anteriores a própria empresa; Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi — fundador da Toyota Motor Company e idealizador do JIT; Eiji Toyoda, primo de Kiichiro — presidente e diretor da empresa nas fases iniciais de criação do STP; Taiichi Olmo — vice-presidente da empresa e criador do sistema *Kanban*; e Shigeo Shingo — criador de ferramentas e técnicas fundamentais relacionadas à qualidade e às trocas rápidas de ferramentas, são nomes importantes que deixaram legados vitais ao que hoje se conhece como Sistema Toyota de Produção.

2.2.2 O Just in Time

No ambiente industrial, fala-se em *Just in Time* para exemplificar a situação em que a produção de itens, bem como a obtenção de materiais, se dá de acordo com a quantidade requisitada e apenas no momento exato.

Constata-se que tal resultado pode ser obtido através de redução de estoques, do mesmo modo mediante sincronização dos estágios produtivos.

Em um esforço para combinar as perspectivas encontradas na literatura especializada sobre o JIT (SILVER et al, 1998; CORRÊA et al, 2001; SLACK et al, 2002; dentre outros), tem-se a seguinte convergência de suas características:

- a) tem como meta estabelecer um fluxo de produção;

- b) utiliza células de manufatura: substituição dos departamentos de processo pelas células de manufatura, com um *mix* de máquinas de processamento colocadas em um layout para fabricar uma família de peças ou produtos. O objetivo é diminuir o tempo de fabricação total, por meio da redução dos tempos de movimentação, espera e setup;
- c) requer esforço na redução dos tempos de troca de ferramentas ou setup: neste caso a participação da mão de obra é muito importante, pois envolve conhecimentos específicos da produção, dos equipamentos e operações. Diversos benefícios à manufatura estão relacionados à redução do setup. Pode-se citar como exemplos a diminuição dos custos totais de setup, diminuição dos lotes, diminuição do custo do estoque, aumento da capacidade produtiva (pois reduz o tempo total anual de setup), redução do tempo de fila (pela diminuição do tamanho dos lotes), redução do tempo de transporte (pela diminuição do tamanho dos lotes), redução do lead-time (pois há a redução de todos os tempos que o compõe: de processamento, de fila, de espera e de transporte) e redução do estoque em processo;
- d) necessita de qualidade total: na manufatura, a qualidade deve ser assegurada por meio da busca constante de melhorias nos processos, inspeção de seu próprio trabalho pelo empregado, paradas de linha para resolução de problemas e controles visíveis por meio da divulgação para todos de informações tidas como necessárias para um bom desempenho;
- e) necessita de uma estreita relação com os fornecedores: no JIT, é importante uma relação de compromisso entre clientes/fornecedores. Para Corrêa *et al* (2001), as empresas devem reduzir o número de fornecedores, tendo como principais razões para isso a demonstração do estabelecimento de compromisso de longo prazo e limitar esforços no desenvolvimento de fornecedores;
- f) tem como base a produção puxada pelo sistema *Kanban*. Em síntese, o JIT é respaldado por um conjunto de regras e normas a fim de instituir e gerenciar um ambiente produtivo que garanta a sincronização dos processos desde o consumidor final até a matéria-prima. Esta sincronização ou ligação entre os processos é obtida por meio do sistema *Kanban*, tema central desta dissertação e principal objeto das próximas seções.

2.2.3 O Sistema Kanban

2.2.3.1 Definição e conceito

“*Kanban* é a palavra japonesa para cartão ou sinal. Ele algumas vezes é chamado de correia invisível que controla a transferência de material de um estágio para outro da operação” (SLACK, 2002).

Segundo Ohno (1997), o STP foi construído com base numa prática denominada por ele de “repetindo cinco vezes por que”. Esta prática determina que ao se deparar com um problema deve-se perguntar sempre por que cinco vezes para ajudar a descobrir a raiz do problema e poder corrigi-lo eficazmente. Na Toyota, o problema de produzir demasiadamente recebeu como resposta, ao primeiro por que, a seguinte justificativa: “não existir uma maneira de manter baixa ou prevenir a superprodução”. Isso levou à ideia de controle visual que, por sua vez, originou a ideia do sistema *Kanban*. O criador do *Kanban*, Taiichi Ohno, ex-vice-presidente da Toyota Motor Company, extraiu sua ideia dos supermercados americanos, onde a mercadoria é retirada somente quando o cliente necessita e essa mesma mercadoria é repostada somente quando é consumida. Trata-se de um sistema projetado para assegurar que seja produzida somente a quantidade de itens necessários por meio da alimentação puxada do processo. O sistema *Kanban* caracteriza-se fundamentalmente por ser informal, simples e de fácil compreensão, ser de gerenciamento visual, e ser realizado pelos próprios funcionários. O reflexo direto destas características é que para um bom funcionamento são necessários um ambiente participativo, cooperativo e comprometimento entre empresa e funcionários.

Segundo leciona Pace (2003), a tradução literal da palavra *Kanban* é: registro visível ou placa visível. Porém, interpretando a palavra de acordo com a sua utilização, pode-se afirmar que *Kanban* significa cartão, o que não quer dizer que não possa assumir o significado de qualquer outro sinal. Esses cartões autorizam a movimentação do produto entre o centro produtor e o centro consumidor e, também ordenam o centro produtor a produzir uma determinada quantidade de produto em uma determinada hora.

Smalley (2004) define *Kanban* como um sistema que combina o controle sobre a movimentação de material, voltado tanto para o tempo quanto para a quantidade, dependendo dos sinais dados pelo processo fluxo abaixo. Assim, o *Kanban* controla a produção de um fluxo de valor, de materiais e de informações. Em outras palavras, pode-se defini-lo como um dispositivo sinalizador que fornece instruções para o controle da produção e de inventário, regulando a movimentação de materiais, e considerando que a quantidade da produção e momento de sua realização devem ser adequados à demanda do mercado.

Nas palavras de Moura (1992), “o *Kanban* não é um substituto para a boa administração”, seu uso deve vir acompanhado de esforços por parte de toda a fábrica e da

gerência, afim de estar sempre sendo aperfeiçoado. Sistema *Kanban* não significa inventário ou estoque zero, embora alguns autores coloquem-no de tal maneira, isso se verifica mais como consequência da meta final de sua utilização, mesmo que inatingível. A introdução do sistema *Kanban* não significa não ter mais problemas. Ao contrário, com a utilização correta deste sistema os problemas ocultados pelos estoques reguladores, tais como gargalos, falta de qualidade, quebras de máquinas, dentre outros aparecerão e serão mais facilmente identificadas as suas causas.

2.2.3.2 Componentes do sistema

2.2.3.2.1 Cartão

Conforme Tubino (2017), existem basicamente três tipos de cartões *Kanban*:

- Cartão *Kanban* de produção: serve para autorizar a fabricação ou montagem de determinado lote de itens, tendo sua área de atuação restrita ao centro de trabalho que executa a atividade produtiva nos itens.
- Cartão *Kanban* de requisição interna: serve para transportar, retirar e movimentar materiais, autorizando o fluxo de itens entre o centro de trabalho produtor e o centro consumidor de itens.
- Cartão *Kanban* de fornecedor: executa as funções de uma ordem de compra convencional, ou seja, autoriza o fornecedor externo da empresa a fazer entrega de um lote de itens, especificado no cartão, diretamente a seu usuário interno, desde que o mesmo tenha consumido o lote de itens correspondente ao cartão.

No sistema tradicional da Toyota existem essencialmente dois tipos de cartões:

- a) Cartão de requisição, movimentação ou retirada: autoriza o movimento de peças das estações de alimentação às estações de uso, funcionando como uma espécie de passaporte, informando o que deve ser repostado. Usado para um número determinado de peças e circula apenas entre dois centros de processamento;
- b) Cartão de ordem de produção: autoriza a produção de peças para repor as requisitadas para uso em estações subsequentes. Usado apenas no centro de processamento que produz a peça, ou seja, o cartão de ordem de produção é um mecanismo de controle dentro do processo e o cartão de requisição é um mecanismo de controle entre os processos.


Tubino (2017), fala que tradicionalmente, dentro de uma fábrica, o *Kanban* é um simples cartão de papel, no qual devem constar informações básicas, tais quais nome da peça, seu número, o fornecedor (interno ou externo), a quantidade de peças por contenedor, o endereço do seu supermercado e, em certas vezes, um código de barras pode estar impresso, conforme figuras 6 e 7.

Figura 6 – Cartão *Kanban* de Produção

Processo		Centro de trabalho														
No. de item		No. prateleira estocagem														
Nome do item																
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Materiais necessários</th> <td rowspan="2">capacidade do contenedor</td> <td rowspan="2">No. de emissão</td> <td rowspan="2">Tipo de contenedor</td> </tr> <tr> <th>codigo</th> <th>locação</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		Materiais necessários		capacidade do contenedor	No. de emissão	Tipo de contenedor	codigo	locação						capacidade do contenedor	No. de emissão	Tipo de contenedor
Materiais necessários		capacidade do contenedor	No. de emissão				Tipo de contenedor									
codigo	locação															
																

Fonte: Tubino (2017)

Figura 7 – Cartão *Kanban* de Movimentação

Cod. do item			Centro de trabalho fornecedor			
Nome do item						
<table border="1"> <tr> <td>Tamanho do lote</td> <td>No. de emissão</td> <td>Tipo de contenedor</td> </tr> </table>			Tamanho do lote	No. de emissão	Tipo de contenedor	Localização no estoque
			Tamanho do lote	No. de emissão	Tipo de contenedor	
			Centro de trabalho cliente			
			Localização no estoque			

Fonte: Tubino (2017)

2.2.3.2.2 Painel

Para operacionalizar os referidos cartões, utilizam-se painéis ou quadros de sinalização. Estes quadros são postados próximos ao local de armazenagem com a finalidade de sinalizar a movimentação de consumo dos itens fixados no quadro.

2.2.3.2.3 Supermercado

Estes pontos de armazenagem são chamados de supermercados de itens, em decorrência da origem histórica do *Kanban* estar associada à adaptação japonesa dos sistemas de reposição de produtos existentes, na época de sua criação, nos supermercados americanos (TUBINO, 2017).

De acordo com Shingo (1996) os supermercados têm várias características particulares, que poderiam ser adaptadas para o chão-de-fábrica, surgindo então o *Kanban*, são elas: Os consumidores escolhem diretamente as mercadorias e compram as suas favoritas; O trabalho dos empregados é menor, pois os próprios consumidores levam suas compras às caixas registradoras; Ao invés de utilizar um sistema de reabastecimento estimado, o estabelecimento repõe somente aquilo que foi vendido, reduzindo, assim, os estoques.

2.2.3.3 Dimensionamento

Segundo Veloso (2006 apud SCHMIDT *et al.*, 2013) o número de cartões *Kanban* é nivelado pela demanda para um determinado produto. Com base nisso, existe uma preocupação em atender as ordens de fabricação com entregas sem atrasos, de tal forma que as linhas de produção não se tornem ociosas devido a falhas de transporte ou falta de material (TAKAHASHI, 2003). Os cálculos para o número de cartões *Kanban* se dividem, basicamente, em três procedimentos: (1) cálculo para sistemas de cartão único; (2) cálculo para sistemas de dois cartões; e, (3) cálculo para sistema de cartão *Kanban* com fornecedores. No cálculo para um sistema de cartão único (1) é necessário transformar o tempo total de ciclo de produção de um cartão *Kanban* em percentual do tempo disponível de operação e, ainda, como segurança, utilizar os tempos de trocas nas linhas de produção a fim de que não se tenha influência na entrega dos itens na próxima operação. Nessa fórmula, o tempo de transporte não é considerado, tornando o cálculo ainda mais simples e rápido para o gestor do sistema *Kanban*. Em seguida, para o cálculo de um sistema de dois cartões (2) inclui-se o tempo de transporte de materiais de uma estação de trabalho para outra.

O cálculo do número de cartões em um sistema *Kanban* com fornecedores (3) não considera o tempo de produção do item, considerando a existência de itens acabados no estoque do fornecedor. Com isso, levando somente em consideração a demanda para um dia de produção do receptor e assumindo que o contenedor utilizado tem capacidade de armazenamento conhecida, o tempo de movimentação de uma área para outra também deve ser considerado neste cálculo. Ainda, para maior segurança é acrescido uma porcentagem de tempo

para que as variações de produção e/ou transporte dos itens sejam amenizadas (TUBINO, 2017).

Segundo Veloso (2006 apud SCHMIDT *et al.*, 2013) o número de cartões que irão circular no sistema irá depender do tamanho do lote. A determinação desta quantidade será em função do tempo de reposição, o tempo de movimentação dentro do sistema e do acréscimo de um fator de segurança projetado relacionado com o estoque de segurança. Segundo Pace (2003), é possível determinar as quantidades de cartões num sistema *Kanban* através da seguinte equação:

$$C = \frac{U}{A} * (Tp + Te) * (1 + \alpha) \quad (1)$$

onde:

D - demanda (consumo diário do produto em questão, em contêineres);

U - demanda (consumo diário do produto em questão);

A - capacidade de cada contêiner;

L - período do contêiner;

Tp - tempo de processo (produção, recarregamento mais tempo na fila);

Te - tempo de espera (consumo mais transporte);

C - quantidade de *Kanbans* (quantidade de contêineres);

D - demanda (consumo diário do produto em questão, em contêineres);

L - Período do contêiner;

α - Fator de segurança.

2.2.3.4 Funcionamento e adaptações do sistema *Kanban*

Em resumo, as principais características de funcionamento do sistema *Kanban* original, que servirão de referência para as análises realizadas, são (MONDEN, 1984; MOURA, 1992; OHNO, 1997; SIPPER e BULFIN, 1997; LIKER, 2005):

a) puxar a produção;

b) controlar a produção de forma descentralizada;

c) limitar o nível máximo de estoque (ou seja, número limitado de sinalizadores ou contenedores);

d) usar dois sinalizadores diferentes: um como ordem de produção e outro como autorização de transferência de materiais.

Na utilização do sistema *Kanban* pressupõe-se que exista determinada quantidade de peças nos estoques entre as estações de trabalho. Em outras palavras, é assegurada a disponibilidade de peças suficientes para a formação dos produtos num dado período de trabalho. O processo subsequente, visto como um “cliente”, deve ir ao processo precedente, o “fornecedor”, para adquirir as peças necessárias já prontas. O processo precedente, por sua vez, produz a exata quantidade retirada, reabastecendo o armazém, entendido como um “supermercado”. Existe um considerável número de possibilidades no uso deste esquema, visto que se podem combinar diferentes tipos e quantidades de sinalizadores, formas de retirada, pontos de programação, tipos de armazéns ou estoques, etc.

Villar, Silva e Nóbrega (2008), também propõem algumas regras de funcionamento do *Kanban*:

- Regra 1: o processo subsequente (cliente) deve retirar do processo precedente (fornecedor) os itens necessários apenas nas quantidades e no tempo necessário. Em outras palavras, não se pode retirar nenhum tipo de item sem o correspondente *Kanban* que a ele é associado e as quantidades estabelecidas no *Kanban* têm que ser rigorosamente obedecidas.
- Regra 2: o processo precedente (fornecedor) deve produzir seus itens somente nas quantidades requisitadas pelo processo subsequente. Isto significa dizer que qualquer produção superior ao estabelecido no *Kanban* é terminantemente proibida e que quando vários tipos de itens são produzidos há que se obedecer à sequência original do *Kanban*.
- Regra 3: produtos com defeitos não devem ser liberados para o processo subsequente. Esta regra estabelece um pré-requisito para o funcionamento do sistema: trabalhar com qualidade.
- Regra 4: o número de cartões no sistema deve ser minimizado, objetivando manter as mínimas quantidades em estoque de itens em processo. A ideia é motivar os responsáveis pela produção na busca permanente de soluções que reduzam os inventários dos itens.

- Regra 5: O sistema *Kanban* é usado para adaptar-se à pequenas flutuações na demanda. Os sistemas tradicionais não permitem uma reação rápida nas reprogramações, mesmo se tratando de pequenas flutuações.

2.2.3.4.1 O sistema *Kanban* CNE

No chamado sistema *Kanban* CNE (controlado pelo nível de estoque), com somente sinalizador de ordem de produção, apenas este é empregado. A vantagem deste sinalizador com relação aos sistemas de duplo cartão é a simplicidade, pois são suprimidos os sinalizadores de requisição e há apenas uma área de estocagem entre dois centros de trabalho consecutivos. Geralmente emprega-se este tipo de sistema quando as estações de trabalho se situam próximas e/ou o transporte das peças é fácil e pode ser realizado manualmente pelos próprios operadores. Em resumo, nenhuma estação de trabalho é programada e a produção é puxada e iniciada pelo consumo de produtos finais. Na literatura este sistema não é nitidamente considerado como uma adaptação, sendo tratado como um tipo especial chamado por Monden (1984) de “*Kanban* comum”.

2.2.3.4.2 O sistema *Kanban* H

O sistema *Kanban* H possui características híbridas, ou seja, embora a produção seja puxada, no último estágio produtivo há programação da produção. A programação comumente é desenvolvida por um departamento de PCP. O sistema *Kanban* H é idêntico ao sistema *Kanban* CNE com exceção do fato de possuir o último estágio produtivo programado, ao invés de reagir ao nível de estoque de produtos finais. Reforça-se neste ponto a importância deste sistema como referência, pois se trata da criação original da Toyota.

2.2.3.5 *Pré-requisitos do sistema Kanban*

Diversas são as vantagens atribuídas ao sistema *Kanban*, mas, estas vantagens somente serão alcançadas quando a empresa aderir à filosofia na qual a ferramenta está inserida, que é atualmente chamada de Produção Enxuta. Segundo Tubino (2017), o sistema produtivo deve estar preparado para operar dentro da filosofia JIT, que tem os seguintes pré-requisitos:

- Estabilidade de projeto de produto, evitando-se mudanças bruscas de curto prazo, portanto não planejadas no roteiro de produção;

- Índices de qualidade elevados, visto que lotes com defeitos causarão sérios danos ao fluxo produtivo sob a ótica de puxar empregada no sistema *Kanban*;
- Fluxos produtivos bem definidos, de preferência com layout celular, permitindo roteiros claros de circulação dos cartões *Kanban*;
- Lotes pequenos, viáveis com a implantação do *setup* rápido, possibilitando resposta imediata às solicitações do cliente, sem a necessidade de estoques excessivos;
- Operários treinados e motivados com o objetivo do melhoramento contínuo;
- Equipamentos em perfeito estado de conservação, com ênfase na manutenção preventiva, evitando-se paradas inesperadas não suportadas pelo nível mínimo de estoques no sistema.

3. ESTUDO DE CASO

O capítulo em questão abordará sobre a aplicação propriamente dita dos conceitos anteriormente expostos nos capítulos 1 e 2, utilizando-se das definições teóricas de Planejamento e Controle da Produção, Produção Enxuta, *Just in Time* e Sistema *Kanban*. Os fatos citados remontam o cenário da empresa entre os anos 2013 e 2015.

3.1 Caracterização da empresa

A aplicação do estudo em questão foi feita em uma empresa do ramo metalmeccânico no Estado do Ceará. Instalada em uma área aproximada de 360.000 m² sendo 65.000 m² de área construída, atua com três unidades produtivas: Cocção (fogões e *cooktops*), Refrigeração (refrigeradores, bebedouros e freezers) e Recipientes para GLP. Conta com um corpo de 3.600 colaboradores, trabalhando em horário comercial ou regime de turnos, sendo o setor de Estamparia pertencente à unidade responsável pela fabricação de fogões, o setor com maior regime de operação, tendo seu quadro de funcionários dividido em três turnos, trabalhando durante seis dias na semana. Com uma produção média de 9000 fogões/dia, já foi reconhecida como maior consumidora de aço do Nordeste. Comercializa seus produtos na grande rede de vendedores lojistas em todo país, além de exportá-los para mercados ao longo do continente americano, na África, Oceania e Oriente Médio, num total de 50 países.

Ao longo dos últimos anos, a empresa vem conseguindo ampliar a sua participação no mercado bem como elevar a qualidade dos seus equipamentos. Acompanhando as demandas do mercado, procura difundir a cultura da melhoria contínua.

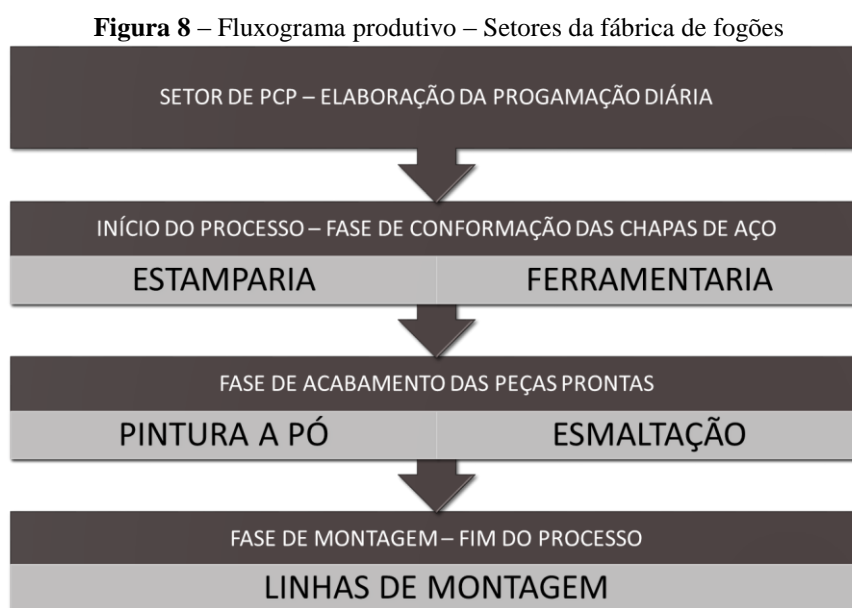
É líder na venda de fogões, segmento que deu início às suas atividades, no ano de 1963, a empresa hoje tem como missão de “Oferecer produtos e serviços que promovam a alegria e qualidade de vida dos nossos consumidores, com satisfação e criatividade”. De fato, a organização em questão foi em 2012 considerada a melhor empresa do setor de eletrodomésticos do País em liquidez corrente. Também foi escolhida a melhor do Nordeste e uma das dez melhores do Brasil em pontos obtidos, que são calculados através de variáveis como volume de vendas, lucro, patrimônio e crescimento.

Para a realização do projeto foram utilizados princípios da versão tradicional do *Kanban*, porém a esse modelo foram feitas algumas adaptações propostas pelo grupo gestor, visando otimizá-lo para que pudesse atender às expectativas do respectivo setor. Itens como: o dimensionamento do número de cartões e do tamanho dos lotes, o número de lotes de disparo

da produção e a escolha dos itens que seriam geridos através do *Kanban* foram definidos sob critérios estabelecidos pelos envolvidos, integrando literatura e prática. Esta abordagem, de fato, traz especificidades ao projeto, que podem motivar discussões a respeito da relevância desses ajustes. Após as etapas de discussão inicial e definição do projeto, cálculos de dimensionamento, treinamento dos envolvidos e por fim execução e ajustes, tem-se um sistema *Kanban* diretamente adaptado às condições e características produtivas de em um setor de estamparia. Dessa maneira, a fábrica de fogões é a maior unidade produtiva da planta, sendo escolhida para receber o sistema *Kanban*, sendo este instalado no supermercado do setor de estamparia.

3.1.1 Caracterização do processo de produção

Nessa seção do trabalho serão expostas, de forma sucinta, as etapas de organização do processo de produção de fogões, desde o recebimento da programação diária até a montagem final do produto. A figura 8, expõe a sequência produtiva dentro da fábrica.



Fonte: Adaptado pelo Autor

Parte do setor de PCP, diariamente, a demanda em termos de quantidade e tipos de produtos, sendo esta, comunicada às áreas produtivas através de *e-mail* e da chamada reunião de programação diária, que ocorre nas horas iniciais de trabalho do primeiro turno. Nessa reunião participam os supervisores e encarregados de cada uma das quatro áreas, bem como

representantes de demais setores como o próprio Planejamento (PCP), Engenharia Industrial, Qualidade e Manutenção.

A matéria prima primordial dos fogões é o aço, que chega à fábrica em grandes bobinas que posteriormente passam por processo de redimensionamento afim de que atinjam as dimensões de projeto de cada tipo de peça conforme projeto. A aquisição de matéria prima, bem como a preparação da mesma, segue instruções do setor de PCPM, e não serão aprofundadas no presente estudo.

A estamparia é o setor inicial do processo produtivo (desconsiderando os esforços de preparação da matéria prima), onde se encontram as prensas, que, em sua maioria, possuem funcionamento progressivo. Dessa forma, através do acoplamento de equipamentos chamados de alimentadores e desbobinadores pode-se alimentar a prensa continuamente até o momento do setup. As chapas de aço, ou *blanks* (peça cortada de uma peça bruta, normalmente isenta de processos) como são chamados, recebem a conformação específica determinada pelo seu projeto, dessa maneira são produzidos todos os componentes que posteriormente são armazenados em contenedores e conduzidos ao supermercado, onde ficam à disposição dos setores seguintes a depender do tipo de tratamento que devem receber.

Itens que constituem internamente o forno precisam receber uma camada de esmalte, que tem finalidade de aumentar a durabilidade das peças diante da exposição direta ao fogo e altas temperaturas. O setor de Esmaltação realiza esse processo, e posteriormente disponibiliza esses componentes para as Linhas de Montagem. O *lead time* de carregamento, aplicação, secagem do esmalte e derrubada da monovia é de cerca de uma hora.

Os componentes da estrutura externa do fogão recebem aplicação de pintura através de tinta feita de pó eletrostático, num processo similar ao de Esmaltação, levando cerca de uma hora também para ser completo. Esses itens posteriormente são armazenados em contenedores e ficam à disposição das Linhas de Montagem.

As chamadas áreas primárias, Estamparia, Esmaltação e Pintura, fornecem os componentes necessários à montagem do fogão, de forma que o nível de serviço desses setores é medido pela capacidade, ou não, de atenderem à demanda das Linhas de Montagem.

3.1.2 Detalhamento da situação problema

O setor de estamparia fornece itens aos três outros setores da fábrica de fogões, por tanto, não atingir a cota de produção de determinado componente resulta em um efeito negativo

que pode se generalizar, chegando até às linhas de montagem. A interrupção da produção nas linhas é um dos piores cenários que pode existir dentro de qualquer planta produtiva.

A depender da sua aplicação no produto, cada tipo de peça produzida nas prensas segue um caminho diferente no processo. A figura 9, a seguir, reúne os três caminhos percorridos pelos itens produzidos na estamparia após serem disponibilizados em seu supermercado.

Figura 9 – Fluxo de itens dentro do processo produtivo



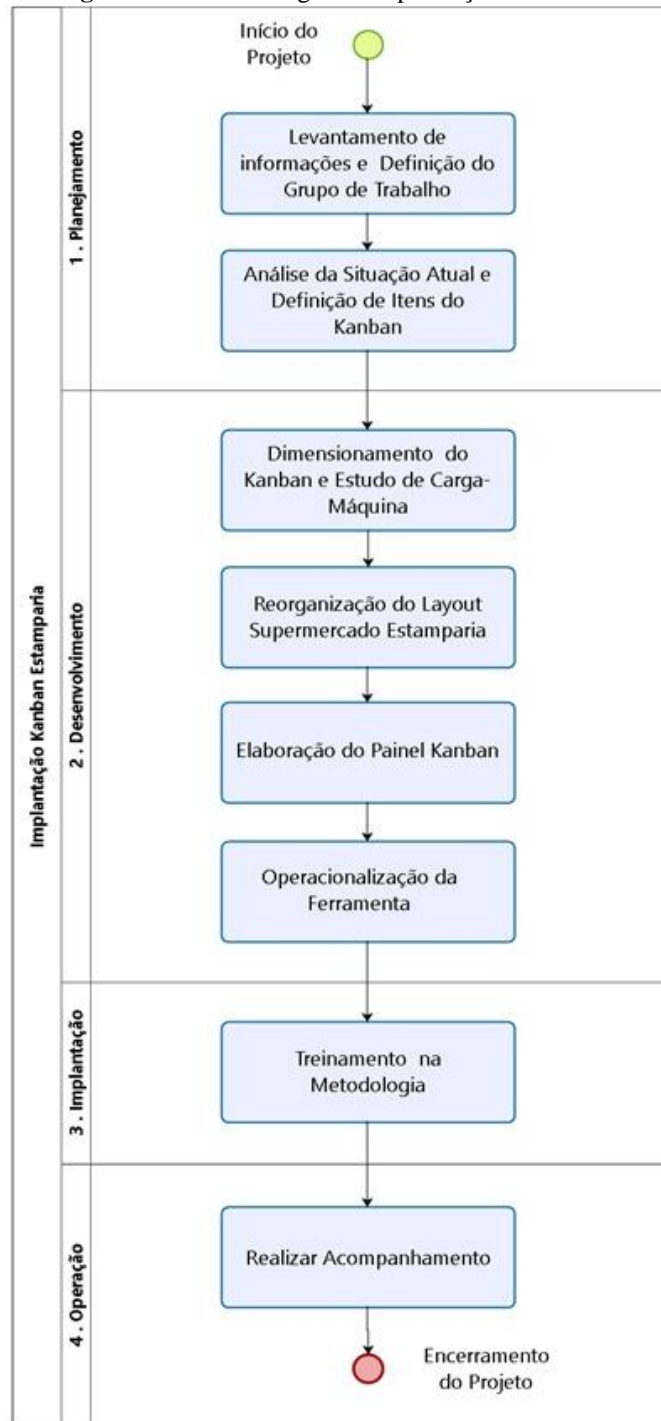
Fonte: Elaborado pelo autor

Desta forma, percebe-se que, além do principal cliente (linha de produção), o setor de estamparia possui outros dois clientes internos: esmaltação e pintura a pó, cujos processos adicionam cota extra no tempo de chegada do item produzido pelas prensas até a montagem. Em outras palavras, existe uma porção de componentes que precisam receber acabamento (esmalte ou tinta), logo, falhas no abastecimento desses itens geram uma janela no processo, visto que mesmo ao ser reabastecido o nível de estoque no supermercado da estamparia, ainda é necessário aguardar a passagem pela pintura ou esmaltação, para finalmente tais componentes estarem disponíveis para o consumo nas linhas.

3.2 Etapas da pesquisa

A figura 10, exibe a metodologia de implantação do sistema *Kanban*, especificando as etapas de aplicação da pesquisa, mostrando o fluxo de atividades que ocorreram ao longo das etapas de: planejamento, desenvolvimento, implantação e operação.

Figura 10 – Metodologia de Implantação do *Kanban*



Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2.1 Caracterização do projeto de implantação e Definição do grupo de trabalho (GT)

A aplicação do sistema *Kanban* na referida empresa, deu-se durante período em que o autor do presente estudo ocupava cargo de estagiário. Esta, no entanto, não foi a primeira experiência dessa natureza no setor de estamparia, em outros momentos já se tentou realizar implantação da ferramenta, porém sem obtenção de sucesso.

Anteriormente, a implementação do *Kanban* já havia sido delegada aos Encarregados de Produção de cada um dos três turnos, desta vez, a responsabilidade pela implantação foi atribuída ao autor, como compromisso a ser realizado no período de estágio, determinação estabelecida entre o Gerente de Produção da Fábrica de Fogões juntamente com Recursos Humanos e Escritório de Projetos.

O projeto de melhoria escolhido foi a implantação do sistema *Kanban*, principalmente devido à sua simplicidade. Era comum que se atribuísse o insucesso da ferramenta em momentos anteriores à grande carga de demandas a qual estão submetidos os Líderes de Produção desse que é o principal setor primário do processo. Em outras palavras, delegar ao estagiário a implantação do *Kanban* na Estamparia, unia a flexibilidade de se ter um projeto que não requer altos esforços ou custos para realização à estratégia de posicionar os Encarregados de cada turno, não mais como responsáveis pela elaboração do projeto *Kanban*, mas sim pela manutenção da operacionalização correta da ferramenta pelos seus subordinados.

A figura 11, mostra a organização da equipe de sete pessoas envolvida no projeto.

Figura 11 – Estrutura equipe de projeto



Fonte: Elaborado pelo Autor

Gerente e Supervisor de Produção, respectivamente, participaram no fornecimento de informações e experiências necessárias para a execução do projeto, e controle das atividades envolvidas nos esforços de melhoria dos processos e apoio na execução do projeto.

O Escritório de Projetos, contribuiu nas etapas documentais do projeto, participando da elaboração dos relatórios segundo Sistema de Gestão da Qualidade.

Dada a realização de todas as etapas prévias ao início da operação, espera-se dos Encarregados que monitorem a participação dos seus colaboradores subordinados, de forma a manter o procedimento operacional correto do *Kanban*.

3.2.2 Análise da situação atual e Definição dos itens a serem geridos pelo Kanban

As informações levantadas a respeito do período anterior à implantação do *Kanban* (janeiro a dezembro de 2013) foram obtidas através dos indicadores fornecidos pelo sistema de informação gerencial adotado pela empresa.

Dessa forma tem-se os seguintes resultados:

- Tempo total de paradas na LMF (Linha de Montagem de Fogões) devido à falta de peças internas (Estamparia) = 12789 minutos
- Dias trabalhados no ano de 2013 = 235,4 dias
- Média diária de parada nas linhas de montagem (Estamparia) = 54,33 min/dia

Foi determinado pelo Gerente de Produção, que todos os itens produzidos pelas chamadas prensas de Grande Porte (máquinas com capacidade igual ou superior à 120 toneladas) estivessem inseridas no *Kanban*. Por tanto, fez-se uso do chamado Estudo de Carga-Máquina do setor de Estamparia – que consiste na análise do tempo de serviço de cada equipamento, de forma a rastrear equipamentos com sobrecarga ou ociosidade – que foi desenvolvido e disponibilizado ao autor pelo Gerente de Produção. Nessa planilha (Estudo de Carga-Máquina), estão descritas todas as máquinas (prensas) pertencentes à classe exemplificada, bem como todos os 57 diferentes itens produzidos pelas mesmas, e que serão a partir da implantação, gerenciados pelo sistema *Kanban*.

A tabela 1, traz a lista de componentes a serem incluídos no *Kanban*.

Tabela 1 – Itens incluídos no *Kanban*

LOTES DE PRODUÇÃO POR PEÇA			LOTES DE PRODUÇÃO POR MÁQUINA		
FERRAMENTAS		LOTE	PRENSA	LOTE	QTDE DE HORAS NEC
1	DOB.PORT.FORNO_ total	3200	BLAHUT 150T_2308	3200	2,1
2	DOB.PORT.FORNO_ bipartido	6200		6200	4,0
3	DOB.TAMPÃO	9500		9500	5,5
4	SUP.DOB.FORNO	9500		9500	5,4
5	DOB.TAMPÃO TC.	900		900	0,8
6	REFORÇO DO PÉ TRASEIRO	3200		3200	2,1
					20,05
1	COMPL.LATERAL INTERNA	2800	BLAUTH 150T_3268	2800	1,9
2	LATERAL EXTERNA	19000		19000	11,9
3	PAINEL ESTUFA 6	2800		2800	2,1
4	FECHAMENTO SUP 4Q	6200		6200	3,0
5	FECHAMENTO SUP 6Q	3200		3200	1,7
					20,55
1	FRENTE 4Q	6200	BLAUTH 150T_4139	6200	3,6
2	TRASEIRO 4Q	6200		6200	4,0
3	TRASEIRO 6Q	2800		2800	2,1
4	PERFIL LATERAL L DIR	9500		9500	5,4
5	PERFIL LATERAL L ESQ	9500		9500	5,2
					20,32
1	COMPL.PROT.TRASEIRO 4	4700	GUTMAN 150T_2989	4700	3,0
2	COMPL.PROT.TRASEIRO 6	2100		2100	1,5
3	TRAVESSA DA MESA INOX 4Q	6200		6200	3,7
4	FECHAMENTO INF 4Q	2100		2100	1,4
5	FECHAMENTO GALVANIZADO 4Q	6200		6200	3,3
6	CORPO DA CHAMINE TC	0		0	0,0
7	TRASEIRA DA CHAMINÉ TC	0		0	0,0
8	CHÃO FORNO 4	6200		6200	3,6
					16,40
1	ALMOFADA 4Q	9500	* BLAUTH 150T_3269	9500	5,2
2	ALMOFADA 6Q	4700		4700	2,7
3	PONTE 4Q TC	900		900	1,0
4	PROTETOR TRASEIRO 4Q	6200		6200	4,1
5	COMPL. DO PAINEL FRONTAL TC	0		0	0,9
6	CHÃO FORNO 6Q	2800		2800	1,9
7	FRENTE 6Q	2800		2800	1,9
8	PAINEL DA ESTUFA 4Q INOX	1600		1600	1,4

					18,96
1			* BLAUTH 150T_2987 (RESERVA)		
2					
3					
4					
6					
7					
1	PONTE 4	12000	* BLAUTH 150T_3267	12000	6,5
2	PAINEL ESTUFA 4Q	6200		6200	3,6
3	PAINEL REGISTRO 4Q S furo	3200		3200	2,3
4	PAINEL REGISTRO 4Q 1 furos	3200		3200	2,3
5	PAINEL REGISTRO 4Q 2 furos	900		900	1,0
6	PAINEL REGISTRO 6Q S / furo	1600		1600	1,4
7	PAINEL REGISTRO 6Q 1 furos	1600		1600	1,4
8	PAINEL REGISTRO 5Q 2 / furos	1600		1600	1,4
					19,78
1	LATERAL INTERNA 4/6Q	19000	MAHNKE 250T_4138	19000	10,7
2	COLUNA MODULAR	9500		9500	5,6
3	P.SUPERIOR FORNO 6Q	2800		2800	2,0
					18,27
1	P.INFERIOR FORNO 6Q	2100	SCHULLER 160T_2557	2100	1,9
2	PONTE 6Q	6200		6200	4,2
3	COLUNA MODULAR TC MURANO	900		900	1,3
4	COLUNA MODULAR TC CANNES	900		900	1,3
5	COLUNA MODULAR TC ITAPARIKA	900		900	1,3
6	TRAVESSA DA MESA INOX 6Q	2800		2800	2,5
7	PROTETOR TRASEIRO 6Q	2800		2800	2,5
8	FECHAMENTO INF 6Q	2100		2100	2,0
9	FECHAMENTO GALVANIZADO 6Q	3200		3200	2,6

Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2.3 Dimensionamento do Kanban e Estudo de Carga-Máquina

Utilizou-se, como ferramenta de cálculo, software de criação de planilhas eletrônicas. Dessa forma, adaptando e desenvolvendo o estudo de Carga-Máquina, bem como as informações sobre demanda diária, foi obtida a quantidade de cartões *Kanban* para cada item.

A planilha onde foi realizado esse estudo reúne todas as prensas de funcionamento progressivo, e ainda, a família de itens designada para cada um desses equipamentos. A figura 12, mostra a planilha de Carga-Máquina do setor de Estamparia em um recorte contendo uma das prensas.

Figura 12 – Planilha de Carga-Máquina – Estamparia – Visão Geral

DIMENSIONAMENTO DO CARGA MÁQUINA PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO ESTAMPARIA GRANDE PORTE - PRENSAS PROGRESSIVAS										margem segurança	6489	4Q - 60%						
										10300	1030	5Q - 10%						
										10%	3090	6Q - 30%						
										4Q	7138	6Q	3399					
										4Q bipolar	5353	6Q bipolar	2549					
										4Q total	2814	6Q total	1004					
										Comum p/ todos	11330							
PRENSA	FERRAMENTAS	PROD POR HORA	EFIC. 80 %	DISP. 98% máq	SETU P	PARAD A PROG.	PART.	Demanda.dia / Tamanho.lote	QTDE DE HORAS NECESSÁR .	EQUIV EM TURNOS	QTDE PEÇAS POR RACK	QTDE DE RACKS	ARRED QTDE DE RACKS	ARRED QTDE DE PEÇAS	QTDE DE HORAS NEC	LOTE PROPOST O FAIXA VERDE	TEMPO DE REABA S	ARRED QTDE DE RACKS
BLAHUT 150T_2308	1 DOB.PORT.FORNO_ total	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	3182	2,11	QTDE DE TURNOS	1800	1,8	2	3240	2,14	3200	1299	0,7
	2 DB.PORT.FORNO_bipartic	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	6586	3,92		1800	3,7	4	6660	3,96	6200	2400	1,3
	3 DOB.TAMPÃO	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	9442	5,44		4000	2,4	2	9600	5,52	9500	3347	0,8
	4 SUP.DOB.FORNO	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	9442	5,44		2700	3,5	4	9450	5,44	9500	3299	1,2
	5 DOB.TAMPÃO TC.	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	858	0,88		4000	0,2	0	800	0,85	900	513	0,1
	6 EFORÇO DO PÉ TRASEIR	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	3182	2,11		4000	0,8	1	3200	2,12	3200	1286	0,3
TOTAL									19,91	2,89					20,05			

Fonte: Adaptado pelo Autor

Visando facilitar o entendimento do cálculo realizado, seguem as figuras 13, 14 e 15, que mostrarão em detalhes cada uma das etapas.

Figura 13 – Planilha de Carga-Máquina – Demanda diária

DIMENSIONAMENTO DO CARGA MÁQUINA PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO ESTAMPARIA GRANDE PORTE - PRENSAS PROGRESSIVAS										margem segurança	6489	4Q - 60%	
										10300	1030	5Q - 10%	
										10%	3090	6Q - 30%	
										4Q	7138	6Q	3399
										4Q bipolar	5353	6Q bipolar	2549
										4Q total	2814	6Q total	1004
										Comum p/ todos	11330		
									19,91	2,89			

Fonte: Adaptado pelo Autor

A primeira informação alimentada na planilha foi a meta de produção diária das Linhas de Montagem em unidades de fogões por dia, sendo essa informação inserida na célula com preenchimento amarelo, em destaque na figura 13. Posteriormente, esse número é fracionado de acordo com a diferenciação mais primária do *Mix* de produtos da empresa, que diz respeito à quantidade de queimadores que cada tipo de fogão possui, variando de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 – Proporção *Mix* Produtivo

Número de Queimadores	Montante de Produção
4	60%
5	10%
6	30%

Fonte: Elaborado pelo Autor

Nota-se que a diferenciação entre os produtos está localizada na região superior do fogão, no componente chamado de “mesa”. Nos fogões que possuem 5 ou 6 queimadores, as dimensões das mesas são semelhantes, havendo diferenciação apenas no padrão das operações de furação e repuxo. Devido isso, a tabela comunicará, daí a frente, apenas os produtos como sendo de 4 ou 6 queimadores. Aplica-se então, mais uma diferenciação inerente ao *Mix* produtivo da empresa, dessa vez relacionada à região do forno. Como resultado tem-se os valores de produção diária que alimentarão a próxima fase dos cálculos, indicando o tamanho do lote diário de cada item.

Vale ressaltar a presença de um acréscimo de 10% aos resultados obtidos, intitulado na planilha como margem de segurança, porém, essa entrada não tem relação com o dimensionamento da faixa vermelha ou lote de segurança.

A figura 14, a seguir, ilustra a fase do cálculo na qual, cada máquina receberá um grupo específico de ferramentas, em outras palavras, fidelização do ferramental às prensas. Logo em seguida, é feito um estudo das perdas, considerando a capacidade de produção horária de cada equipamento, onde são considerados os seguintes fatores:

- a) Capacidade de produção do equipamento (peças/hora)
- b) Eficiência geral, determinada como sendo de 80% (peças/hora)
- c) Disponibilidade da máquina = 98% (Peças/horas)

Considerando as perdas inerentes ao processo produtivo, espera-se um resultado mais próximo da realidade, caindo de 2400 para aproximadamente 1880 peças por hora. Feito isso, a entrada seguinte traz a informação da média de tempo que se leva para ajustar a ferramenta na prensa, cujo valor é de 20 minutos, ou seja, aproximadamente 0,33 horas. Já as paradas programadas, como por exemplo no momento de lubrificação, representam 0,089 horas. Logo em seguida, a quantidade de peças consumidas por cada unidade produzida (participação).

Figura 14 – Planilha de Carga-Máquina – Tamanho do Lote

DIMENSIONAMENTO DO CARGA MÁQUINA PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO ESTAMPARIA GRANDE PORTE - PRENSAS PROGRESSIVAS										margem segurança
										10%
										4Q
										4Q bipolar
										4Q total
										Comum
PRENSA	FERRAMENTAS	PROD POR HORA	EFIC. 80 %	DISP. 98% mâq	SETUP	PARAD A PROG.	PART.	Demanda.dia / Tamanho.lote	QTDE DE HORAS NECESSÁR	EQUIV EM TURNOS
BLAHUT 150T_2308	1 DOB.PORT.FORNO_ total	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	3182	2,11	QTDE DE TURNOS
	2 DB.PORT.FORNO_bipartic	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	6586	3,92	
	3 DOB.TAMPÃO	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	9442	5,44	
	4 SUP.DOB.FORNO	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	9442	5,44	
	5 DOB.TAMPÃO TC.	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	858	0,88	
	6 EFORÇO DO PÉ TRASEIR	2400	1920	1882	0,33	0,089	1	3182	2,11	
							TOTAL	19,91	2,89	

Fonte: Elaborado pelo Autor

Conhecendo a meta diária de consumo de cada componente, bem como a velocidade de produção horária dos mesmos, encontra-se a quantidade de horas de trabalho necessárias para abastecer o estoque. A esse número são adicionados o tempo médio de setup e de paradas programadas, encontrando assim, a quantidade de horas que aquele equipamento precisará ser utilizado, posteriormente convertido em turnos.

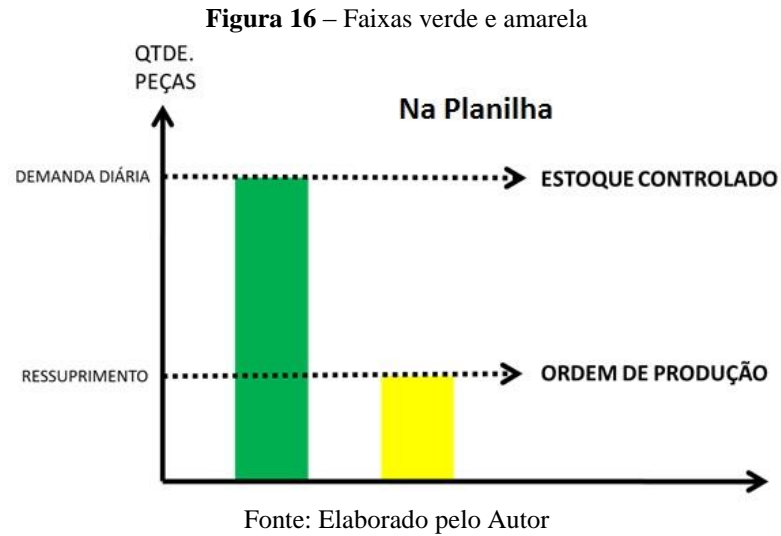
A figura 15, a seguir, mostra, a capacidade de armazenamento do contenedor (que possui tamanho padrão, chamado de *Rack*) para cada peça. Dessa forma, permitindo expressar em termos de quantidade de contenedores, o lote diário, por tanto, chegando ao dimensionamento da faixa verde. Como cada cartão no quadro representa um contenedor (com um lote de peças livre de falhas) no supermercado da estamparia, o número de cartões *Kanban* de ser equivalente ao consumo diário das linhas de montagem.

Figura 15 – Planilha de Carga-Máquina – Faixas verde e amarela

margem segurança	10300	6489	4Q - 60%					
		1030	5Q - 10%					
10%		3090	6Q - 30%					
4Q	7138	6Q	3399					
4Q bipolar	5353	6Q bipolar	2549					
4Q total	2814	6Q total	1004					
Comum p/ todos		11330						
EQUIV EM TURNOS	QTDE PEÇAS POR RACK	QTDE DE RACKS	ARRED QTDE DE RACKS	ARRED QTDE DE PEÇAS	QTDE DE HORAS NEC	LOTE PROPOST O FAIXA VERDE	TEMPO DE REABA S	ARRED QTDE DE RACKS
QTDE DE TURNOS	1800	1,8	2	3240	2,14	3200	1299	0,7
	1800	3,7	4	6660	3,96	6200	2400	1,3
	4000	2,4	2	9600	5,52	9500	3347	0,8
	2700	3,5	4	9450	5,44	9500	3299	1,2
	4000	0,2	0	800	0,85	900	513	0,1
	4000	0,8	1	3200	2,12	3200	1286	0,3
2,89					20,05			

Fonte: Elaborado pelo Autor

O número de cartões no painel representa a quantidade de contenedores em estoque. Seguindo essa premissa, o dimensionamento da faixa amarela é proposto, de maneira a suprir o consumo das linhas de montagem durante o intervalo de tempo que a estamparia precisa para produzir o lote diário do respectivo item. Em outras palavras, a faixa amarela representa o tempo de ressuprimento do lote, comunicado em função da demanda de peças consumidas na montagem. A figura 16 mostra o resultado do dimensionamento das faixas de estoque controlado e ressuprimento segundo a demanda diária.



Desta feita, inicia-se o dimensionamento da faixa vermelha, ou estoque de emergência. Com o intuito de estabelecer uma margem crítica de estoque para situações de indisponibilidade do ferramental de corte e estampagem. Foi levado em consideração, situações de paradas não planejadas ocasionadas por problemas ou quebras das ferramentas de corte, visto que todo serviço dessa natureza é registrado pelo setor de Ferramentaria, de onde obteve-se a informação do tempo médio de parada da ferramenta por dia, como mostra a figura 17.

Figura 17 – Dimensionamento da faixa vermelha

Rótulos de Linha	TEMPO DE PARADAS EM MIN	PRODUÇÃO POR HORA	QTDE DE PEÇAS ESTOQUE DE SEGURANÇA	QTDE DE PEÇAS POR RACK	QTDE DE RACKS DE SEGURANÇA
ALMOFADA 4Q	139,65	2000	7655	2800	2,7
ALMOFADA 6Q	130,33	1500	5508	1000	5,5
CHÃO FORNO 4	233,16	1200	6463	400	16,2
CHÃO FORNO 6Q	242,92	1500	8323	1200	6,9
COLUNA MODULAR	184,48	1200	5490	1200	4,6
COMPL.LATERAL INTERNA	120,00	1100	3850	1000	3,9
DEFLETOR 6Q	366,88	1100	8376	1000	8,4
FECHAMENTO INF 4Q	45,43	2000	4514	10000	0,5
FECHAMENTO GALVANIZADO 4Q	45,43	2000	4514	10000	0,5
FECHAMENTO INF 6Q	46,43	2000	4548	5000	0,9
FECHAMENTO GALVANIZADO 6Q	46,43	2000	4548	5000	0,9
FECHAMENTO SUP 4Q	315,00	2500	16875	10000	1,7
FECHAMENTO SUP 6Q	89,75	2500	7490	5000	1,5
FRENTE 4Q	108,57	1000	3309	370	8,9
FRENTE 6Q	80,00	1500	4250	800	5,3
LATERAL EXTERNA	129,83	1300	4763	250	19,1
LATERAL INTERNA 4/6Q	82,13	1100	3156	140	22,5
PAINEL ESTUFA 4Q	145,52	350	1374	900	1,5
PAINEL ESTUFA 6	198,16	1700	8164	600	13,6
PAINEL INFERIOR 4Q	142,08	1400	5415	1600	3,4
P.INFERIOR FORNO 6Q	261,09	1800	10533	1400	7,5
PAINEL SUPERIOR 4Q PUX. MENOR	53,00	1100	2622	2500	1,0
PAINEL SUPERIOR 4Q PUX. MAIOR	53,00	1100	2622	2500	1,0
P.SUPERIOR FORNO 6Q	150,19	1800	7206	1200	6,0
PAINEL REGISTRO 4Q S furo	50,50	1200	2810	1600	1,8
PAINEL REGISTRO 4Q 1 furos	50,50	1200	2810	1600	1,8
PAINEL REGISTRO 4Q 2 furos	50,50	1200	2810	1600	1,8
PAINEL REGISTRO 6Q S / furo	39,34	1200	2587	900	2,9
PAINEL REGISTRO 6Q 1 furos	39,34	1200	2587	900	2,9
PAINEL REGISTRO 5Q 2 / furos	39,34	1200	2587	900	2,9
PERFIL LATERAL L ESQ	108,56	1200	3971	3300	1,2
PERFIL LATERAL L DIR	126,25	2000	7208	3300	2,2
PONTE 4	114,21	2000	6807	3000	2,3
PONTE 6Q	170,13	2000	8671	1300	6,7
TRASEIRO 6Q	160,11	1500	6253	400	15,6
TRASEIRO 4Q	193,03	1200	5661	1000	5,7
DOB.PORT.FORNO_ total	240,00	1500	6750	4000	1,7
DOB.PORT.FORNO_bipartido	240,00	1500	6750	4000	1,7
DOB.TAMPÃO	240,00	1500	6750	4000	1,7
SUP.DOB.FORNO	240,00	1500	6750	4000	1,7
DOB.TAMPÃO TC.	240,00	1500	6750	4000	1,7
REFORÇO DO PÉ TRASEIRO	240,00	1500	6750	4000	1,7
COMPL.PROT.TRASEIRO 4	60,00	1500	2250	8100	0,3
COMPL.PROT.TRASEIRO 6	60,00	1500	2250	5100	0,4
TRAVESSA DA MESA INOX 4Q	60,00	1500	2250	3800	0,6
PAINEL DA ESTUFA 4Q INOX	60,00	1500	2250	470	4,8
PROTETOR TRASEIRO 4Q	90,00	1200	2400	1200	2,0
PROTETOR TRASEIRO 6Q	60,00	1200	1800	600	3,0
QUEIMADOR DO FORNO	120,00	1200	3000	10000	0,3
TRAVESSA DA MESA INOX 6Q	90,00	1200	2400	1900	1,3

Fonte: Elaborado pelo Autor

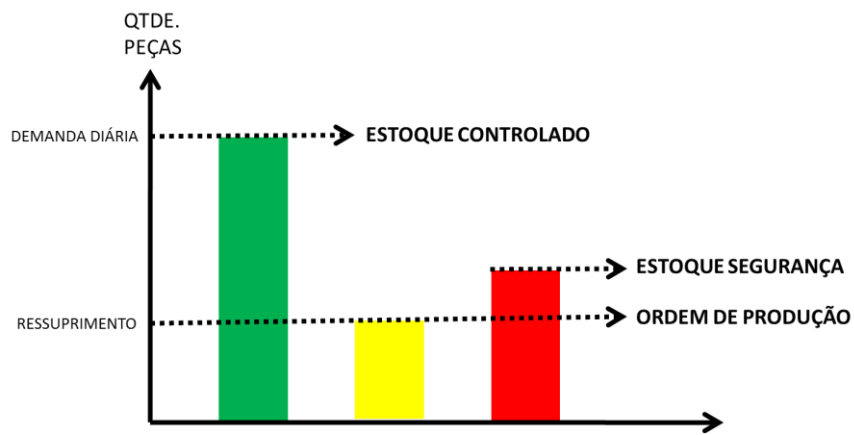
Por fim, todos esses dados são reunidos em uma única planilha, ver figuras 18 e 19.

Figura 18 – Dimensionamento *Kanban* (Valores com e sem arredondamento)

PRENSA	FERRAMENTAS	FAIXA VERDE PEÇAS	FAIXA VERDE RACKS	FAIXA AMAR. PEÇAS	FAIXA AMAR. RACKS	FAIXA VERM. PEÇAS	FAIXA VERM. RACKS	QTDE TOTAL DE RACKS
BLAHUT 150T_2308	1 DOB.PORT.FORNO_total	3200	1,8	1299	0,7	6750	1,7	4
	2 DOB.PORT.FORNO_bipartido	6200	3,7	2400	1,3	6750	1,7	7
	3 DOB.TAMPÃO	9500	2,4	3347	0,8	6750	1,7	5
	4 SUP.DOB.FORNO	9500	3,5	3299	1,2	6750	1,7	6
	5 DOB.TAMPÃO TC.	900	0,2	513	0,1	6750	1,7	2
	6 REFORÇO DO PÉ TRASEIRO	3200	0,8	1286	0,3	6750	1,7	3
BLAUTH 150T_3268	1 COMPL.LATERAL INTERNA	2800	2,8	1157	1,2	3850	3,9	8
	2 LATERAL EXTERNA	19000	75,5	7195	28,8	4763	19,1	123
	3 PAINEL ESTUFA 6	2800	4,7	1287	2,1	8164	13,6	20
	4 FECHAMENTO SUP 4Q	6200	0,6	1789	0,2	16875	1,7	2
	5 FECHAMENTO SUP 6Q	3200	0,6	1024	0,2	7490	1,5	2

Fonte: Elaborado pelo Autor

O número de racks (contenedores) é indicado por faixa de cor, resultados correspondem ao dimensionamento da quantidade de cartões que deve existir no quadro.

Figura 19 – Faixas de estoque do *Kanban*

Fonte: Elaborado pelo Autor

Gráfico exemplificando o resultado do dimensionamento das faixas do *Kanban* para um item cujo tempo de indisponibilidade da sua respectiva ferramenta (molde), em eventuais quebras que impeçam a sua utilização, é superior ao tempo necessário para produzir a mesma quantidade de peças do lote diário.

3.2.5 Elaboração do Painel Kanban

Todo o material utilizado para confecção do quadro e das etiquetas, inclusive o plástico dos cartões foi obtido dentro da própria fábrica. Desde a idealização do projeto era sabido que o uso de cartões individualizados seria um fator complicador, diante de um setor que possui 180 colaboradores ao longo dos três turnos de trabalho, e do elevado fluxo de contenedores entre os setores produtivos. Em experiências anteriores, os cartões acabavam sendo extraviados, esquecidos nos contenedores. Na presente aplicação, foi proposto o uso de um cartão genérico, cuja a perda não traria tanto prejuízo, devido à possibilidade de substituição. Em resumo, foram produzidos cartões suficientes para preencher completamente os espaços do painel, cada um deles significa um contenedor cheio de peças disponíveis para a montagem. Logo nessa aplicação, o cartão não possui nenhuma informação, pois essas informações encontram-se nas respectivas etiquetas.

Dessa forma, cada peça terá uma área definida no painel através de um rótulo ou etiqueta onde constam informações que definem o tamanho de cada um dos lotes de cores do *Kanban*, descrição e código do respectivo item e capacidade do contenedor conforme figura 21.

Figura 21 – Painel Kanban



Fonte: Elaborado pelo Autor

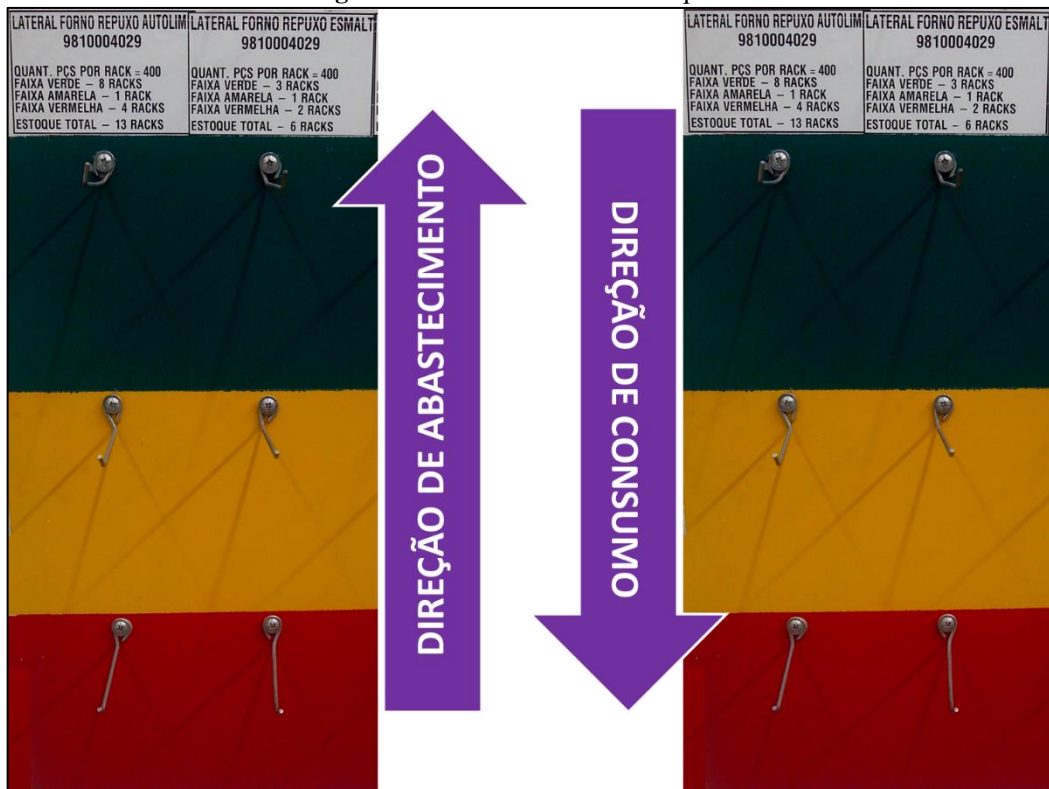
3.2.6 Operacionalização do sistema Kanban

Antes de explicar a forma de interação das pessoas com o quadro serão retomadas as seguintes informações:

- Cada cartão representa um contenedor (chamado de *Rack*) cheio de peças, por tanto todos tem a mesma aparência;
- Todas as informações relacionadas a um item específico do *Kanban*, encontram-se em sua respectiva etiqueta, tendo também a finalidade de indicar o local de fixação dos cartões no quadro;
- Abastecedores, são os colaboradores responsáveis por movimentar os contenedores de um setor para o outro. São estes os manipuladores dos cartões no quadro.

Dando sequência à explanação do funcionamento da ferramenta, apresenta-se a figura 22.

Figura 22 – Fluxo dos cartões no quadro



Fonte: Elaborado pelo Autor

Entende-se, dessa maneira, que os abastecedores que trabalham na Esmaltação, Pintura a Pó e Linha de Montagem, por tanto, setores que consomem itens produzidos pela Estamparia, se encarregam de remover cartões do quadro obedecendo a direção de consumo. Ao passo que, os profissionais desse último setor, realizam o papel de preencher o quadro com cartões, obedecendo, por sua vez, a direção de abastecimento, sempre que deixarem no supermercado um *rack* cheio de peças.

A medida que os *racks* de peças vão sendo consumidos, os cartões presentes na faixa verde referente a essa peça vão sendo retirados, até não restar mais nenhum, iniciando assim o consumo dos cartões da faixa amarela, indicando a necessidade de se iniciar o ressuprimento do lote desse mesmo item. Sendo os cartões da faixa vermelha consumidos, quando, por algum motivo a Estamparia não tenha iniciado a repor o lote quando se iniciou o consumo da faixa amarela. As etiquetas presentes no quadro informam aos operadores a quantidades de cartões dimensionada para cada faixa de cor.

Por fim, as figuras 23, 24, e 25, indicam respectivamente: uma visão geral do quadro *Kanban*; logo em seguida uma situação em que o operador abastece o estoque deixando um *rack* de peças no supermercado e vai ao quadro para adicionar um cartão; por último, o abastecedor da linha de montagem, ao sair do supermercado levando um *rack* de peças, remove um cartão do quadro, sempre obedecendo a direção de consumo.

Figura 23 – Painel *Kanban* em uso

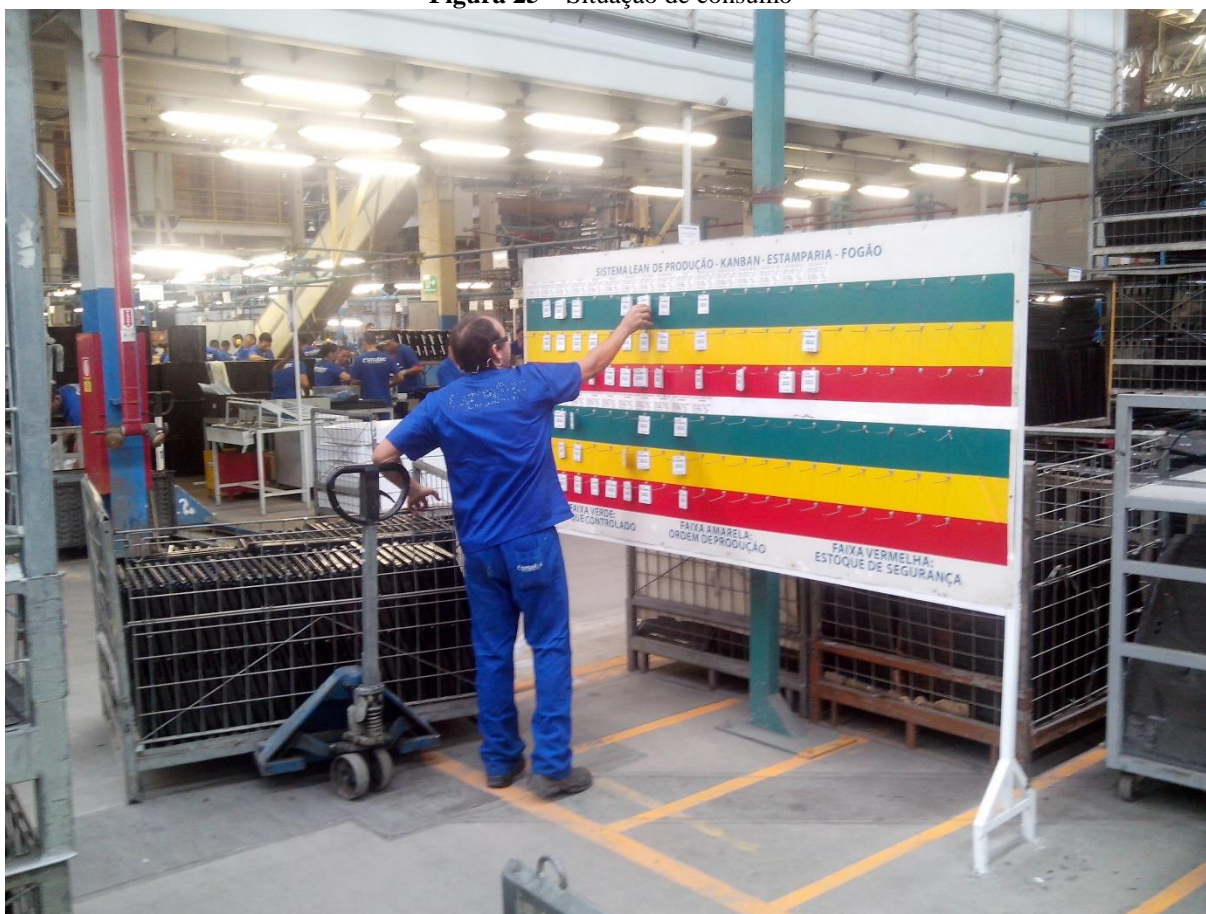


Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 24 – Situação de abastecimento do supermercado



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 25 – Situação de consumo

Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2.7 Treinamento básico na metodologia

Para garantir o máximo proveito da implantação do *Kanban* na Fábrica de Fogões, foi desenvolvido e ministrado aos Encarregados de Produção de todos os setores, bem como seus Facilitadores (operadores especializados). Também receberam treinamento os Abastecedores, colaboradores responsáveis por movimentação dos contenedores de peças pelo processo produtivo, sendo estes os principais manipuladores da ferramenta. Na Estamparia, todos os operadores de prensa foram orientados pelo seu respectivo Encarregado.

3.2.8 Realizar acompanhamento

A tabela 3, traz o formulário utilizado para detectar divergências entre o número de cartões no quadro e o que existe fisicamente no supermercado, apontando qual setor responsável pelo manuseio desse item, a fim de rastrear a origem da falha.

Tabela 3 – Formulário acompanhamento por setor

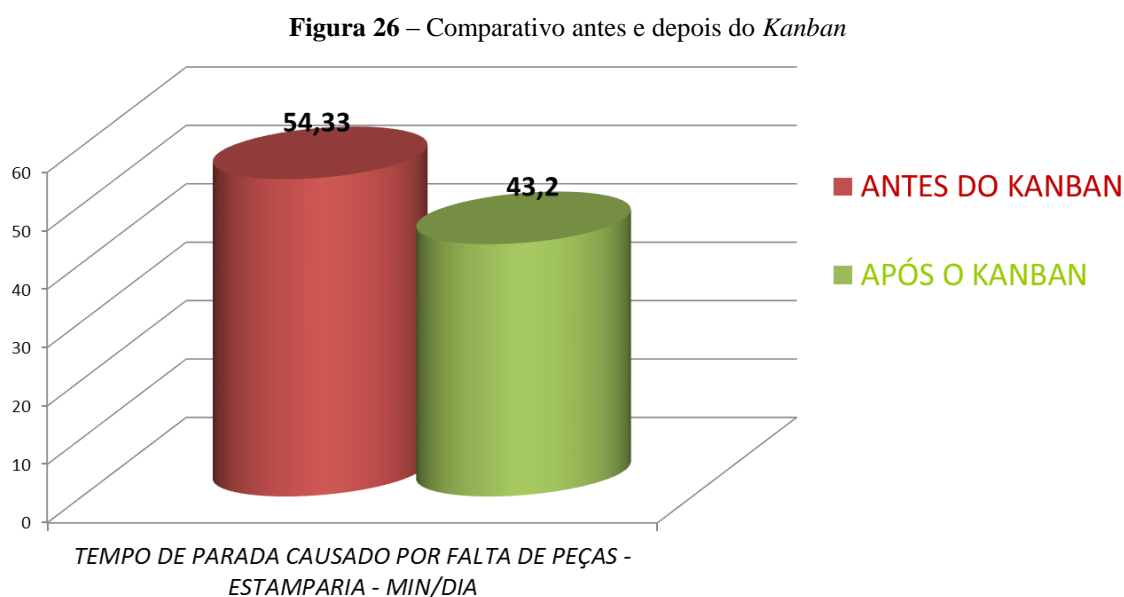
ACOMPANHAMENTO E CONTROLE - KANBAN			
HORÁRIO:			
ITEM:	RACKS NO ESTOQUE	CARTÕES NO QUADRO	SETOR RESPONSÁVEL MOVIMENTAÇÃO
MESA INOX 4Q C/F			LMF
MESA INOX 4Q S/F			LMF
MESA AÇO ESCOVADO 4Q			LMF
MESA INOX SUPER CHAMA 4Q			LMF
MESA INOX SUPER CHAMA 5Q			LMF
MESA AÇO ESCOVADO 5Q			LMF
MESA INOX 6Q C/F			LMF
MESA INOX 6Q S/F			LMF
PONTE 4Q			TUBOS
PONTE 6Q			TUBOS
DEFLETOR 4Q			ESMALTAÇÃO
DEFLETOR 6Q			LMF
TRASEIRO 4Q			ESMALTAÇÃO
TRASEIRO 6Q			ESMALTAÇÃO
COMP. LAT. INTERNA			ESMALTAÇÃO
CHÃO 4Q			ESMALTAÇÃO
CHÃO 6Q			ESMALTAÇÃO
LAT. INTERNA			ESMALTAÇÃO
ALMOFADA 4Q			ESMALTAÇÃO
ALMOFADA 6Q			ESMALTAÇÃO
COLUNA MODULAR			ESMALTAÇÃO

Fonte: Elaborado pelo Autor

Realizava-se verificação do nível de estoque e do número de cartões no quadro diariamente. Sendo detectadas divergências entre as quantidades, observava-se o setor respectivo que manuseia o item, a fim de reforçar a importância da utilização correta da ferramenta.

3.3 Resultados da implantação do *Kanban*

Após a implantação e início da operação do *Kanban*, novamente consultando os sistemas de gestão de indicadores da empresa, obteve-se como resultado um número de 43,2 minutos diários de paradas causadas pela Estamparia. Sendo, por tanto, da ordem de 20 por cento a redução das ocorrências de parada nas Linhas de Montagem. O gráfico presente na figura 26, mostra a comparação entre as situações pré e pós implementação do *Kanban*:



3.4 Considerações finais

Para a correta compreensão acerca do estudo, foram expostos os conceitos do STP, discorrendo-se sobre a definição e a importância, a evolução da função e as estratégias para atingir o padrão *Just in Time*. Posteriormente, de maneira mais aprofundada, demonstraram-se os conceitos do sistema *Kanban*, expondo sua definição e aplicação. Com a exposição dos modelos de Painéis e Cartões *Kanban*, aprofundou-se no cálculo de dimensionamento dos parâmetros da ferramenta.

Percebeu-se, através da aplicação dos métodos supracitados, que o setor que recebeu o *Kanban* passou por um processo de importação da cultura Enxuta, no tocante à gestão de estoques e à autonomia do pessoal no chão-de-fábrica. Isso permitiu uma experiência em que os integrantes desta aplicação percebessem a importância desse método para os resultados da organização, permitindo o cumprimento dos objetivos específicos.

4. CONCLUSÕES

Neste capítulo irão ser expostas as conclusões do presente estudo – constatando que se chegou aos objetivos pretendidos – as recomendações para trabalhos futuros, como também as considerações finais.

4.1 Conclusão

O trabalho em questão teve como objetivo implantar o sistema *Kanban* em uma empresa do ramo metalmeccânico situada no estado do Ceará, buscando evitar interrupções da montagem de produtos nas linhas, devido à falta de peças. Utilizou-se, para tanto, a aplicação feita em etapas baseadas na metodologia de implantação do projeto, bem como em teorias concebidas por pesquisadores.

Assim, a implantação da ferramenta *Kanban* possibilitou mudar a visão da organização para a aplicação dos princípios do STP, visto que, a cultura adotada dentro desta área integrou os colaboradores envolvidos na operação e no planejamento. O maior ganho, porém, foi a diminuição das ocorrências de interrupção e parada das linhas de montagem. De um número aproximado de 54 minutos/dia, as interrupções causadas pela estamperia chegaram a um número até de 43 minutos/dia durante o primeiro mês de aplicação da ferramenta, comprovando a eficiência em sua aplicabilidade.

Os objetivos específicos foram alcançados com o decorrer das etapas do trabalho. Inicialmente, o processo foi exposto, bem como seu contexto organizacional, por meio da descrição das etapas realizadas em cada setor e apresentação do *layout* produtivo. Foi diagnosticada a situação anterior ao *Kanban*, através da observação de indicador operacional. Partindo dessa análise, foi proposto e aplicado método de implantação do *Kanban*, guiando, passo a passo, a execução das fases de planejamento, dimensionamento, implantação e operação do sistema. Coletando e expondo os dados envolvidos nesse processo para que, finalmente, fosse realizada a análise dos resultados sentidos pela organização.

Conclui-se, portanto, através de tudo o que foi exposto, que a implantação do sistema *Kanban* na empresa em questão obteve êxito, gerando resultados positivos para a organização e fornecendo à empresa uma nova ferramenta para auxiliar no cumprimento de seus objetivos estratégicos.

4.2 Recomendações para futuros trabalhos

Como recomendação de trabalhos futuros sugere-se a aplicação de um estudo que faça a mensuração dos ganhos alcançados pela empresa depois de um período de tempo mais longo de aplicação do sistema *Kanban*. Assim, utilizando-se da mensuração dos indicadores de operacionalidade bem como o inventário de matéria prima presente na fábrica, seria possível analisar os aspectos que trariam mais eficiência à metodologia.

Ainda, como outra sugestão, pode-se fazer um estudo mais aprofundado daqueles materiais que foram considerados como componentes estratégicos, atribuindo, a cada um, estratégias diferentes, de forma a ainda mais ser possível conceber planos de ação eficientes para estes tipos de insumos.

4.3 Considerações finais

A aplicação do sistema *Kanban* na organização em questão demonstrou que esta ferramenta do STP não é uma teoria irrealizável, mas plenamente passível de ser aplicada. O *Kanban* é uma ferramenta aperfeiçoada do Sistema Toyota de Produção que foca nos insumos relacionados à produção e na tentativa de mantê-los disponíveis ao processo em conformidade com a demanda em que são consumidos nas linhas de montagem. De fato, observou-se a expressiva efetividade e aplicabilidade desta ferramenta através do presente trabalho, bem como a possibilidade de adequação aos mais diversos cenários produtivos. Para constatar-se ainda mais esta eficácia deve ser estimulada constantemente a contínua aplicação das rotinas de melhoria e aperfeiçoamento do sistema *Kanban* na organização.

REFERÊNCIAS

- AMANN, P. J. **Implantação de um Kanban Eletrônico em uma Montadora de Produtos de Linha Branca**. 2009. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Eng. de Produção, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2009.
- AZEKA, F. **Identificação dos Principais Autores do PCP e Análise da Lacuna entre Teoria e Prática do PCP na Região de São Carlos**. São Carlos, 2003. Dissertação de Mestrado – DEP, Universidade Federal de São Carlos.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BONNEY, M. C.; ZHANG, Z.; HEAD, M. A.; TIEN, C. C.; BARSON, R. J. *Are push and pull systems really so different*. *International Journal of Production Economics*, 1999.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística**. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2008.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- ESTADÃO marcas mais. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, p. 59, jun. 2017.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO, F. M. **Fundamentos de Planejamento e Controle da Produção**. São Carlos: Apostila do Departamento de Engenharia de Produção, 2006.
- GHINATO, P. **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente *Just in Time***. Revista Produção, v. 5, n. 2, Belo Horizonte, Brasil, 1995.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.
- KRAJEWSKI, Lee J.; RITSMAN, Larry P.; MALHOTRA, Manoj K. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, p. 615, 2009.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MACCARTHY, B. L.; FERNANDES, F. C. F. “A Multi-dimensional Classification of Production Systems for the Design and Selection of Production Planning and Control Systems”. *Production Planning and Control*. 2000.

MARTINICH, J. S. *Production and Operations Management: An Applied Modern Approach*. New York: Wiley, 1997.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo, IMAM, 1984.

MOURA, R. A. **Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção**. São Paulo, IMAM, 1992.

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

PACE, J. H. **O Kanban na prática**. Qualitymark, 2003.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <<http://www.faatensino.com.br/wp-content/uploads/2014/11/2.1-E-book-Metodologia-do-Trabalho-Cientifico-2.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2018.

SCHMIDT, W. C.; LIPPERT, M.; PACHECO, D. A. J. **Análise da implantação do sistema Kanban no processo de injeção de plásticos**. Revista Eletrônica de Faculdade de Ciências Exatas e Agrárias. Disponível em: <https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf> Acesso em: outubro de 2018.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf> Acesso em: junho de 2017.

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

SIPPER, D.; BULFIN, R. L. Jr. *Production: Planning, Control and Integration*. New York: McGraw-Hill, 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2009.

SMALLEY, Art. **Criando o sistema puxado nivelado**. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2004.

SOLLISH, F; SEMANIK, J. *Strategic Global Sourcing – Best Practices*. EUA: Hoboken, 2011.

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

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 3. Edição. São Paulo: Atlas, 2017.

VILLAR, A. M.; SILVA, L. M. F.; NÓBREGA, M. M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. Editora Universitária da UFPB, João Pessoa – PB, 2008.

WHITE, R. E.; PRYBUTOK, V. *The Relationship Between JIT Practices and Type of Production System*. Omega, ***The International Journal of Management Science***, vol. 29, p. 113-124, 2001.