

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Implementação da Ferramenta Kanban em uma Empresa
Metal Mecânica**

Rafael Camargo Coneglian

TCC-EP-77-2010

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Implementação da Ferramenta Kanban em uma Empresa
Metal Mecânica**

Rafael Camargo Coneglian

TCC-EP-77-2010

Trabalho de conclusão de curso de graduação em
Engenharia de Produção na Universidade Estadual de
Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof.^(a): Msc. Francielle C. Fenerich

**Maringá - Paraná
2010**

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à todos que buscam conhecimento a respeito da ferramenta Kanban, além das pessoas que trabalham ou que um dia almejam implementar em seu negócio os pensamentos da filosofia Lean.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Professora Msc. Francielle C. Fenerich, que me orientou na elaboração deste trabalho e a Professora Msc. Maria de Lourdes Santiago Luz que me auxiliou e coordenou na realização do meu estágio no qual realizo, hoje, o trabalho de conclusão de curso. Agradeço a elas também, por compor a banca de avaliação além das demais contribuições fundamentais para meu desenvolvimento acadêmico e pessoal. Agradeço aos meus veteranos por contribuírem pelo engrandecimento e amadurecimento do curso e aos meus calouros pela busca da melhoria e inovação do mesmo. Agradeço à empresa Metal Service LTDA, especialmente ao Sr. Marcelo Gasparotti pela oportunidade de implementação desse trabalho além de todos aqueles que contribuíram para o alcance dos resultados. Agradeço a todos meus amigos pelo companheirismo e enfrentamento conjunto das dificuldades. Agradeço a minha irmã Daniela pela alegria e experiência compartilhadas, minha namorada Tamara pelo carinho e aos meus pais Angelo e Dalva pelo eterno apoio e dedicação.

RESUMO

A metodologia e conseqüentemente a eficiência com que os processos são desenvolvidos, são uns dos fatores de maior impacto no desempenho de uma empresa, pois influenciam diretamente nos custos dos produtos e no dimensionamento adequado da fábrica relacionado à produção, pessoas, tempo de máquinas paradas e estoques. Nesse trabalho estudou-se o processo de fabricação de três modelos de válvulas de retenção para compressores de ar industriais. O principal objetivo foi a otimização do processo pela diminuição dos tempos de preparação, diminuição dos tempos de contagem e conferência, garantia de qualidade e eficiência no armazenamento, redução dos tempos de movimentação, além da diminuição dos estoques e a eliminação de solicitações de compras equivocadas. O estudo está focado na aplicação de ferramentas JIT, Kanban e Troca Rápida de Ferramentas (TRF) para a melhoria desses processos.

Com a implementação deste trabalho concluiu-se que a ferramenta Kanban proporcionou ganhos de tempo da preparação de maquinário (*setup*) e de processamento, melhoria do armazenamento através do aumento da proteção ao produto e diminuição do tempo de movimentação, adequação das quantidades de estoques, planejamento e alocação dos recursos produtivos, além de favorecer a visão das perdas ocultas por um processo ineficiente.

Palavras-chave: Kanban, *Just-in-time* (JIT), sistema de produção puxada, melhoria de processo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	IX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. O SISTEMA KANBAN.....	7
2.2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA KANBAN	11
2.3. TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA	12
2.4. TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....	13
3. METODOLOGIA	15
4. ESTDO DE CASO	17
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	17
4.2. ESCOLHA DO PRODUTO.....	18
4.3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA KANBAN	21
4.4. APLICAÇÃO DO SISTEMA KANBAN	25
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5. CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE A – APRESENTAÇÃO PARA TREINAMENTO.....	36

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: SISTEMA KANBAN COM UM CARTÃO.	11
FIGURA 2: OS TRÊS MODELOS DO PRODUTO EM ESTUDO.	19
FIGURA 3: FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO.	20
FIGURA 4: DETALHE DO RAIOS DE VEDAÇÃO DO COMPONENTE CORPO.....	23
FIGURA 5: REPRESENTAÇÃO VISUAL DO KANBAN PARA TREINAMENTO.....	26
FIGURA 6: ESTOQUE INTERMEDIÁRIO E PAINEL KANBAN DE CONTROLE.....	27
FIGURA 7: MERCADO KANBAN	28
FIGURA 8: MODELO DO CARTÃO KANBAN APLICADO.....	29
FIGURA 9: MÉTODO ANTIGO DE ARMAZENAMENTO DO COMPONENTE CORPO.....	30
FIGURA 10: MÉTODO NOVO DE ARMAZENAMENTO DO COMPONENTE CORPO	31
FIGURA 11: DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO E LAVAGEM PARA O COMPONENTE CORPO	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Funções e Regras do Sistema Kanban.....	10
Tabela 2: Demanda Mensal e Média Aritmética Anual.....	17
Tabela 3: Cálculo de Demanda de Matéria-Prima.....	22
Tabela 4: Capacitação da Célula de Usinagem CNC para 4 lotes de cada por mês.....	23
Tabela 5: Capacitação da Célula de Usinagem CNC para as quantidades necessárias de acordo com a demanda mensal.....	24
Tabela 6: Cálculo do Tempo Utilizado para o Processo de Lavagem e Movimentação sem o Dispositivo.....	32
Tabela 7: Cálculo do Tempo Utilizado para o Processo de Lavagem e Movimentação com o Dispositivo.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIT	<i>Just-in-time</i> (no tempo certo)
PCP	Planejamento e Controle da Produção
TRF	Troca Rápida de Ferramenta

1. INTRODUÇÃO

Segundo Martins e Laugeni (2005) pode-se dizer que a fábrica do futuro apresenta cinco características: organização da produção, projetos dos produtos e processos, layout adequado, comunicação visual e posto de trabalho. A **organização da produção** sempre deve estar focada em alta produtividade, níveis baixos de estoques, limpeza e organização. Para tanto, a utilização das filosofias de *Just-in-Time* (JIT) e *Housekeeping* devem estar presentes por toda área produtiva. O *Housekeeping* é o termo em inglês que significa o próprio funcionário manter organizado o local em que ele trabalha a fim de otimizar a produção à medida que, atividades como procurar uma ferramenta, não agregam valor ao produto. Os **projetos dos produtos e processos** para compor a fábrica do futuro, devem ser desenvolvidos juntamente com os processos onde serão fabricados e com os funcionários que irão utilizá-los. O **layout** e os **postos de trabalho** como elementos determinantes, devem se adequar aos tipos e ao mix de produtos bem como os conceitos de ergonomia, procurando o conforto, bem-estar e segurança dos colaboradores. A **comunicação visual** como informações sobre produção, produtividade, objetivos atingidos e a atingir, porcentagem de refugos, entre outros, devem estar dispostos em quadros espalhados por todas as instalações de forma a facilitar o trabalho e estimular o engajamento do funcionário. Um dos métodos de comunicação visual para controle da produção puxada é a ferramenta kanban.

Tubino (2007) afirma que o kanban enquanto uma ferramenta de controle de produção proporciona através de cartões e painéis um relacionamento visual entre cliente e fornecedor (tanto interno quanto externo). Moura (2003) explica que o kanban tem “a função de um pedido de produção no departamento de fabricação e a função de instruções de retirada no processo subsequente.” Ohno, então vice-presidente da Toyota, propõe em 1962, uma metodologia de produção, nunca antes vista, para a diminuição das perdas. Utilizando a técnica Kanban ele cria o sistema chamado de **Sistema de Puxar a Produção**, um elemento fundamental de toda filosofia JIT. Moura (2003) caracteriza a produção puxada como sendo aquela em que qualquer processo da cadeia solicita e retira unidades processadas no estágio anterior apenas a medida com que o estágio seguinte consome os itens processados.

A filosofia JIT segundo Moura (2003) “é fornecer exatamente as peças necessárias, nas quantidades necessárias, no tempo necessário. As entregas JIT precisam acontecer para todos os processos de manufatura, em todos os estágios de manufatura”. Essa filosofia trabalha para que os processos sejam realizados de forma a proporcionarem a menor quantidade de perdas possíveis. Moura (2003) ainda cita que “Perda é tudo aquilo que não acrescenta nenhum valor ao produto” como filas, estoques, produção em excesso, espera de operador e movimentação de materiais.

Logo, a constante evolução do mercado globalizado impulsiona a busca intermitente por novas práticas de produção. Diante disso o objetivo deste trabalho é buscar melhorias dos processos produtivos em termos de eficiência produtiva, controle de processos, melhorias de layout e organização do ambiente de trabalho em uma empresa do setor metal-mecânico, através do uso da ferramenta Kanban.

1.1 Justificativa

A desorganização tipicamente proveniente da falta de sincronização e controle dos processos que se relacionam diretamente, assim como a falta de critérios para a determinação da produção faz com que a Metal Service LTDA. encontre dificuldades diárias para a realização de seus objetivos.

O presente trabalho se justifica no intuito de desenvolver um estudo interessado em proporcionar a uma empresa de pequeno porte, com caráter familiar, a profissionalização de seus métodos e processos e dar condições de concorrência com grandes entidades no mercado.

1.2 Definição e delimitação do problema

A empresa em estudo compõe o setor metal-mecânico na cidade de Maringá-PR onde fabrica componentes industriais como válvulas de retenção para compressores industriais, equipamentos para pesca esportiva e produtos para implementos rodoviários, além de prestar serviços específicos a clientes esporádicos.

O presente trabalho se limitará em estudar a aplicação da ferramenta Kanban no produto pertencente à área de componentes industriais que se chama Válvula de Retenção de Pressão

aplicada em compressores industriais. Trata-se de uma válvula fabricada em liga metálica de latão, uma mola e um reparo de nylon que tem a função de bloquear o retorno de ar do reservatório para o cabeçote do compressor, responsável pela compressão do ar.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Criar uma produção puxada através da implementação da ideologia do sistema JIT, utilizando a ferramenta Kanban para o produto piloto Válvula de Retenção de Pressão, coordenando junto a ela, uma produção empurrada para os demais produtos fabricados regularmente e consolidar as técnicas e metodologias para que o sistema de puxar a produção possa ser implementado para todos os processos futuramente.

1.3.2 Objetivos específicos

- Implementação do 5S direcionado a ferramenta Kanban;
- Determinação e implementação do novo layout vinculado as ideologias da ferramenta Kanban;
- Aprimoramento da programação diária da produção para alimentação do sistema de informação utilizado para a produção empurrada;
- Aprimoramento dos Desenhos Técnicos dos Produtos pertencentes à produção empurrada;
- Dimensionamento da ferramenta Kanban;
- Implementação da ferramenta Kanban.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A ascensão da produção enxuta teve início no final da segunda guerra mundial, onde o cenário japonês retratava uma forte queda do mercado consumidor. Dessa forma, a metodologia de produção em massa, que impulsionava exponencialmente a Ford no mercado industrial norte americano, começou a se tornar inadequada à realidade japonesa que não tinha mercado consumidor expressivo. Em 1950, uma só fábrica da Ford produzia em média 7000 unidades enquanto a Toyota no Japão havia produzido 2685 unidades (Shingo, 1996).

Ohno (1997) identificou a necessidade de se fabricar produtos diversificados e em quantidades restritas. Aumentar o volume de produção não seria o caminho certo à medida em que o mercado não tinha capacidade de absorção. Nesse sentido a idéia era contrária a de Ford, que aumentava sua produtividade relacionando-a diretamente com seu volume produtivo. Ohno buscou aumentar a produtividade com lotes pequenos através da flexibilidade operacional e com a diminuição concisa nas quantidades dos estoques, através da produção nivelada e focada, que são os pilares do Sistema Toyota de Produção.

Segundo o próprio Ohno (1997) nos anos de 1940 e 1950, a Toyota acumulava nos 20 primeiros dias do mês a fabricação de componentes dos carros sobrando apenas 10 dias para a montagem e faturamento dos mesmos. Esse sistema muitas vezes não disponibilizava fundos financeiros para a aquisição de materiais e peças necessários para a produção devido ao grande desperdício de materiais e tempo.

Para Moura (2003) após a segunda grande guerra, a Toyota entende ser necessário atender uma grande diversidade de clientes, com características diferentes e no menor tempo possível. Para tanto cria o conceito do JIT – *Just-in-Time* no início da década de 60. Segundo Shingo (1996), essas palavras significam no momento certo. Para se referir à abordagem JIT existem diversos termos que são freqüentemente utilizados: estoque zero, manufatura de fluxo contínuo, manufatura de alto valor agregado, manufatura enxuta.

De acordo com Slack (1999), o *Just-in-Time* é uma abordagem disciplinada que tem como intuito a melhoria da produtividade global. Ele trabalha eficazmente em termos de custo fornecimentos, movimentações, utilizações de equipamentos e recursos humanos porque

possibilita que a disponibilidade desses recursos só será validada de acordo com suas respectivas necessidades. O JIT depende intimamente do balanço entre a flexibilidade do seu usuário e seu fornecedor que poderá ser alcançado no envolvimento total dos funcionários através do trabalho em equipe.

Ohno (1997) afirma que para se caracterizar um JIT, as partes corretas a serem entregues a linha de montagem chegarão ao momento certo e na quantidade adequada quando em processo de fluxo.

O sistema Kanban é definido como uma das ferramentas que compõe a filosofia JIT. Trata-se de um sinal visual (cartão, etiqueta, painéis, luzes, etc.) que tem a função de solicitação de trabalho sujeita a circulação frequente dentro de uma área. Sua metodologia de sistema logístico de puxar a produção reduz o tempo de esperas, diminui estoques, melhora a produtividade e interliga todas as operações em um fluxo ininterrupto. O sistema assegura que a fabricação será realizada apenas para os produtos ou componentes com necessidades de serem produzidos. É um sistema de controle manual e visual de baixo custo de implementação (Moura, 2003).

“As principais limitações do JIT estão ligadas à flexibilidade da faixa do sistema produtivo, no que se refere à variedade de produtos oferecidos ao mercado e a variação de demanda de curto prazo. [...] se houver uma variedade muito grande de produtos e de componentes, o fluxo de cada um não será contínuo e sim intermitente, gerando altos estoques em processo de cada item” (Corrêa; Gianesi, 1993).

Por outro lado, o mau dimensionamento do sistema Kanban, pode trazer prejuízos como interrupções da produção por problemas de quebra de máquina e falta de mão de obra (Tubino, 2007).

Confrontando as idéias de Alves (2001), Nicholas (1998), Bicheno (2000) e Keller e Kazazi (1993) *apud* Nazareno (2003) as principais técnicas necessárias para se atingir o JIT são:

- Simplificação: Simplificar métodos e processos de fabricação. Se possível simplificar o próprio produto para diminuição de complexidade de execução e desperdícios de testes.
- Limpeza e Organização: Em um ambiente limpo e organizado, o funcionário não perde tempo na procura de ferramentas e evita que os caminhos se torne mais longos, além de favorecer o clima organizacional e o relacionamento inter-pessoal.

- **Qualidade no Processo:** As operações devem ser asseguradas para que o produto seja assegurado em sua conformidade, sem que haja a necessidades de retrabalho e desperdício de material.
- **Melhoria do Arranjo Físico:** Um arranjo celular induz ao aproveitamento melhor da mão-de-obra. A movimentação tem que ser um fator ponderado na formatação do arranjo.
- **Manutenção Preventiva:** Objetiva diminuir os desperdícios associados ao alto índice de parada de máquina por quebra.
- **Poli-valência dos Funcionários:** Uma vez responsáveis pela qualidade do produto, os funcionários devem sempre buscar a eliminação de desperdícios. Para um ambiente de trabalho disposto através de arranjo físico celular e diante da necessidade de produção em pequenos e variados lotes, torna-se conveniente o enfoque no treinamento para que diversos funcionários realizem de diversas atividades diferentes.
- **Controle Visual:** O benefício é vasto quando se tem uma informação necessária na hora necessária. Permite que os funcionários planejem suas atividades de acordo com sua forma de trabalhar. Motiva e valoriza o funcionário.
- **Compras JIT:** Comprar em poucas quantidades, somente quando necessário, elimina vários tipos de desperdícios de inventário como espaço, dinheiro imobilizado, juros, controles, etc.
- **Automação:** Inserir dispositivos que acelerem o processo ou eliminem a função do funcionário, uma vez que ele não agrega valor ao produto.
- **Redução do tempo de Preparação:** A diminuição dos tempos de setup nas variações de modelos favorece a produção de lotes pequenos, diminuindo-se assim os estoques intermediários e finais de produtos. Ganha-se também na flexibilidade da entrega de uma gama maior de variedades de produtos ao cliente.
- **Produção Puxada:** A produção deve ser feita de acordo com o pedido do cliente e não por previsão de demanda. Isso porque a previsão raramente é confirmada na prática, o que acarreta no aumento de inventário e de produção.
- **Produção Nivelada:** Quando os lotes são pequenos e os tempos de preparações são curtos, pode se produzir conforme a demanda de cada item. A produção nivelada é uma condição fundamental para a produção puxada.

2.1. O Sistema Kanban

Para Ohno (1997) “o Kanban é uma força poderosa para reduzir mão-de-obra e estoques, eliminar produtos defeituosos, e impedir a recorrência de panes”.

Segundo Tubino (1999) “O sistema Kanban, na sua forma de agir, simplifica em muito as atividades de curto prazo desempenhadas pelo PCP”.

De acordo com Moura (2003) o sistema Kanban teve origem na Toyota Motor Company do Japão, desenvolvido pelo vice-presidente Taiichi Ohno e caracteriza-se por usar cartões anexados ao material a ser processado com as informações necessárias para que ele seja transformado. Tendo em vista que cartões já eram usados em sistemas de “empurrar a produção”, a diferença crucial então, é que o produto junto com o cartão é mantido no centro de trabalho anterior até que o seguinte necessite do mesmo, caracterizando assim, um sistema “puxado” de produção.

Moura (2003) explica que “Kanban é um procedimento que utiliza cartões para operar um ‘sistema de puxar’ de controle de material, o qual interliga todas as operações de suprimentos a uma linha de montagem final”. Ele reduz tempos de espera, estoques, melhorando a interligação das operações em um fluxo uniforme e ininterrupto. O principal objetivo é a transformação da matéria prima no produto acabado com os tempos de esperas equalizados ao tempo de processamento, tentando eliminar o tempo em fila e a ociosidade do material.

Ainda Moura (2003) cita que o Kanban tem 12 características especiais de puxar a produção:

- “ 1º- Aciona o processo de fabricação, apenas quando necessário;
- 2º- Não permite a produção para estoque com previsões futuras;
- 3º- Paralisa a linha quando surgem problemas não solucionados;
- 4º- Permite o controle visual do andamento do processo;
- 5º- É acionado pelo próprio operador;
- 6º- Uma ferramenta para garantir a distribuição programada das ordens de serviço;
- 7º- Uma ferramenta para evitar o excesso ou a falta de produção/entrega de peças;
- 8º- Uma ferramenta para controlar o inventário;
- 9º- Uma ferramenta para descobrir e amplificar a fraquezas dos processos;
- 10º- Uma produção de peças com base em lotes pequenos;
- 11º- Entrega de peças de acordo com o consumo;
- 2º- Identificação de peças; ”

Para Tubino (2007) o sistema Kanban possui quatro dispositivos: o cartão kanban, o painel kanban, o contentor e o supermercado. O cartão kanban é um registro visual e tem como função substituir as ordens de produção, de montagem ou de compra. Para cada caso as informações necessárias deverão estar contidas nesses cartões. Ele atuará restrita e continuamente na relação entre um cliente e um fornecedor. Especificações como o nome do processo, o posto de trabalho, o código e nome do item, o local de retirada e de armazenamento, a especificação da matéria prima e o tamanho do lote são campos necessários em um cartão kanban.

Ainda de acordo com Tubino (2007), um segundo tipo de cartão é o kanban de movimentação. Também chamado de cartão de transporte, permite com que as movimentações dos contentores sejam controladas através da lógica de puxar a produção. Assim como as informações de produção, as informações de movimentação devem estar detalhadas como, endereçamento do material, origem e destino do contentor. Dependendo da sistemática aplicada e da simplicidade do processo, o cartão de movimentação pode ser dispensado. Conforme a distância entre as células de produção, podem ser usados sistemas com um ou dois cartões de sinalização. Se os processos produtivos são fisicamente próximos, é indicado o uso do sistema com um único cartão gerenciador, um Kanban de produção, que serve como sinalizador de produção para o processo precedente, e fica afixado junto ao item produzido estocado no supermercado. Este mesmo supermercado de matérias primas para o cliente interno é o estoque de produtos em processo para o fornecedor interno.

O painel kanban ou quadro porta-kanban tem a função de sinalizar e sequenciar as necessidades de reposição do supermercado. O painel deve conter uma coluna para cada item a ser armazenado no supermercado e, transversal a essas colunas, 3 faixas de cores destacadas (verde, amarelo e vermelho) que formarão células onde o cartão kanban deverá ser fixado. Dependendo do dimensionamento do sistema e da variação da quantidade de cartões, deve-se estabelecer uma quantidade padrão de armazenamento para cada célula. A faixa verde representa o estoque necessário para que o sistema trabalhe em situação conforme planejado. A faixa amarela refere-se à quantidade de estoque necessária durante o tempo de processamento de um lote (lead time do lote), ou seja, quando o nível do estoque estiver nesta marca é o momento certo de se realizar a tarefa solicitada pelo cliente. A faixa vermelha representa o estoque de segurança. Isso significa que quanto mais perto da faixa vermelha os

cartões estiverem maior é a prioridade da reposição do item em questão ao supermercado. A administração do sequenciamento da colocação dos cartões no painel deverá ser feita de forma que sempre que o cliente do supermercado consumir o contentor com o lote, ele deve retirar o cartão do contentor e colocá-lo de volta ao painel do seu fornecedor começando da faixa verde para a vermelha (TUBINO, 2007).

O supermercado é o local predeterminado onde serão armazenados os lotes em seus contentores de forma a facilitar a retirada pelo cliente. Por trabalhar com lotes menores e giros maiores, a figura do almoxarifado central pode desaparecer na medida em que os supermercados podem ser estabelecidos ao redor de seus consumidores (TUBINO, 2007).

Conforme Shingo (1996) o sistema kanban foi inspirado no funcionamento dos supermercados norte americanos, cujas características são:

- Os consumidores escolhem as mercadorias conforme suas necessidades.
- O trabalho dos empregados é menor, uma vez que os consumidores levam suas mercadorias às caixas registradoras.
- Reabastecimento é realizado na mesma proporção da retirada.

O contentor é a forma com que o lote preestabelecido vai ser armazenado e movimentado. O ideal é que seu tamanho seja padronizado de forma que o funcionário possa movimentá-lo sem a ajuda de máquinas. Ele deve conter ainda um espaço de fixação e fácil visualização do cartão kanban (Moura, 2003).

Tubino (2007) afirma que a produção puxada baseia-se em nivelar a produção com a demanda de forma a acionar seus recursos apenas na medida em que os clientes solicitem seus produtos. Em um sistema de produção onde a programação é convencional ou “empurrada” as demandas são normalmente vistas dentro de um período mensal, sendo a tendência do chão de fábrica de produzir a demanda total de cada item em uma determinada seqüência, resultando em níveis elevados de estoque. Em um sistema onde se busca o nivelamento da produção as demandas são distribuídas de forma a serem produzidas em determinados mix e quantidades diariamente repetidos.

Segundo Shingo (1996) “dentro de um sistema puxado de produção, o kanban tem um papel fundamental de limitar o fluxo de produto, eliminar perdas e manter o estoque a um nível mínimo”.

Para o funcionamento correto do sistema kanban é necessário que os funcionários entendam e respeitem as regras de execução. Através das regras do kanban, Moura (2003) explica que o cartão proporciona ligação entre as áreas de retirada e as áreas de produção formando uma ligação entre as áreas de trabalho. “As áreas trabalham apenas em resposta às atividades uma da outra”. Em situações mais complexas podem existir para a mesma área de retirada várias áreas de produção, inclusive a montagem final. A Tabela 1 representa as funções e regras do sistema Kanban.

Tabela 1: Funções e Regras do Sistema Kanban

FUNÇÕES	REGRAS PARA UTILIZAÇÃO
1) Fornecer informações sobre apanhar ou transportar	1) O processo subsequente apanha o numero de itens indicado pelo Kanban no processo precedente
2) Fornecer informações sobre a produção	2) O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo Kanban
3) Impedir a superprodução e o transporte excessivo	3) Nenhum item é produzido ou transportado sem um Kanban
4) Servir como uma ordem de fabricação afixada as mercadorias	4) Serve para afixar um Kanban as mercadorias
5) Impedir produtos defeituosos para identificação do processo que os produz	5) Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livres de defeitos.
6) Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques	6) Reduzir o numero de Kanbans aumenta sua sensibilidade aos problemas

Fonte: Ohno (1997).

De forma simples, Martins e Laugeni (2005) explicam que para o sistema Kanban de um cartão, quando o cartão se encontra fixado no painel, ele representa a necessidade de se produzir aquele item. Quanto mais próximo da faixa vermelha ele estiver maior deve ser sua prioridade de fabricação. Para um processo de fabricação composto por um processo de usinagem que antecede um processo de solda que por sua vez antecede um processo de montagem, pode-se exemplificar o funcionamento do sistema.

A Figura 1 representa o sistema de funcionamento da movimentação dos cartões e contentores.

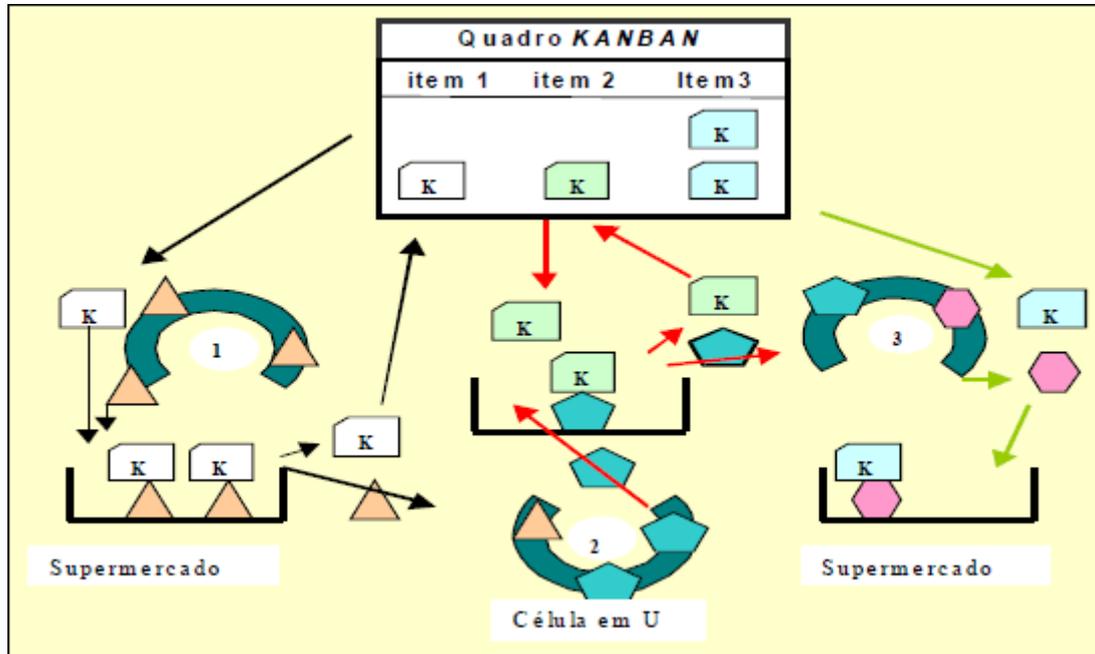


Figura 1: Sistema Kanban com um cartão.
(TUBINO, 2007).

De acordo com Tubino (2007) “Quando se consegue desenvolver uma parceria com fornecedores externos o sistema puxado para acionar as reposições de itens comprados, usa-se o chamado cartão kanban de fornecedores”. Além das contidas nos cartões kanban de produção, informações como especificação do item e o ciclo de entrega e seus horários, são indispensáveis ao cartão kanban de fornecedor. A operacionalização do sistema por parte dos fornecedores deverá ser de forma similar a realizada internamente, “sendo que os fornecedores terão um ponto de coleta dentro da fábrica, um coletor ou um porta-kanban, onde recolherão os seus cartões e contentores vazios”.

2.2. Dimensionamento do Sistema Kanban

Para o dimensionamento do sistema e seus componentes, segundo Tubino (2007), precisa-se definir duas variáveis: o tamanho do lote de cada cartão e o número de cartões. O tamanho do lote em teoria é na maioria das vezes decidido através do cálculo do lote econômico que busca equilibrar os custos de preparação com os custos de manutenção de estoque dos lotes. Na prática existem outros fatores que podem interferir na definição do tamanho do lote, como a

logística e armazenagem, e adequação do consumo de unidades inteiras como fardos ou barras de matéria prima. Outro ponto importante a ser considerado na determinação do tamanho do lote é a forma com que esse lote será consumido pelo cliente. Uma vez determinado o tamanho dos lotes, deve-se determinar a quantidade de cartões que farão parte do sistema. Isso significa calcular quantos desses lotes serão necessários armazenar no supermercado para que o ciclo de abastecimento do cliente não seja interrompido.

Moura (1996) e Tubino (2000) utilizam notações diferentes para definir quantidade total de kanbans, porém, o significado é o mesmo, pois todas representam uma função do *lead time* total para produzir e disponibilizar os lotes de peças no sistema produtivo mais um coeficiente de segurança para atender às ineficiências do mesmo.

A indicação de Tubino (2007) para sistemas que não necessita de cartões de movimentação é:

$$N_k = D/Q * N_d * (1+S) \quad (1)$$

Onde:

N_k = número total de cartões kanban no supermercado;

D = demanda média diária do item;

Q = tamanho do lote do cartão kanban;

N_d = número de dias de cobertura da demanda no supermercado;

S = segurança no sistema em percentual de cartões.

Como se constata na Equação 1, precisa-se definir mais três variáveis para o dimensionamento do supermercado: a média diária de consumo do item, número de dias de cobertura do tamanho do lote e o percentual de segurança para o sistema.

2.3. Troca Rápida de Ferramenta

Para Shingo (1996) a melhor forma de se melhorar os *setups* é através da troca rápida de ferramenta, TRF. Entende-se setup como as atividades realizadas antes e depois das operações, remoções de ferramentas, limpezas de máquinas, etc. O tempo de setup tipicamente desenvolvido compreende basicamente quatro funções: a preparação de materiais e acessórios para a montagem incluindo a matéria-prima deve ser compreendido em torno de

40% do tempo total, a fixação e remoção de matrizes e ferramentas 5%, dimensionamento do de regulagem do ferramental 5% e os processos iniciais e de ajustes 50%.

Shingo (1996) ainda explica as 8 principais técnicas TRF para se reduzir o tempo de setup:

Separação entre os Setups Internos e Externos: identificar aquelas operações que podem ser realizadas com a máquina ligada (setup externo) das operações que devem ser realizadas com a máquina desligada (setup interno).

Transformar Setup Interno em Externo: para a obtenção deste princípio poderoso, é necessário a reavaliação das operações e metodologias atualmente utilizadas com intuito de aumentar as preparações com a máquina ligada.

Padronizar a Função e Não a Forma: trabalhar com tamanhos padrões para as matrizes e ferramentas para facilitar a fixação e movimentação.

Utilizar Grampos Funcionais: melhorar a fixação e o tempo destinado para essa função. Dispositivos práticos ou simples ações como a diminuição do tamanho do parafuso para se diminuir a quantidade de voltas até que o mesmo seja apertado efetivamente, contribuem para aumento da eficiência.

Utilizar Dispositivos Intermediários: criar dispositivos que proporcione a antecipação das atividades no momento em que outra peça está sendo processada.

Realizar Operações Paralelas: Aproveitar dispositivos e tempos de processamentos longos para antecipar operações paralelamente pelo mesmo funcionário. Para caso que exijam muitas movimentações do operário executor, pode-se realizar as atividades com duas pessoas executando funções paralelamente.

Eliminação de Ajustes: Nem sempre ajustes são necessários e eles podem ser eliminados empregando-se padrões para determinações precisas de posicionamento de dispositivos e ferramentas.

Mecanização: A automatização na movimentação dos dispositivos e mecanismos de fixação rápidas com ar ou óleo contribui para a troca através de um toque.

2.4. Teoria das Restrições

Para Cox III e Spencer (2002) a teoria das restrições é uma filosofia de administração da produção criada por Goldratt que relaciona três áreas independentes: logística, indicadores de desempenho e pensamento lógico.

“A lógica inclui a programação tambor-pulmão-corda, o gerenciamento de pulmões e a análise do V-A-T. Os indicadores de desempenho incluem o ganho, inventário e despesas operacionais e as cinco etapas de focalização. As ferramentas do processo de pensamento são importantes para a identificação do problema raiz (árvore da realidade atual)” (Cox III; Spencer, 2002).

A programação tambor-pulmão-corda, segundo Cox III e Spencer (2002), é uma técnica genérica que busca o gerenciamento de recursos com a finalidade de maximizar os ganhos. O tambor tem a função de marcar o ritmo da produção de acordo com a restrição do sistema. O pulmão são as margens de segurança ou proteções para que o sistema possa continuar funcionando diante de incertezas. A corda é a comunicação entre o processo restrição e o processo final que controla o material liberado no sistema que sustenta a restrição.

O gerenciamento dos pulmões é um processo que ajuda a evitar a ociosidade na restrição e o atraso de fornecimento aos clientes, uma vez que ele tem como princípio de que toda a expedição da produção deve ser dada de acordo com o que foi estabelecido para ser a margem de segurança do sistema, ou seja, o pulmão do sistema (Cox III; Spencer, 2002).

Ainda segundo Cox III e Spencer (2002) a Análise V-A-T é uma metodologia de gerenciamento de restrições com o objetivo de mapear o fluxo geral dos produtos da matéria-prima até o produto acabado.

“Uma estrutura lógica do tipo V começa com uma ou várias matérias primas, e os produtos se amplificam em vários produtos diferentes conforme flui através do seu roteiro de produção. A estrutura lógica do tipo A é dominada por pontos de convergência. Muitas matérias-primas são fabricadas e montadas para formar poucos produtos finais. A estrutura lógica T consiste em muitos produtos finais similares montados a partir de montagens e submontagens comuns ” (Cox III; Spencer, 2002).

Para Cox III e Spencer (2002) quando se determina o fluxo geral dos componentes de um produto, pode-se identificar e gerenciar os pontos de controle desse sistema, que são: operações finais, pontos de convergência, pontos de divergência e pontos de expedição.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho tratou de uma abordagem prática para estabelecer e aplicar, em uma empresa do setor metal mecânico, a ferramenta Kanban à um produto piloto, dimensionando-o e apresentando resultados de melhoria de processo além de fomentar a filosofia JIT para uma futura expansão da mesma aos demais processos da indústria Metal Service Ltda., situada na cidade de Maringá-PR. O trabalho propôs a troca do sistema de controle de produção empurrado, atualmente utilizado, pela ferramenta Kanban aplicada ao produto piloto Válvula de Retenção de Pressão, além de consolidar as técnicas e filosofias atreladas ao *Just-in-time* para que a metodologia de puxar a produção possa ser implementada futuramente aos demais processos produtivos da empresa.

Fabricado em três modelos, o produto Válvula de Retenção de Pressão foi escolhido pois apresentou características que facilitaram a implementação e consolidação do sistema como a estabilidade do projeto do produto, a padronização dos processos estabelecidos, a aceitação no mercado e a rentabilidade financeira.

O sistema foi dimensionado por meio da capacitação e análise dos recursos para o cálculo do número de cartões e os níveis de estoques intermediários. Determinou-se as informações necessárias para a composição do cartão como, identificação do produto, descrição do processo, informações de matéria-prima, posto de trabalho, dispositivos específicos de processamento e endereços de identificação de armazenamento dos estoques necessários para o funcionamento da ferramenta Kanban.

Paralelamente à criação dos estoques, painéis e cartões, realizou-se um treinamento com todos os funcionários envolvidos na fabricação do produto no intuito de habilitá-los à nova metodologia.

Para a disposição dos estoques, fez-se necessário uma readequação do *layout* embasando-se na teoria de células produtivas juntamente com a filosofia dos 5S: Seiri (Senso de Utilização), Seiton (Senso de Ordenação), Seisō (Senso de Limpeza), Seiketsu (Senso de Normalização), Shitsuke (Senso de Autodisciplina).

O aprimoramento da programação diária da produção, para alimentação do sistema de informação utilizado para a produção empurrada, foi feito com a utilização das ferramentas já existentes, que são uma Planilha de Controle de Entrada e Saída de Pedidos e o Sistema de Informação para Controle de Processos de Produção por Códigos de Barra. Para tanto, foi necessário a capacitação dos funcionários ligados a esses processos.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. Caracterização da Empresa

A empresa Metal Service surgiu em 2010, da divisão de sociedade da empresa Naifla então instituída em 1996 no município de Sarandi-PR. Em um espaço de 110m², a Naifla iniciou suas atividades fabricando um modelo de Válvula para Retenção de Pressão aplicada em compressores industriais e desenvolvendo dispositivos e ferramentas para estamparia.

No segundo ano de vida, a Naifla começa a fabricar filtro de ar para compressores, dando um novo rumo à empresa. Tendo como mercado garantido uma montadora de equipamentos industriais, houve a necessidade de ampliar seu espaço físico. A partir de então realizou sua primeira ampliação para um terreno de 670m² através de incentivos da prefeitura de Maringá - PR e conseqüentemente investimento em maquinário, mão de obra, e alternativas inteligentes em melhorias de processos.

Após 12 anos de trabalho seus fundadores adquiriram, ainda na cidade de Maringá, uma planta de 1500m² de construção em um terreno de 6000m², além de já possuírem 5 tornos CNC, 4 tornos automáticos, 4 prensas excêntricas, 1 prensa hidráulica, 3 soldas e pintura eletrostática.

Com a finalização da nova planta fabril, surge em 2010, a oportunidade de separação da sociedade e a partir desse momento nasce a METAL SERVICE.

Com a divisão dos bens a METAL SERVICE passou a atuar com 2 produtos principais: válvula de retenção para compressores e sistema anti-furto de combustível, atuando também na prestação de serviço no setor metal mecânico.

O sistema anti-furto de combustível vem suprir uma carência de mercado no setor de transportes rodoviário. Com o grande índice de criminalidade, alto preço do petróleo e problemas sociais inerentes ao país, o diesel, encontrado em grandes quantidades em carretas, ônibus, caminhões e até em tratores, passou a ser alvo de furtos. Pequenas e grandes transportadoras e profissionais autônomos amargavam expressivos prejuízos diante de tal fato

e não tinham uma alternativa para solucionar o problema. Aplicável na maioria dos modelos de tanques e atendendo as principais marcas do mercado, o sistema tornou-se um produto atrativo aos clientes e rentável à empresa. Em seu ciclo de vida, o produto ainda não atingiu sua maturidade. A estimativa de venda para todos os modelos desse produto está em torno de 2000 unidades por mês. Após a conclusão deste trabalho o sistema anti-furto torna-se o produto com maior potencialidade para ser agregado ao sistema puxado de produção.

4.2. Escolha do Produto

O produto escolhido para ser o produto piloto na implementação do sistema Kanban foi a Válvula Retenção de Pressão, sendo que o mesmo é fabricado em 3 modelos: 5,2, 10V e 2,6.

Cada modelo é composto por uma tampa, um corpo, um reparo e uma mola, variando entre eles apenas as dimensões e algumas características específicas. No caso do modelo 2,6 ainda tem-se uma argola e uma porca para completar o conjunto.

O material utilizado para fabricação das tampas, corpos, argola e porca, é o latão, pois apresenta características de resistência a altas temperaturas e é relativamente fácil de ser usinado devido ao seu índice de dureza. O componente reparo, também denominado de teflon, é fabricado a partir de tarugos do material Teflon, também resistente a altas temperaturas. É importante salientar que os modelos 5,2 e 2,6 são compostos pelo mesmo componente Tampa e o componente Teflon. A Figura 2 ilustra a vista explodida dos três produtos em estudo.

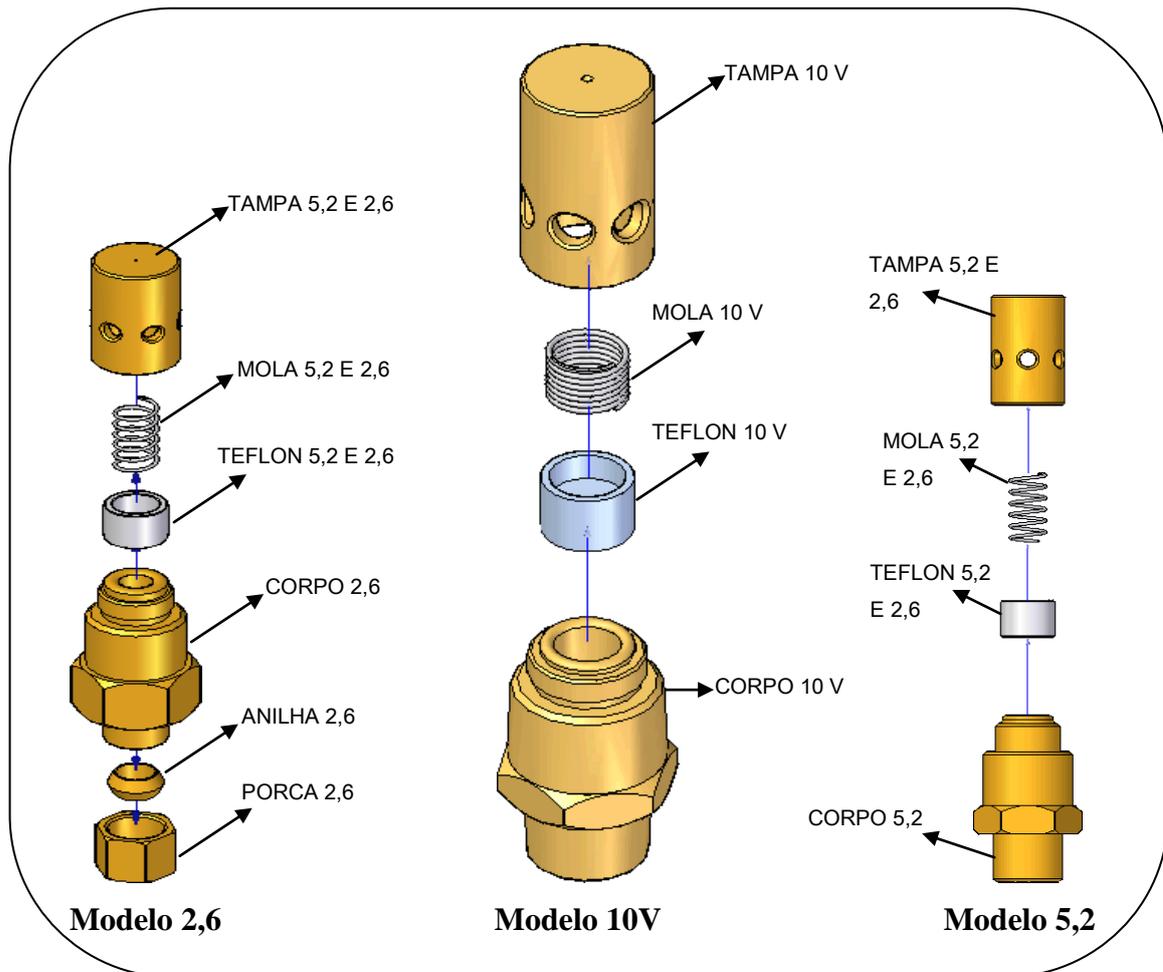


Figura 2: Os três modelos do produto em estudo.

A escolha deste produto foi baseada em 5 características, que foram ressaltadas quando comparou-se este produto aos demais produtos da empresa. As características são:

- Projeto do produto consolidado;
- Demanda conhecida e estável;
- Número reduzido de variações de modelo (customização);
- Número reduzido de componentes;
- Rentabilidade e importância do produto dentro da empresa.

Outros fatores como a consolidação do produto no mercado, e o nível de qualidade atingido do produto (quantificação e qualificação dos refugos, instruções de processo, desenhos técnicos), também contribuíram para a escolha do mesmo.

A Figura 3 representa o fluxo de processo de cada componente. Cada quadrado azul representa uma célula de processamento e cada quadrado branco representa uma atividade a ser executada.

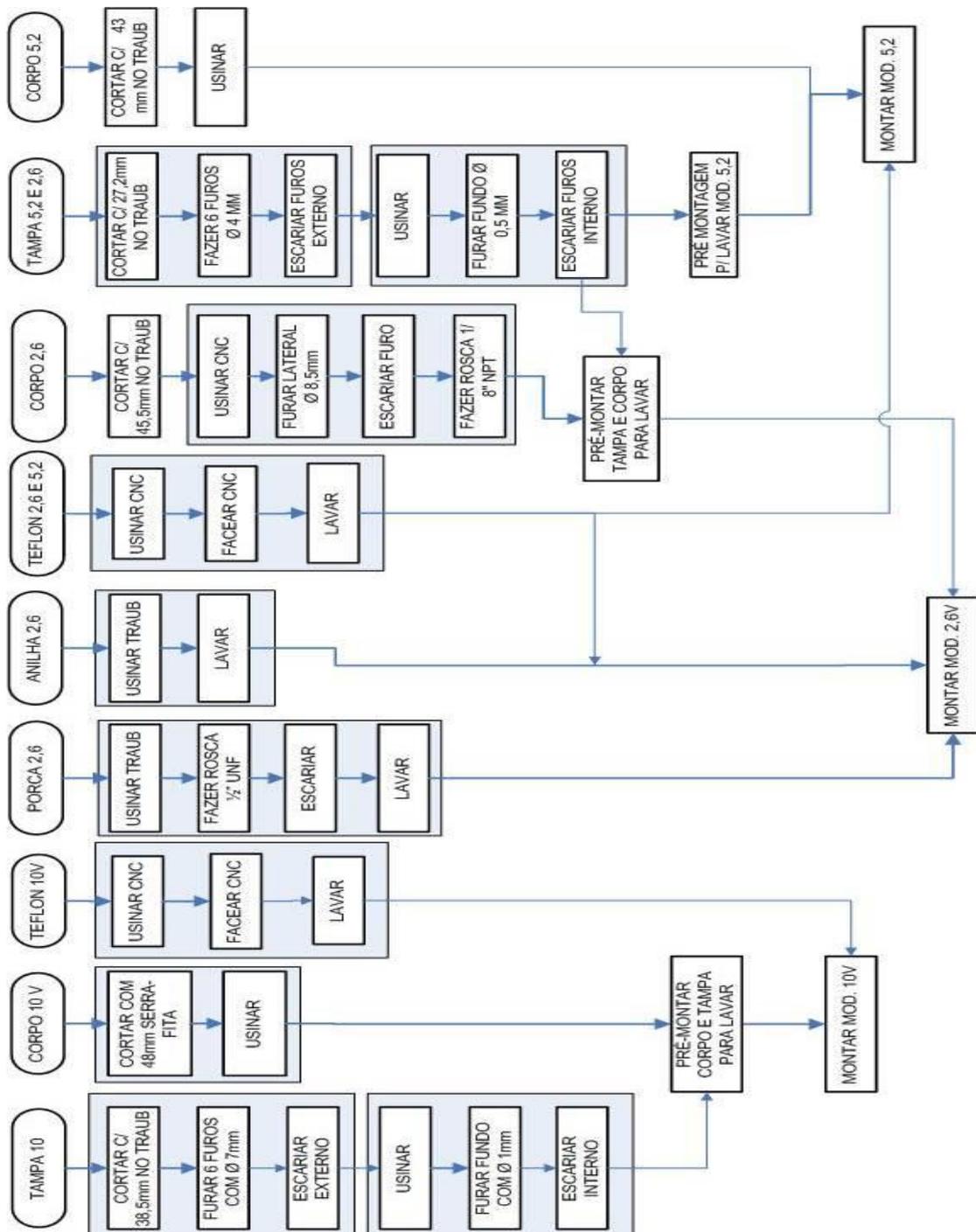


Figura 3: Fluxograma dos processos de fabricação.

4.3. Dimensionamento do Sistema Kanban

Para Moura (2003) a equação que determina o número de cartões Kanban representa uma função do *lead time* total para produzir e disponibilizar os lotes de peças no sistema produtivo além de somar um coeficiente de segurança para atender às ineficiências do mesmo de acordo com a demanda conhecida.

A demanda de vendas mensal e a média aritmética anual de 2009 para os três modelos de válvulas em estudo estão apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2: Demanda Mensal e Média Aritmética Anual

MOD	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIA
5,2	09	460	306	335	542	520	522	778	746	645	482	780	320	536
5,2	10	445	819	792	483	1259								760
10V	09	200	320	180	3	200	200	390	358	205	252	300	408	251
10V	10	300	408	187	390	383								334
2,6	09	0	0	0	53	100	200	0	148	110	0	141	150	75
2,6	10	100	0	300	106	152								132

Focado na proposta deste trabalho, o dimensionamento do número de cartões e o tamanho do lote de cada cartão, levou-se em consideração não somente o *lead time* total para a produção e disponibilização das peças no sistema produtivo, mas também o consumo de unidades inteiras de matérias primas, uma vez que estas são fornecidas em barras. Como exemplo, pode-se citar o caso de um dos componentes, a Tampa da Válvula 10 V. Com um comprimento total de 40,5 mm, seria inviável produzir um lote de 100 peças, pois seria consumido um total de 1,35 barras de 3 metros, o que ocasionaria sobra de material em tamanhos distintos dificultando o controle e a retirada do estoque pelo funcionário, além do fator limitante de processo de que quanto menos se divide uma barra, maior é o aproveitamento do material.

Adotou-se então, a regra de se trabalhar com quantidades inteiras de barras ou quando realmente necessário trabalhar com metade de uma barra para todos os componentes fabricados.

Seguindo o mesmo raciocínio, foi determinada uma margem de refugo para que exista uma segurança na conclusão do lote garantindo que cada caixa tenha apenas peças boas e na quantidade determinada pelo cartão.

A Tabela 3 determina as quantidades e especifica os materiais necessários para a fabricação de cada componente bem como a margem de refugo por lote de fabricação.

Tabela 3: Cálculo de Demanda de Matéria-Prima

Válvula 10 V	Material	Especificação	Qtde Lote	Comp. Peça (mm)	Comp. Total (m)	Comp. Barra (m)	Qtde barras	Peso Total (kg)	Margem refugo (pc)/lote
Corpo	1. 1/16" (26,99mm)	Latão Sextavado	145	48	6.96	3	2.32	37.32	4
Tampa	7/8" (22,22mm)	Latão Redondo	150	40.5	6.075	3	2.03	20.09	5
Teflon	(Ø 20mm)	Teflon Redondo	150	13	1.95	1	1.95	0.94	6

Válvula 2,6	Material	Especificação	Qtde Lote	Comp. Peça (mm)	Comp. Total (m)	Comp. Barra (m)	Qtde barras	Peso Total (kg)	Margem refugo (pc)/lote
Corpo	7/8" (22,22mm)	Latão Sextavado	190	46.5	8.835	3	2.95	32.07	1
Tampa	11/16" (17,46mm)	Latão Redondo	400	29.5	11.8	3	3.93	23.95	20
Teflon	(15.5mm)	Teflon Redondo	420	11.5	4.83	1	4.83	2.40	30
Anilha	11.11MM (7/16")	Latão Redondo	450	5.6	2.52	3	0.84	2.08	60
Porca	14,28MM (9/16")	Latão Sextavado	250	11.6	2.9	3	0.97	4.36	60

Válvula 5,2	Material	Especificação	Qtde Lote	Comp. Peça (mm)	Comp. Total (m)	Comp. Barra (m)	Qtde barras	Peso Total (kg)	Margem refugo (pc)/lote
Corpo	7/8" (22,22mm)	Latão Sextavado	190	46	8.74	3	2.91	31.73	2

Outro critério adotado para a determinação do tamanho do lote foi a elaboração dos contentores específicos para o armazenamento dos 3 modelos do componente Corpo. Por se tratar de um componente que exige cuidados especiais de armazenamento e manipulação, fez-se necessário a criação de um dispositivo específico que aumentasse a segurança e eficiência do armazenamento e movimentação.

Como se pode observar na Figura 4, o componente Corpo possui um raio de vedação que deve ter sua integridade mantida livre de arranhões, amassados, sujeira ou qualquer tipo de deformação. É essa parte do componente de maior importância para o perfeito funcionamento do produto, que juntamente com outro componente, o Teflon, darão a vedação necessária para que o ar não vaze, alcançando assim sua funcionalidade correta. Como já constatado, mesmo um pequeno resíduo de sujeira nessa região de vedação, tem grandes chances de interferir na funcionalidade do produto.



Figura 4: Detalhe do raio de vedação do componente Corpo

Por fim, o último critério adotado para a determinação do tamanho do lote foi a equalização da produção para a célula produtiva, gargalo do sistema, a Célula de Usinagem Torno CNC.

De acordo com a Tabela 2 da demanda mensal e com a jornada de trabalho padrão da célula (166 horas mensais), foi determinada a capacidade produtiva semanal e mensal para os lotes propostos, como se pode observar na Tabela 4.

Tabela 4: Capacitação da Célula de Usinagem CNC para 4 lotes de cada por mês.

CAPACITAÇÃO DA CELULA DE USINAGEM TORNO CNC					
LOTE	DESCRIÇÃO	T/PC (SEG)	SETUP (MIN)	T/PC COM SETUP (SEG)	TOTAL (MIN)
150	TAMPA VALVULA 10 V	60	10	64	160
145	CORPO VALVULA 10 V	165	10	169.14	409
220	TEFLON VALVULA 10 V	70	20	75	277
190	CORPO VALVULA 2,6	146	10	149	472
420	TEFLON VALVULAS 2,6 E 5,2	70	20	73	510
250	PORCA VALVULA 2,6	0	0	0	0
450	ANILHA VÁLVULA 2,6	0	0	0	0
190	CORPO VALVULA 5,2	120	10	123	390
400	TAMPA VALVULAS 5,2 E 2,6	55	10	57	377
TOTAL					2594.42
RESULTADOS					
CAPACIDADE SEMANAL (MIN)					2490
SOBRA SEMANA P/ UM LOTE DE CADA (MIN)					-104.42
OCUPAÇÃO PARA 3 LOTES (MIN)					7783
CAPACIDADE MENSAL (MIN)					9960.00
SOBRA MES (MIN)					36.28

Observa-se nos cálculos, para as condições atuais, que não é possível produzir um lote de cada componente para o período de uma semana, pois há uma defasagem de 104,42 minutos

ou 1 hora e 45 minutos de capacidade produtiva. Este cálculo permite concluir que em condições normais e atuais, seria necessário aumentar aproximadamente 7 horas da capacidade produtiva mensal da célula gargalo para a produção de 600 unidades do modelo 10V, 760 unidades do modelo 2,6 e 760 unidades do modelo 5,2. Contudo, ao observar a Tabela 1, pode-se perceber que a demanda média do modelo 10V e 2,6 são respectivamente 251 e 75 unidades por mês, supridas por 2 lotes do modelo 10V e 1 lote do modelo 2,6. Sendo assim, não é necessária a produção de 4 lotes de cada modelo dentro de um mês, o que permite dedicar a célula com exclusividade ao produto sem a necessidade de nova máquina, funcionário ou hora extra.

Com isso, o número médio de lotes produzidos em um mês na Célula Gargalo para cada um dos três modelos é:

- MODELO 5,2: 4 lotes ou 760 peças;
- MODELO 10V: 2 lotes ou 290 peças;
- MODELO 2,6: 1 lotes ou 190 peças;

A Tabela 5 mostra a capacitação da célula de Usinagem CNC para as quantidades de lotes necessárias mensalmente.

Tabela 5: Capacitação da Célula de Usinagem CNC para as quantidades necessárias de acordo com a demanda mensal.

CAPACITAÇÃO DA CELULA DE USINAGEM TORNO CNC					
LOTE	DESCRIÇÃO	T/PÇ (SEG)	SETUP (MIN)	T/PÇ COM SETUP (MIN)	TOTAL (MIN)
150	TAMPA VALVULA 10 V	60	10	64	160
145	CORPO VALVULA 10 V	165	10	169.14	409
220	TEFLON VALVULA 10 V	70	20	75	277
190	CORPO VALVULA 2,6	146	10	149	472
420	TEFLON VALVULAS 2,6 E 5,2	70	20	73	510
250	PORCA VALVULA 2,6	0	0	0	0
450	ANILHA VÁLVULA 2,6	0	0	0	0
190	CORPO VALVULA 5,2	120	10	123	390
400	TAMPA VALVULAS 5,2 E 2,6	55	10	57	377
					2594.4167
LOTE	MODELO DA VALVULA	QTDE LOTE	TOTAL POR MOD. (Horas)	TOTAL H. UTILIZADA	TOTAL H. DISPONIVEL
190	VALVULA 5,2	4	56,5	106	166
145	VALVULA 10V	2	28,2		
190	VALVULA 2,6	1	21,3		

De acordo com a Tabela 5 o índice de utilização da célula gargalo passará a ser de 70% viabilizando assim a dedicação de uma única máquina para a realização de todos os lotes necessários para atender a demanda média mensal.

Assegurado a capacidade da célula gargalo, outra determinação criada, independentemente do cálculo do número de cartões necessários para cada modelo do produto, foi que utilizar-se-iam 3 cartões para cada modelo, sendo um para a faixa verde, um para a amarela e um para a vermelha. Tal decisão foi tomada com o intuito de facilitar a utilização e o entendimento do sistema Kanban por todos os funcionários da empresa. Após o período de amadurecimento do sistema pode-se retirar os cartões que por ventura poderiam estar em excesso para se obter uma produção mais enxuta.

4.4. Aplicação do Sistema Kanban

O início dos trabalhos para a aplicação sistema Kanban foi desenvolvido um novo layout vinculado as ideologias da ferramenta “5S” dando um enfoque maior a organização e limpeza do ambiente através da aplicação de pintura no chão e paredes da fábrica, foi determinado o posicionamento dos painéis bem como a posição do estoque intermediário, do mercado Kanban e a formação das células de produção adequadas ao mesmo.

Para a formação da célula adequada ao produto, foram feitas modificações apenas em duas furadeiras que se encontravam juntas em uma região isolada do chão de fábrica. As duas furadeiras passaram a incorporar a célula de Usinagem CNC e a célula de Usinagem Torno Automático, respectivamente, a fim de diminuir a movimentação e o número de estoques intermediários entre as células e aproveitar a ociosidade temporária decorrente das operações automáticas de cada máquina.

Realizou-se também um treinamento teórico específico sobre kanban e produção puxada, além de um efetivo acompanhamento *on-job* nos primeiros meses de implantação. Abordando assuntos como definição de kanban, funcionamento, aplicações, benefícios e regras, o treinamento objetivou familiarizar os colaboradores com a nova metodologia de produção. No treinamento explicou-se a importância de algumas regras como: regras de retiradas de cartões dos painéis, regras de relacionamento entre clientes e fornecedores internos para que os funcionários entendam as etapas de término e início de cada processo bem como o objetivo de

cada célula que é a finalização de todos os cartões fixados no painel iniciando sua retirada sempre no sentido da faixa vermelha para a verde, ou seja, do mais crítico para o menos crítico. A apresentação utilizada para o treinamento encontra-se no apêndice A e a Figura 5 representa o sistema de funcionamento apresentado no treinamento.

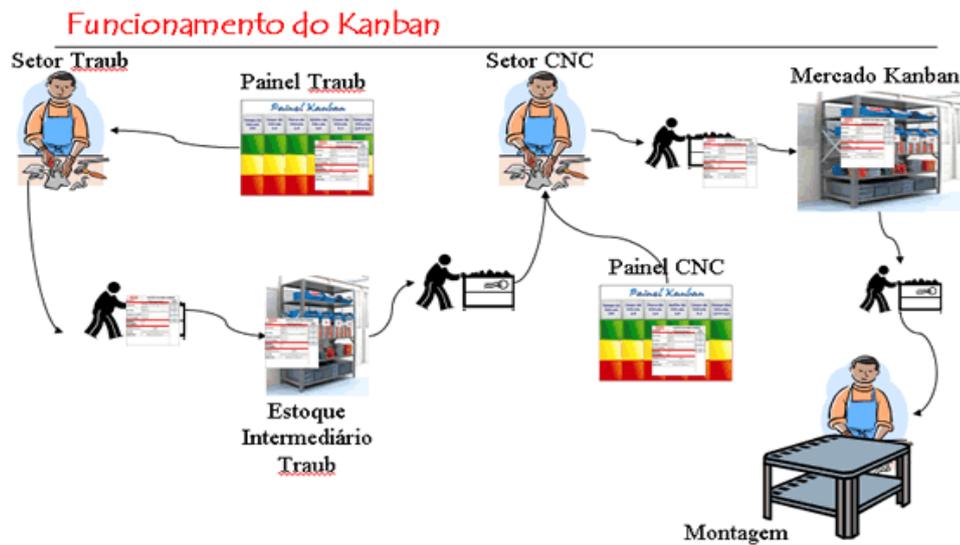


Figura 5: Representação Visual do Kanban para Treinamento.

De acordo com a realidade da empresa em estudo e a divisão das tarefas inerentes ao produto, o treinamento enfatizou a necessidade da criação de duas células produtivas e dois painéis Kanban. A primeira célula chamada de Setor Traub, é voltada principalmente à transformação do material bruto, retirado do estoque em forma de barras, em pequenos tarugos no tamanho aproximado da peça no sentido de preparar as mesmas para a próxima etapa. Esses tarugos serão “consumidos” pela outra célula de produção chamada de Setor CNC de acordo com a Figura 5. O Setor CNC é responsável pela finalização dos processos de usinagem conformando as peças em seu estado final. A partir desse estágio, faz-se necessária somente a lavagem e montagem das peças, não justificando um novo estoque.

Como observa-se no esquema representado na Figura 5, o Setor Traub, fornecedor interno do Setor CNC, possui um painel Kanban e um estoque chamado de Estoque Intermediário Traub. O Setor CNC é controlado por outro painel Kanban e é responsável por fornecer as peças para o estoque final chamado de mercado Kanban. Assim que o Setor CNC, “consumir” os tarugos armazenados no Estoque Intermediário Traub, os cartões Kanban, que estavam fixados nas respectivas caixas com os tarugos, são recolocados novamente no painel do setor Traub,

informando assim, o consumo e a necessidade de se iniciar um novo processo de fabricação para aquele item. Da mesma forma, o setor CNC controla suas atividades por outro painel em seu setor. Logo que o funcionário responsável pela montagem das peças (processo subsequente ao do setor CNC) retira as peças do Mercado Kanban, ele transfere o cartão Kanban fixado na caixa de armazenamento para o painel do setor CNC, indicando o consumo e a necessidade de se iniciar um novo processo de fabricação para aquele item.

A Figura 6 representa o Estoque Intermediário Traub e seu painel de controle.

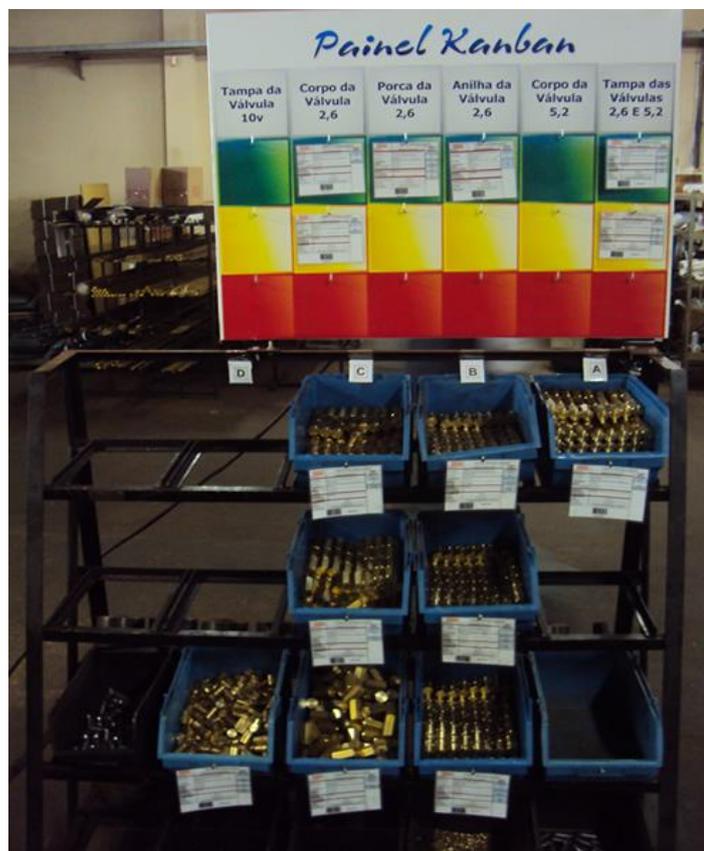


Figura 6: Estoque Intermediário e Painel Kanban de controle

Apesar de o produto estar pronto, ele é armazenado no mercado Kanban sem que o processo de lavagem e montagem seja executado. Isso porque a peça exige uma condição de limpeza excelente, inviabilizando assim a lavagem e armazenamento antecipado.

Sendo assim, o funcionário responsável pela lavagem e montagem foi instruído a lavar, montar e lacrar as peças na quantidade total armazenada nas caixas do mercado Kanban, independente da quantidade pedida pelo cliente. Caso ocorra a sobra momentânea de peças, elas estarão montadas e protegidas de qualquer avaria no setor de montagem.

A Figura 7 ilustra o Mercado Kanban com as peças finalizadas, sem o processo de lavagem e montagem.



Figura 7: Mercado Kanban

O processo de montagem é iniciado através da solicitação do pedido do cliente emitido pelo comercial que é enviado ao PCP (como uma forma de controle) que o reenvia diretamente ao responsável pelo processo de montagem.

O cartão Kanban foi criado para que as informações necessárias para a produção do lote estejam prontamente disponibilizadas ao funcionário. Nele encontramos informações como o nome do componente, o processo a ser executado de forma descritiva e de forma visual, a descrição e o código do material a ser usado, o tamanho com que a barra é fornecida e a quantidade necessária para a produção do lote, o maquinário, algum dispositivo específico quando necessário, a quantidade de peças referente ao lote do cartão e os endereços de retirada e armazenamento dos locais destinados ao estoque ou mercado.

O último elemento inserido no cartão é o código de barras. Ele foi criado com o intuito de facilitar o apontamento das ocorrências do processo produtivo de cada lote. O conhecimento de ocorrências como o tempo de execução, operador responsável e causas aleatórias ao processo são de grande importância no entendimento do comportamento produto piloto.

Esse apontamento é feito em um software especialmente desenvolvido e dedicado para tal atividade. Com ele é possível gerar relatórios de eficiência e ocorrências do processo, possibilitando assim um melhor gerenciamento dos tempos de processo planejados através da comparação com os tempos de processo realizados. Para tanto, foi instalado no chão de fábrica um terminal de apontamento com um computador e um leitor de código de barras, além da aplicação de treinamento sobre o uso para todos os funcionários. O cartão Kanban pode ser visualizado na Figura 8.

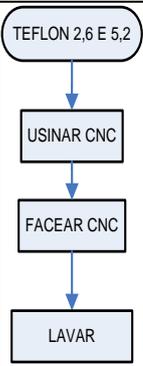
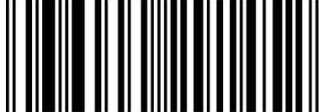
		CARTÃO SISTEMA KANBAN	
PRODUTO:	<i>TEFON DAS VÁLVULAS 2,6 E 5,2</i>	VISÃO GRÁFICA 	
PROCESSO:	USINAR E FACEAR NO CNC E LAVAR		
MATERIAL:	Código: 952 BARRA REDONDA TEFON 15.5MM		
TAMANHO DA BARRA:	1 METRO		
QTDE DE BARRAS:	5 BARRAS		
MAQUINA:	CNC		
DISPOSITIVO/ FERRAMENTAL:	NA		
TAMANHO DO LOTE:	420 PÇ		
RETIRAR:	ESTALEIRO		
ARMAZENAR:	MERCADO KANBAN BOX 2		
 0 36000 29145 2			

Figura 8: Modelo do cartão Kanban aplicado.

4.5. Resultados e Discussões

A Primeira melhoria se deu com relação à organização e controle dos estoques intermediários e finais. O produto final, por se tratar de um conjunto composto por três peças, muitas vezes não era armazenado em quantidades casadas dos componentes. Os lotes dos componentes produzindo antes do sistema Kanban eram aleatórios de acordo com a capacidade disponível no momento. Isso acarretava em uma desigualdade de quantidades dos 3 componentes, fazendo com que aqueles componentes que sobrassem fossem armazenados de forma aleatória com o risco de sofrerem avarias ou até mesmo serem perdidos. Com a implementação do sistema, as quantidades de retiradas de matérias-primas do estoque estão determinadas e a partir disso as quantidades de cada caixa estão previamente estabelecidas. Uma vez que uma caixa é produzida, tem-se a certeza de que nela encontra-se somente peças na quantidade identificada pelo cartão.

Ainda com relação à melhoria de armazenamento e movimentação dos materiais, foram desenvolvidos uma caixa e um dispositivo específico para o armazenamento do componente Corpo dos três modelos de Válvulas.

A Figura 9 mostra a forma de armazenamento antes da criação da caixa e do dispositivo específico.



Figura 9: Método antigo de armazenamento do componente Corpo

Como se pode observar, o corpo era armazenado em caixas de papelão separados por uma tira do mesmo material do lado em que o raio de vedação se encontra. Na fileira central as peças eram dispostas em sentido contrário uma das outras sem a adição da tira de papelão. Dessa

forma existia uma grande possibilidade de, no ato da movimentação ou por um descuido, as peças se chocarem e provocarem uma deformação no raio de vedação.

A proposta foi a criação de uma caixa em madeira com divisórias com vários furos para uma maior segurança e qualidade do armazenamento. A Figura 10 ilustra a caixa e as divisórias propostas.



Figura 10: Método Novo de Armazenamento do Componente Corpo

Com o sistema Kanban implementado conseguiu-se suprir a falta estoque de produtos e a desigualdade de quantidade entre eles, mas devido ao tempo elevado do processo de lavagem e montagem não era possível processar as peças estocadas em tempo de atender aos pedidos imediatos de por exemplo 200 peças de um modelo. Com os problemas de armazenamento e estoque de segurança resolvidos, um novo gargalo se formou. O processo de lavagem e montagem.

Para a solução do novo gargalo, criou-se uma “tábua” em plástico com várias luvas de fixação. Com capacidade para 70 peças, esse dispositivo foi criado com materiais que pudessem ser usado também no processo de lavagem e secagem das peças evitando assim a contaminação do produto químico utilizado. Com a criação desse dispositivo foi possível eliminar 3 pré-montagens para o processo de lavagem e secagem, diminuindo assim o *lead time* do processo.

Como se observa na Figura 11, cada furo possui uma luva com rosca para que o corpo possa ser rosqueado e armazenado com segurança.



Figura 11: Dispositivo de Armazenamento e Lavagem para o componente Corpo

A Tabela 6 apresenta o cálculo do tempo de processamento da lavagem e montagem antes da utilização do dispositivo.

Tabela 6: Cálculo do tempo utilizado para o processo de lavagem e movimentação sem o dispositivo

MÃO DE OBRA PARA LAVAGEM/SECAGEM E MOVIMENTAÇÃO SEM DISPOSITIVO					
LOTE	DESCRIÇÃO	TEMPO TOTAL (S)	UNI / BALDE	T/PÇ (SEG)	TOTAL (MIN)
150	CORPO E TAMPA VALVULA 10 V	5460	50	36.40	91
230	TEFLON VALVULA 10 V	600	115	2.61	10
190	CORPO E TAMPA VALVULA 2,6	5460	50	28.74	91
430	TEFLON VALVULAS 2,6 E 5,2	600	115	1.40	10
420	PORCA VALVULA 2,6	300	250	0.71	5
400	ANILHA VÁLVULA 2,6	300	450	0.75	5
190	CORPO E TAMPA VALVULA 5,2	5460	50	28.74	91
					303

Com a utilização do dispositivo conseguiu-se uma melhoria na eficiência do processo de movimentação e lavagem do componente Corpo em aproximadamente 300% através da substituição das divisórias de madeira pela de plástico com as luvas. A Tabela 7 aponta os tempos após a aplicação dos dispositivos de lavagem.

Tabela 7: Cálculo do tempo utilizado para o processo de lavagem e movimentação com o dispositivo

MÃO DE OBRA PARA LAVAGEM/SECAGEM E MOVIMENTAÇÃO COM DISPOSITIVO					
LOTE	DESCRIÇÃO	TEMPO TOTAL (S)	UNI / BALDE	T/PÇ (SEG)	TOTAL (MIN)
150	CORPO E TAMPA VALVULA 10 V	1800	50	12.00	30
230	TEFLON VALVULA 10 V	600	115	2.61	10
190	CORPO E TAMPA VALVULA 2,6	1800	50	9.47	30
430	TEFLON VALVULAS 2,6 E 5,2	600	115	1.40	10
420	PORCA VALVULA 2,6	300	250	0.71	5
400	ANILHA VÁLVULA 2,6	300	450	0.75	5
190	CORPO E TAMPA VALVULA 5,2	1800	50	9.47	30
					120

Outra melhoria encontrada foi proporcionada pela equalização da produção na célula de Usinagem CNC. Com demonstrado na Tabela 3, o setor de PCP eliminou a alocação de duas ou até três máquinas para a fabricação da demanda mensal, que geralmente era processada em uma semana ou duas semanas. Com o processamento de sua demanda em pequenos lotes (a quantidade estabelecida por cartão), conseguiu-se utilizar apenas uma máquina do setor CNC para a produção da demanda total, disponibilizando assim, as outras máquinas para outros produtos.

Com a unificação da produção em apenas uma máquina e o fim da produção de estoques sem critério, um novo problema se evidenciou. Ainda na Tabela 3, vê-se que o tempo de sobra de hora produtiva é de aproximadamente 30 minutos, não sobrando muita margem de erros ou paradas não programadas. Com 2 meses de atividades do Kanban, já se pôde constatar a falta de confiabilidade oferecida pela máquina, que passou a ser dedicada exclusivamente para tal atividade. Tal fato não podia ser enxergado com tanta clareza devido a alocação de 2 ou 3 máquinas ao mesmo tempo. Diante da visualização dessa deficiência e dos altos custos de paradas e custos com manutenção, a diretoria iniciou um processo de análise de viabilidade para a aquisição de uma nova máquina, tendo como resultado a viabilidade do investimento. Ainda com relação à alocação exclusiva do maquinário, outra melhoria foi alcançada. Um investimento em ferramental foi feito com o intuito de eliminar a remoção das próprias ferramentas no momento de preparação para a troca de modelo. Tendo todas as ferramentas previamente instaladas na máquina o processo de preparação da produção, que antes era realizado em torno de 40 minutos, passou a ser processado em torno de 15 minutos, uma melhoria na eficiência na preparação de aproximadamente 266%.

Por fim, outro ganho significativo foi a autonomia delegada aos envolvidos com o processo de fabricação deste produto. Sem mais a necessidade de se imprimir ordens de produção e sem mais as paradas e trocas repentinas de lotes, o clima motivacional melhorou a medida com que os funcionários perceberam a importância da sua atividade.

5. CONCLUSÃO

A implementação do sistema Kanban possibilitou a visão de erros e ineficiências inerentes aos processos de fabricação como o tempo de *setup*, as quantidades de estoques intermediário e final, a qualidade de armazenamento, além do planejamento e alocação dos recursos da produção, pois com redução dos estoques, os problemas antes ocultos pelos mesmos se mostraram desafiadores.

A equalização e a padronização da produção contribuíram para o processo de análises das ineficiências produtivas, que por sua vez contribuiu para a tomada de decisões importantes por parte da alta direção como a aquisição de novas máquinas, a escolha do perfil do funcionário para essa atividade e os ganhos de eficiência produtiva.

Com a aquisição e a dedicação exclusiva de uma nova máquina, conseguiu-se uma melhoria no processo de *setup* da máquina em aproximadamente 266%, uma vez que foi elaborado uma sistemática para que se realizasse o mínimo de preparações possíveis. Ainda com a aquisição da nova máquina conseguiu-se dedicar somente um funcionário para o processo de lavagem e montagem sem que os prazos de entrega fossem desrespeitados. Isso devido ao fato de que uma vez que o Mercado Kanban permanece sempre abastecido, o processo de lavagem e montagem tornou-se o novo gargalo. Por meio de um novo dispositivo de lavagem obteve-se um aumento na eficiência desse processo em torno de 300%.

Atribui-se ao sistema, portanto, a possibilidade de se observar novas oportunidades de práticas operacionais e de buscar alternativas para a diminuição ou eliminação de processos que não agregam valor ao produto, como movimentações e inspeções. Diante disso espera-se que os resultados possam proporcionar a busca pela melhoria contínua. Enfim, após as conquistas proporcionadas pela ferramenta Kanban, pode se observar um aumento na qualidade do aspecto visual do produto e o cumprimento dos prazos estabelecidos, proporcionando assim, a melhoria no atendimento ao cliente.

REFERÊNCIAS

- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. Just In Time MRPII e OPT Um Enfoque Estratégico. São Paulo: Atlas, 1993.
- COX III, F. J.; SPENCER S. M. Manual da Teoria das Restrições. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MOREIRA, D. A. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira, 1998.
- MOURA, R. A. Kanban: a simplicidade do controle da produção. São Paulo: IMAM, 2003.
- NAZARENO, R. R. Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta. 2003. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
- OHNO, T. O sistema toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- SHINGO, S. O sistema Toyota de Produção segundo o ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS. Bookman Companhia Editora Ltda, 1996.
- SLACK, N.; et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1999.
- TUBINO, D. F. Manual de planejamento e controle da produção. São Paulo: Atlas, 2007.

APÊNDICE A – APRESENTAÇÃO PARA TREINAMENTO

Slide 1

SISTEMA KANBAN DE PRODUÇÃO

A ferramenta do Jist-in-time de puxar a produção.

Slide 2

O QUE É? | FUNCIONAMENTO | REGRAS | CARTÃO | QUADRO | BENEFÍCIOS | DIFICULDADES

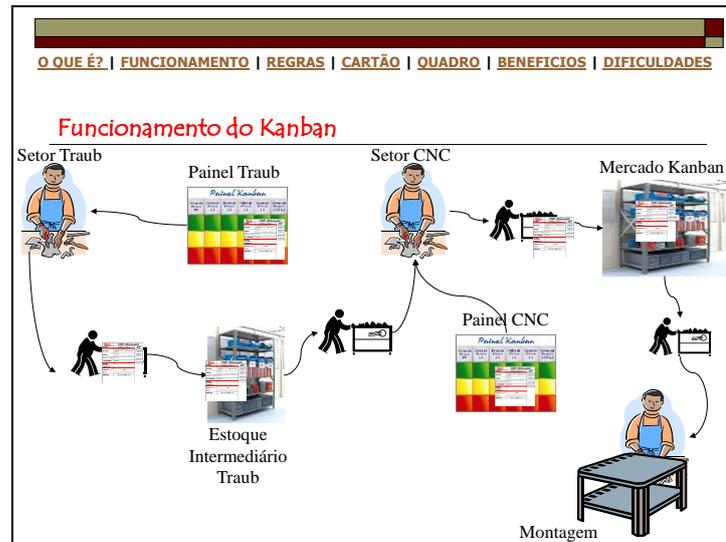
O que é Kanban

- Palavra de origem Japonesa que significa cartão.
- Sistema sinalizador que fornece instruções para produção
- Método para programação da *Produção Puxada*, que utiliza o auxílio de quadros e cartões.

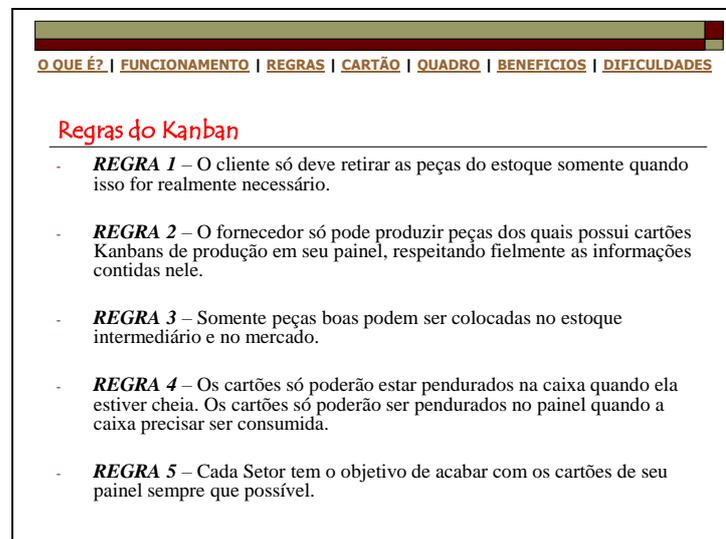
Produção Puxada: É a produção realizada de acordo com o que o cliente pede. Ela só começa quando o pedido do cliente é formalizado.



Slide 3



Slide 4



Slide 5

Q QUE É? | FUNCIONAMENTO | REGRAS | CARTÃO | QUADRO | BENEFÍCIOS | DIFICULDADES

Cartão Kanban

METAL SERVICE		CARTÃO SISTEMA KANBAN	
PRODUTO:	CORPO DA VÁLVULA 2,6	VISÃO	GRÁFICA
PROCESSO:	USINAR, FURAR LATERAL COM Ø 8,5mm, ESCARIAR O FURO E FAZER A ROSCA 1/8" NPT	USINAR CNC	
MATERIAL:	Ø60px Ø52 BARRA SEXTAVADA LATAO 22.23MM (P8)	FURAR LATERAL Ø 8,5mm	
TAMANHO DA BARRA:	3 METROS	ESCARIAR FURO	
QTD DE BARRAS:	3 BARRAS	FAZER ROSCA DE NPT	
MAQUINA:	CNC		
DISPOSITIVO/ FERRAMENTAL:	NA		
TAMANHO DO LOTE:	190 PÇ		
RETIRAR:	ESTOQUE INTERMEDIÁRIO COLUNA A		
ARMAZENAR:	MERCADO KANBAN BOX 7		
			

→ Nome do Produto ou Componente

→ Descrição do Processo: O que deve ser Feito (por escrito).

→ Descrição do Processo: O que deve ser feito (visão gráfica)

→ Descrição do Material a ser usado

→ Descrição do Tamanho da Barra

→ Qtde de Barras a serem usadas para dar a qtd de certo do lote

→ Quantidade a ser produzida por cartão ou por caixa

→ Local de onde o material deve ser retirado

→ Local onde o material deve ser armazenado

→ Código de Barras para controle do processo

Slide 6

Q QUE É? | FUNCIONAMENTO | REGRAS | CARTÃO | QUADRO | BENEFÍCIOS | DIFICULDADES

Quadro ou Painel Kanban

Painel Kanban					
Tampa da Válvula 10v	Corpo da Válvula 2,6	Porca da Válvula 2,6	Anilha da Válvula 2,6	Corpo da Válvula 5,2	Tampa das Válvulas 2,6 E 5,2
Condições Normais de Operação					
Ponto Crucial (Atenção)					
Ponto Fulminante (Urgência)					

REGRA 1: Os cartões deverão ser colocados no painel sempre de cima para baixo, ou seja, do verde para o vermelho.

REGRA 2: Os cartões deverão ser retirados do painel sempre de baixo para cima, ou seja, do vermelho para o verde.

REGRA 3: O objetivo de cada setor é manter seu painel vazio, ou seja, sem cartão.

Slide 7

O QUE É? | FUNCIONAMENTO | REGRAS | CARTÃO | QUADRO | BENEFÍCIOS | DIFICULDADES

Benefícios do Kanban

- **Benefício 1:** Melhoria da organização e armazenamento dos componentes fabricados.
- **Benefício 2:** Eliminação do tempo desperdiçado com contagem de peças.
- **Benefício 3:** Eliminação dos gastos de planejamento de Produção para válvulas.
- **Benefício 4:** Atendimento Imediato ao cliente.
- **Benefício 5:** Eliminação do tempo desperdiçado com cálculo de matéria-prima
- **Benefício 6:** Controle total dos estoques. Fácil percepção visual e fácil percepção para início de produção.
- **Benefício 7:** Melhoria da Qualidade do Produto devido a padronização.

Slide 8

O QUE É? | FUNCIONAMENTO | REGRAS | CARTÃO | QUADRO | BENEFÍCIOS | DIFICULDADES

Possíveis Dificuldades do Kanban

- **Dificuldade 1:** Comprometimento e participação dos funcionários perante as regras.
- **Dificuldade 2:** Estabilidade de projeto de produtos.
- **Dificuldade 3:** Fluxos produtivos bem definidos.
- **Dificuldade 4:** Demanda equalizada e estável.

Slide 9



A slide with a dark green header bar at the top. Below the header, there is a horizontal line. The main content of the slide is the text "SUGESTÕES OU PERGUNTAS?" in a large, bold, black serif font, centered on the page.

[O QUE É?](#) | [FUNCIONAMENTO](#) | [REGRAS](#) | [CARTÃO](#) | [QUADRO](#) | [BENEFÍCIOS](#) | [DIFICULDADES](#)

**SUGESTÕES OU
PERGUNTAS?**

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196