

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
MBA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO E LOGÍSTICA

RAFAEL RAMÃO TEIXEIRA TURATTO

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA KANBAM PARA SINCRONIZAÇÃO DA
PRODUÇÃO NUM AMBIENTE DE PLANEJAMENTO MRP NO SETOR DE
IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS DE UMA METALÚRGICA**

Porto Alegre

2011

RAFAEL RAMÃO TEIXEIRA TURATTO

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA KANBAM PARA SINCRONIZAÇÃO DA
PRODUÇÃO NUM AMBIENTE DE PLANEJAMENTO MRP NO SETOR DE
IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS DE UMA METALÚRGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para a obtenção do título
de Especialista em Produção e Logística, pelo
MBA em Gestão da Produção e Logística, da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Orientador: Prof. Francisco Duarte de Castro Ferreira Carmo

Porto Alegre

2011

Porto Alegre, 04 de Agosto de 2011

Considerando que o Trabalho de Conclusão de Curso do aluno Rafael Ramão Teixeira Turatto encontra-se em condições de ser avaliado, recomendo sua apresentação oral e escrita para avaliação da Banca Examinadora, a ser constituída pela coordenação do curso de especialização em Gestão da Produção e Logística.

Prof. Ms. Francisco Duarte C. F. Carmo

Professor Orientador

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a implementação de um sistema Kanban combinado com o sistema de planejamento da produção MRP existente no setor de implementos rodoviários numa empresa fabricante de máquinas e equipamentos para bebidas, visando uma sincronização do fluxo produtivo, melhorando o abastecimento de materiais, minimizando perdas de produção, aumentando a produtividade e garantindo o cumprimento dos prazos de entrega estabelecidos. A metodologia proposta busca identificar a aplicação de um sistema puxado de produção em conjunto com o MRP, na condição específica da empresa de baixo volume de produção e alta variedade de itens. O trabalho propõe, de forma piloto por três meses, a criação de cartões Kanban para os itens verificados como críticos de carretas que possuem similaridade de matéria-prima e que iniciam sua fabricação na sua totalidade em corte laser. Os resultados verificados no período de aplicação do modelo proposto mostram vantagens em termos de maior controle de produção, sincronia nas entregas dos itens manufaturados na linha de carretas, ganho de produtividade e maior confiabilidade na entrega dos produtos.

Palavras chave: Kanban, MRP, produtividade e sincronização da produção.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diferenças entre JIC e JIT.....	16
Figura 2: Funções e regras para a utilização do Kanban.....	18
Figura 3: Fórmula para determinação dos cartões Kanban.....	20
Figura 4: Exemplo de carreta (silo transportador de líquidos).....	29
Figura 5: Etapas para coleta de dados.....	29
Figura 6: Estrutura da carreta.....	34
Figura 7: Layout da fábrica Ziemann Liess.....	34
Figura 8: Fluxograma do processo de fabricação de acessórios.....	35
Figura 9: Roteiro de fabricação carreta.....	36
Figura 10: Separação dos itens de carretas por frequência e demanda.....	38
Figura 11: Aproveitamento de chapas do item Coluna.....	39
Figura 12: Cálculo custo unitário e setup.....	40
Figura 13: Definição itens Kanban e motivo da escolha.....	42
Figura 14: Carga de trabalho máquina laser.....	43
Figura 15: Definição dos grupos de itens por carreta.....	44
Figura 16: Cartão Kanban grupo 4 acessórios carretas.....	45
Figura 17: Exemplo de programa CNC padrão para grupo 4 Kanban.....	46
Figura 18: Média mensal de atraso de entrega das carretas entre 2007 e 2009.....	48
Figura 19: Controle de entrega de carretas 2010.....	48
Figura 20: Controle de entrega de carretas 2011 após Kanban.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOM's – Bill of Materials
CNC – Controle Numérico Computadorizado
CT – Centro de Trabalho
ERP – Enterprise Resource Planning
JIC – Just In Case
JIT – Just In Time
MP – Matéria-Prima
MRP – Material Requirements Planning
MRPII – Manufacturing Resources Planning
PCP – Planejamento e Controle da Produção
PIB – Produto Interno Bruto
PMP – Plano Mestre de Produção
SRT – Semi Reboque Tanque
STP – Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA E PERGUNTA DE PESQUISA.....	09
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.1 Objetivo geral.....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 JUSTIFICATIVA	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO EMPURRADO X PUXADO	14
2.2 SISTEMA KANBAN	17
2.3 SISTEMA DE PLANEJAMENTO MRP/MRPII	22
2.4 ESTRUTURA DE PRODUTO/LISTA DE MATERIAIS	24
2.5 PRODUTIVIDADE	24
3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	28
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	28
3.2 DEFINIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE	28
3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	29
3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	31
3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO	32
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	33
4.1 ESTRUTURA DE PRODUTO E FLUXO DE PRODUÇÃO CARRETAS	33
4.2 DEFINIÇÃO DOS ITENS CRÍTICOS	37
4.3 SISTEMA KANBAN	41
4.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	47
5: CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Com a concorrência cada vez mais acirrada do mercado atual, os clientes estão cada vez mais exigentes em relação à requisitos de qualidade, preço e prazo de entregas, com isso as empresas estão sendo induzidas a aperfeiçoar seus processos produtivos, visando à melhoria contínua, não para uma operação específica, mas sim do processo produtivo como um todo no que diz respeito à produção, logística, fluxo de materiais e de informação.

Para Shingo (1986) deve-se trabalhar na definição de um processo eficiente, pois é esse que permite atingir as principais metas de produção, enquanto as operações desempenham um papel suplementar. Tão importante quanto aplicar um processo que culmine na minimização de desperdícios, é necessário avaliar quão importantes os ganhos que esses processos geraram e se estão alinhados com a estratégia global.

Para Moayed e Shell (2009) um dos paradigmas mais discutidos na literatura atualmente e que interessa às empresas que estão em busca de maximizar o desempenho de seus processos é o Sistema de Produção Enxuta. Segundo Moura (2005), durante um longo período, o aumento das necessidades do mercado em grandes quantidades permitiu um crescimento contínuo das organizações sem haver necessidade de grandes controles, pois era suficiente somente produzir mais que o mercado absorvia. Porém atualmente essa realidade mudou, e é imperativo produzir melhor, com base nos conceitos de produção enxuta, ter um planejamento não mais voltado a sua produção interna, mas sim à demanda dos clientes, minimizando a utilização de máquinas, matéria primas e tempos necessários para a fabricação dos produtos para poder superar os concorrentes.

Esses aspectos acima citados estão levando as indústrias a utilizar técnicas de planejamento e controle de produção arrojadas para atender o mercado atual. Flexibilizar a produção para ter capacidade de responder rapidamente aos pedidos cada vez mais customizados e complexos se mostra importante no que tange à fidelização de clientes, permitindo estar a frente da concorrência.

Nos últimos anos, pode-se observar que a situação atual dos fabricantes de implementos rodoviários, devido à diversidade de necessidades dos clientes, onera o fluxo de produção, fato que mostra que os fabricantes vêm deixando a desejar em relação à capacidade de atender às demandas dos clientes. Sendo assim, a implantação de sistema Kanban e outras ferramentas *Lean* auxilia de forma importante na sincronização da produção, porém Anonymous (1999) destaca que para haver uma mudança na forma de planejar e adotar sistemas de produção orientados pela demanda, as empresas devem criar uma estratégia de

administração enxuta (*lean business strategy*), reformulando sua forma de produzir e o sistema de entrega do produto, para a aquisição e fabricação dos componentes, ou seja, produzir conforme a demanda.

Anonymous (1999) destaca que para se obter êxito na implantação de técnicas de produção enxuta, as mesmas requerem um alinhamento entre visão, cultura e estratégia da organização para atender os clientes com qualidade superior, baixo custo e menor tempo de entrega, já que o autor afirma que “a produção enxuta é uma filosofia que procura reduzir o tempo do pedido para a entrega, eliminando desperdícios que não agregam valor”.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA E PERGUNTA DE PESQUISA

Em tempos de desenvolvimento e constantes alterações na forma de fazer negócios, as empresas vêm procurando diferenciais. Neste contexto, a sincronização da produção está sendo reconhecida como uma forma de melhorar a competitividade, à medida que cada vez mais um suprimento de material eficiente gera prazos de entrega confiáveis, obtendo ganhos competitivos da organização frente aos concorrentes.

Utilizando um sistema de planejamento e controle empurrado, as atividades são programadas através de um sistema central (MRP)¹, e esse sistema planeja a produção a partir de uma previsão de demanda utilizando a lista de materiais com *lead time* fixo para calcular a quantidade de material necessária que deve ser fornecida pelo centro de trabalho (CT)² anterior. Esse centro empurra o trabalho para o CT posterior sem prever se o mesmo terá capacidade de absorver a demanda, podendo gerar descompasso entre o planejado e o real (SLACK, 1999). Como consequência da produção empurrada, há geração de estoques matéria prima, intermediários e de produtos acabados, além de gerar filas durante o processo produtivo.

Já o sistema puxado de planejamento da produção aparece para viabilizar a situação ideal de produzir somente a quantidade que o mercado, tanto interno quanto externo, solicita. Nesse sistema cada etapa posterior é cliente da etapa anterior, sendo que o processo anterior produz somente o necessário pelo posterior, ou seja, há um abastecimento do processo com exatamente os itens certos, na quantidade certa e na hora certa (MOURA, 1989). Segundo Harmon (1991) o sistema puxado é operacionalizado pela ferramenta Kanban que iniciou como um programa para controlar o fluxo da produção em todo o sistema de produção.

¹ MRP: *Manufacturing Requirements Planning* (Planejamento das Necessidades de Materiais).

² CT: Centro de Trabalho

O objetivo do Kanban é melhorar a produtividade e envolver a mão-de-obra, é usado como um sistema de controle do fluxo de material ao nível da fábrica (Kanban Interno) e que pode-se estender, em alguns casos, ao controle do material distribuído ou recebidos de fornecedores (Kanban Externo). Ele é usado também como um sistema que maximiza a produtividade, a partir de mudanças de equipamentos, métodos de trabalho e práticas de movimentação de material que utilizam o sistema de controle de material por cartões (kanbans) para identificar as áreas com problemas e avaliar os resultados das mudanças (MOURA, 2003).

Este trabalho trata da implantação de um sistema Kanban visando a sincronização da produção em uma ambiente de planejamento MRP no setor de implementos rodoviários da empresa Ziemann Liess, visando melhorar o abastecimento da linha, minimizando as perdas do processo e garantindo maior produtividade, redução de *lead time* e o aumento da confiabilidade das entregas. Pretende-se avaliar os resultados através da medição da produtividade em termos de horas de produção e comparação entre a data de entrega prevista e a realizada.

Este trabalho foi desenvolvido na Ziemann Liess, empresa fabricante de máquinas e equipamentos para indústria de bebidas, fabricando máquinas lavadoras de garrafas, tanques (xaroparias, filtrações, adegas, salas de cozimento) e pasteurizadores. Outra linha de produto é a de implementos rodoviários onde fabrica semi-reboques, silos e bi-trens que será estudada no presente trabalho. A Ziemann Liess teve um faturamento de cerca de R\$ 110 milhões em 2010, possuindo cerca de 340 funcionários efetivos e contrata funcionários temporários conforme necessidade já que possui uma demanda bastante sazonal. A empresa é parte do grupo Springer, porém o grupo alemão A. Ziemann GmbH, responsável pelo desenvolvimento de tecnologias de ponta para a indústria cervejeira mundial, permanece como acionista.

A empresa encontra-se em um mercado restrito no que tange às industriais de bebidas possuindo cerca de três concorrentes de maior porte, KHS Brasil, Kronos e San Martin, e tendo também poucos clientes, na sua maioria do mercado interno, destacando-se a Ambev, Cervejaria Petrópolis, Schincariol e Coca-Cola, sendo que esses clientes consideram acima de tudo qualidade e prazo de entrega como diferenciais competitivos. Neste mercado de bebidas, além do cliente enxergar como diferencial competitivo o prazo de entrega, para a empresa este prazo também é fundamental, pois em geral os clientes só efetuam o pagamento dos produtos 120 dias depois do material estar entregue em suas unidades. Já no que tange às carretas o mercado é amplo, e prazo de entrega e preço são os componentes mais importantes na tomada de decisão dos clientes. Os maiores concorrentes são Random, Rhodoss e Rodotécnica.

A Ziemann Liess trabalha basicamente com projetos customizados e a demanda é bastante sazonal, em geral havendo picos de produção entre março e outubro. A área de implementos rodoviários é onde pode se observar o maior número de itens padronizados, porém como a empresa trabalha em um sistema de produção empurrado planejado por sistema MRP, esses itens são trabalhados da mesma forma que os customizados. Como preço e prazo de entrega são os aspectos mais importantes na decisão de compra, a área fabril tem como meta produzir no menor tempo possível para entregar no momento esperado e ainda poder diminuir a previsão de preço de venda devido à menor utilização de horas.

Como problemas internos observados, verificou-se em diversas situações a falta de material na linha de carretas no momento da montagem, além de morosidade na movimentação de peças, que acarreta ociosidade gerando atrasos indesejados e conflitos internos devido a essa falta de componentes. Observa-se a necessidade de haver uma sincronização da produção utilizando um sistema Kanban visando minimizar as perdas observadas no processo para que seja minimizada a ação destas perdas e que se possam obter os ganhos de produtividade e nível de entrega dos produtos desejada. Desse modo surge o questionamento: Como sincronizar a produção na linha de carretas da empresa para melhorar o abastecimento de materiais e a empresa obter ganhos de produtividade e ter maior confiabilidade nas entregas?

1.2 OBJETIVOS

Na sequência estão expostos os objetivos geral e específicos do presente trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

O trabalho tem como objetivo geral implementar o sistema Kanban na linha de carretas da Ziemann Liess visando a sincronização da produção, melhorando assim o abastecimento de materiais, minimizando as perdas de produção, aumentando a produtividade e melhorando o cumprimento dos prazos de entrega estabelecidos.

1.2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos têm-se:

- a) Mapear a estrutura do produto e fluxo de produção das carretas;

- b) Definir itens críticos a serem fabricados pelo Kanban;
- c) Operacionalizar e implantar o sistema proposto;
- d) Mensurar a eficiência do sistema através de medição de produtividade e nível de atendimento dos prazos de entrega.

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Shingo (1996), a utilização do sistema Kanban tem como objetivo central obter produção no momento certo, com baixo custo e alta qualidade. Este sistema auxilia na identificação de problemas em processos de produção, tais como: tempo de *setup*, gargalos, qualidade, e *layout* inadequado para produção desejada. Para atingir esse objetivo, o sistema busca eliminar estoques entre os sucessivos processos e minimizar equipamentos, instalações ou mão-de-obra ociosa. O sistema pode também ser visto como uma estratégia para possibilitar melhorias na produtividade e na qualidade dos produtos e processos.

A área de implementos rodoviários da Ziemann Liess nos últimos anos vem investindo em novas tecnologias, dispositivos e equipamentos para obter maiores ganhos, tanto em custo quanto em produtividade e vem alcançando os objetivos esperados, porém atualmente observa-se que mesmo em períodos de alta demanda, há ociosidade de pessoas e de equipamentos devido a um desbalanceamento no suprimento de materiais na fábrica. Com base nas exposições acima, este trabalho justifica-se pelo fato que a implantação de um sistema de sincronização da produção através de um Kanban para itens críticos irá propiciar ao autor colocar em prática alguns conteúdos e conhecimentos aprendidos durante o curso de especialização, sendo uma oportunidade interessante de aprendizado e aplicação destes conteúdos estudados, e em especial, utilizar as conclusões obtidas diretamente na melhoria de sua atividade profissional na área de logística interna da Ziemann Liess, gerando também um referencial bibliográfico interessante por se tratar de um assunto em desenvolvimento.

Para a empresa, o presente estudo oferece a minimização de ineficiências do processo, tais como, ociosidade, irá aumentar a produtividade e vai garantir o atendimento dos projetos vendidos dentro dos prazos estabelecidos comercialmente. Estes fatores são chave para a sobrevivência da empresa no mercado.

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos: i) Introdução; ii) Fundamentação teórica; iii) Método, iv) Apresentação e Análise do Caso e v) Considerações Finais.

No capítulo 1 são feitos os comentários iniciais do trabalho, bem como apresentação do tema estudado, objetivos geral e específicos, justificativa do trabalho, e a estrutura do

trabalho. No segundo capítulo é feita uma revisão bibliográfica a respeito do tema, englobando Sistemas de planejamento da produção empurrado versus puxado, sistema Kanban e indicadores de produtividade, evidenciando conceitos importantes para a realização do estudo.

No capítulo 3 é realizado o relato do trabalho desenvolvido e a metodologia empregada, delineando a pesquisa, definindo a unidade de análise, apresentando as técnicas de coleta e análise de dados e evidenciando as limitações do método. O quarto capítulo enfoca os resultados da aplicação dos métodos descritos no capítulo anterior, contendo a apresentação dos resultados alcançados nos estudos bibliográfico e exploratório. Na seqüência são apresentados os dados obtidos relacionados ao processo em questão. Esta aplicação da metodologia gera informações que na seqüência serão analisadas e discutidas.

O capítulo 5 é constituído pelas principais conclusões do trabalho e as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Abaixo estão apresentados os tópicos que serão estudados para fundamentar a implantação do projeto de sincronização da produção de implementos rodoviários na Ziemann Liess através da aplicação do sistema Kanban no ambiente de planejamento MRP.

2.1 SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO EMPURRADO *VERSUS* PUXADO

O balanceamento entre a demanda externa e a produção interna é um dos maiores desafios para o planejamento e controle da produção, pois esse deve garantir que a operação fabril produza eficazmente para atender ao mercado. Nos últimos tempos, as mudanças na demanda dos clientes, exigindo prazos e preços cada vez menores, forçando os processos das empresas evoluírem. Essa necessidade de evolução no gerenciamento da produção mudou o gerenciamento dos estoques e a abordagem de sincronização da produção. Alguns paradigmas vêm sendo quebrados para que as empresas possam se enquadrar na realidade atual do mercado.

A alteração da relação entre a oferta e a demanda e o conseqüente acirramento da concorrência gerou uma necessidade de melhoria nos processos para a empresa se manter no mercado. Essa necessidade criou uma tendência internacional por otimização de processos produtivos visando reduzir custos e aumentar a capacidade produtiva. Neste ambiente surge o Sistema Toyota de Produção (STP), que segundo Shingo (1996) prega a produção abastecida no momento certo, com a quantidade certa, utilizando somente a quantidade necessária de insumos e sem geração de estoque. Este sistema foi desenvolvido pela empresa Toyota Motor Company, e visa desenvolver processos produtivos consistentes, que transformem matérias-primas em produtos acabados buscando atender as necessidades dos clientes com a maior qualidade e pontualidade possível (OHNO, 1997). O STP além de satisfazer seus clientes, busca uma maneira eficaz de usar os recursos produtivos para a fabricação de produtos de forma econômica para obter lucratividade.

Antunes Junior (1994 *apud* SELLITTO, 1999) apresenta dois paradigmas da produção, sendo esses o Just in Case (JIC) e o *Just in Time* (JIT). O JIC é considerado um sistema empurrado de produção, onde a produção é planejada para ocupar a máxima capacidade dos recursos, antecipando a demanda futura sob a forma de estoque intermediário. Utilizando máxima capacidade sempre, não há esforços para balancear as capacidades nem

eliminar variabilidade, gerando normalmente má utilização dos recursos. Já o JIT exige que a produção esteja balanceada, atua na diminuição da variabilidade do processo e atribui pequenos estoques intermediários de material antes de cada centro produtivo, visando estar preparado para proteger o processo de incertezas e reduzir a variabilidade. Esses pequenos estoques em processo durante todo o processo não garantem proteção completa às incertezas no que tange ao fluxo de materiais, já que se houver alguma parada significativa de alguma máquina ou processo gargalo, esses pequenos estoques são insuficientes para garantir o suprimento do processo produtivo.

O JIT atribui a todos os postos de trabalho a mesma importância, busca a melhoria contínua e a eliminação de desperdícios através de ferramentas e técnicas de resolução de problemas. Para Ohno (1997), o JIT visa ter insumos para a produção somente no momento do uso e na quantidade certa. Uma empresa que estabelece este fluxo pode chegar o estoque zero. Becker (2001 *apud* SCHNEIDER, 2005) afirma que o objetivo do JIT é diminuir o tempo entre pedido e entrega diminuindo o desperdício.

O sistema puxado tem como ponto de partida a demanda do cliente (AHLSTROM e KARLSSON, 2000). Ghinato (2000) complementa afirmando que o ritmo da demanda do cliente repercute em toda a cadeia de valor, através da informação de produção que flui entre todos os processos, sendo fabricado somente o que foi vendido.

De acordo com Goldratt (1991), no sistema JIC o ritmo do processo de produção é ditado pela capacidade excedente do primeiro processo, gerando proteção para as vendas e custos de inventário muito altos. Antunes Junior (1998) afirma que o sistema empurrado de produção é coerente com o sistema de concorrência entre as empresas que vigorava na época que a oferta que a indústria disponibilizava era menor que a demanda, ou seja, os clientes absorviam mais do que as empresas podiam produzir.

Segundo Spearman *et al* (1990), o sistema JIC trabalha com o sistema de metas, ou seja, a empresa produz o que está planejado e oferece a mercadoria ao consumidor, enquanto o JIT trabalha com um sistema de pesquisa em relação às necessidades dos clientes, com isso, atraindo o consumidor. A Figura 1 apresenta algumas diferenças entre os dois sistemas em termos da forma de operar.

JIC	JIT
Estoques Elevados	Estoque Zero
Grandes Lotes de fabricação	Lotes Unitários
<i>Setup's</i> elevados	<i>Setup's</i> rápidos
Vários fornecedores	Parceria com fornecedores
Manutenção Centralizada	Manutenção Compartilhada
Linha de Produção	Células de Manufatura

Figura 1: Diferenças entre JIC e JIT
 Fonte: adaptado de Spearman *et al* (1990)

De acordo com Spearman *et al* (1990), os sistemas de controle de produção são divididos em sistemas de “puxar” e de “empurrar”. Os autores afirmam que em sistemas de empurrar, a produção é iniciada a partir de uma informação de planejamento que faz uso de previsões de demandas futuras. Neste caso, a produção é iniciada antes mesmo de ocorrer a demanda, pois de outra maneira, os produtos não podem ser entregues dentro do prazo estabelecido com o cliente. Já o sistema de puxar a produção, a produção inicia somente quando a demanda ocorre de fato, sendo disparada por um sistema de controle descentralizado. Para evitar longos tempos de espera, as peças e produtos acabados devem ser estocados em *buffers* ou pulmões.

Slack (1999) entende que há dois pontos de vista na questão das vantagens e desvantagens do sistema JIT e JIC, sendo o primeiro em relação à habilidade do sistema em atuar com ambientes complexos, e os segundo combina as características de volume e variedade do processo, assim como o nível de controle requerido.

O *Just in Time*, caracterizado por um sistema de planejamento e controle puxado de produção, apresenta dificuldades em ambientes de alta complexidade, se mostrando mais eficiente em situações de estruturas de produto mais simples, com demanda relativamente previsível e fluxo de materiais claramente definidos. A necessidade de demandas regulares e estabilidade de projeto dos produtos se deve à viabilidade da montagem dos Kanbans, pois se houverem mudanças regulares na estrutura ou quedas acentuadas na demanda, há eminente risco de ter itens estocados parados, obsoletos e até mesmo serem extraviados.

Em ocasiões de estrutura complexa e demanda instável, recomenda-se utilizar o *Just in Case* ou sistema empurrado de planejamento e controle da produção, associado a um sistema de Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) que dimensiona as quantidades exatas

a produzir e com um roteiro de fabricação estruturado, e de certa forma, seria também um JIT (CORRÊA e GIANESI, 1993).

Slack (1999) destaca que dependendo das características do sistema produtivo, os dois sistemas podem coexistir, desde que suas vantagens sejam preservadas e exploradas. Uma utilização combinada dos sistemas JIC e JIT em um mesmo processo produtivo pode contribuir em diversos aspectos:

- eliminar a necessidade de geração de ordens de produção entre setores fabris;
- otimizar o controle de estoques em processo;
- simplificar a lista de materiais fazendo com que o produto tenha menos níveis do que num sistema MRP convencional;
- simplificar informações necessárias dos roteiros e processos;
- reduzir *lead time* e estoque em processo;
- elevar nível de controle nos Centros de Trabalho (CT's) e
- preservar um planejamento futuro com possibilidade de programação de fornecedores.

2.2 SISTEMA KANBAN

Kanban é uma palavra japonesa que significa literalmente registro ou placa visível. O sistema Kanban de fornecimento de peças permite uma logística mais rápida, com estoques nivelados e a solicitação de somente o que se precisa. Ohno (1997) afirma que o Kanban é uma ferramenta desenvolvida para colocar em prática os conceitos de controle, nivelamento da produção, e minimização dos estoques de produtos intermediários e finais. Segundo Slack (2002) o controle através de Kanban é um método de operacional o sistema de planejamento e controle puxado, utilizando cartões que contém informações dos materiais para realizar as operações de movimentação e abastecimento, tornando-se uma forma simples de um cliente interno avisar seu fornecedor interno sobre a necessidade de envio de material.

O sistema Kanban pode ser definido como um método para redução do tempo de espera, reduzindo estoques, melhorando a produtividade e interligando as operações em um fluxo contínuo ininterrupto. É uma ferramenta de controle concebida para operar no chão de fábrica, utilizando um sistema de realimentação visual por cartões de demanda circulantes, os cartões Kanban, sendo esses, são considerados apenas meios pelo qual o transporte, a produção ou o fornecimento é autorizado, ou seja, a produção anterior só opera quando o

processo seguinte usar todas as peças disponíveis. A premissa básica do Sistema Kanban está na possibilidade de puxar os itens da linha de produção a partir da demanda final, por meio de cartões indicativos que fornecem informações a respeito do produto ou item em questão (SHINGO, 1996).

A produção puxada é disparada e viabilizada através do Kanban, um sistema de sinalização, que informa ao processo anterior, o que, quanto, e quando produzir (GHINATO, 2000). Shingo (1996) destaca que o Kanban é uma ferramenta já testada e de comprovado sucesso no que tange a forma de ordenar e informar a realização das atividades de manufatura em produtos preferencialmente de demandas constantes e com estrutura de produto consolidada. O autor considera o sistema Kanban uma metodologia de administração de materiais e controle da produção, sendo concebida para operar em ambiente fabril.

Moura (1989) salienta que o sistema de puxar a produção aplicando o sistema Kanban é de fácil implantação, tende-se em alguns momentos por descartar esse sistema simples de programação sem uma análise mais profunda de sua aplicabilidade, ou também, implantar o sistema sem verificar as regras necessárias de implantação e executar um mau dimensionamento.

De acordo com Ohno (1997), existem seis regras básicas que devem ser seguidas antes da implantação de um sistema Kanban, caso contrário, a eficiência do sistema fica comprometida. A Figura 2 apresenta como o autor relaciona as funções do Kanban em termos das seis regras:

Funções do Kanban	Regras para utilização
1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar	1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo kanban no processo precedente.
2. Fornecer informação sobre a produção	2. O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicada pelo kanban.
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo	3. Nenhum item é produzido ou transportado sem nenhum kanban.
4. Servir como ordem de fabricação afixada às mercadorias	4. Serve para afixar um kanban às mercadorias.
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que o produz	5. Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livre de defeitos.
6. Revelar problemas existentes e mantém o controle de estoques	6. Reduzir o número de kanbans aumenta sua sensibilidade ao problema

Figura 2: Funções e regras para a utilização do Kanban
Fonte: Ohno (1997), p.48.

O objetivo central do sistema Kanban é obter produção no momento certo, com baixo custo e alta qualidade. Este sistema auxilia na identificação de problemas em processos produtivos, tais como: tempo de *setup*, gargalos, qualidade, manutenção efetuada em maquinário e *layout* impróprio para produção desejada. Para atingir isto, o sistema busca eliminar estoques intermediários entre os sucessivos processos e minimizar equipamentos, instalações ou mão-de-obra ociosa. O sistema pode também ser visto como uma estratégia para possibilitar melhorias na produtividade e na qualidade dos produtos e processos produtivos (SHINGO, 1996).

De acordo com Tubino (2000), no sistema Kanban de puxar a produção, não há produção alguma até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de determinado item. Nesse caso, a programação da produção usa as informações do Plano Mestre de Produção (PMP) para emitir ordens apenas para o último estágio do processo produtivo, normalmente a montagem final, assim como para dimensionar as quantidades de Kanbans em estoque no processo, acionando diretamente o processo para que os cartões Kanban dos itens consumidos sejam fabricados e repostos aos estoques. O sistema Kanban, agindo dessa maneira, simplifica muito as atividades de curto prazo desempenhadas pelo PCP nos processos repetitivos em lotes, delegando-as aos próprios colaboradores do chão-de-fábrica, que além de desempenhar suas tarefas operacionais, passam a executar as atividades de administração de estoques, seqüenciamento, emissão, liberação e acompanhamento e controle das ordens referentes a um programa de produção.

Conforme Moura (2005), existem diferentes técnicas de abastecimento dos Kanbans. Os Kanbans funcionam bem em ambientes de baixo *mix* e alto volume, quanto de alto *mix* e baixo volume, porém para que funcione a contento deve-se usar a técnica adequada para cada ambiente, ou seja, considerando o Kanban dependente ou independente. O Kanban dependente do produto oferece um sinal visual de quando é o momento de produzir algo, mas não informa o que fazer nem como fazer, função esta exercida em geral por sistemas MRP. A técnica funciona da seguinte forma: quando o cliente puxa um material a partir de seu Kanban, o funcionário do chão-de-fábrica da linha de produção puxa material em seu posto de trabalho. O processo tem seqüência até que o Kanban do processo final é puxado. O Kanban vazio no posto de trabalho inicial é o sinal para iniciar a produção de outro item. O autor afirma que a vantagem dessa técnica é que ela não exige um pouco de cada insumo em cada posto de trabalho, enquanto a desvantagem está na dificuldade de explicar e do operacional entender.

O sistema Kanban tradicional emprega painéis ou quadros de sinalização, chamados de painéis porta-Kanban, junto aos pontos de armazenagem espalhados pela produção, com o objetivo de sinalizar o fluxo de movimentação e consumo dos itens a partir da fixação dos cartões Kanban nesses quadros. Esses elementos de visualização representam o conceito mais amplo de gerenciamento visual da fábrica com a colocação de dispositivos de sinalizações (*andons*) por todo o processo produtivo. Esses pontos de armazenagem são chamados de “supermercados” de itens. Cada supermercado de itens espalhado pelo sistema produtivo da empresa possui um painel porta-Kanban correspondente. Olhando para um centro de trabalho ou célula isoladamente, a mesma estará relacionada a dois supermercados. Um deles é o supermercado de entrada, onde estão as matérias-primas e peças necessárias para a execução de suas atividades produtivas, com seu respectivo painel de requisição. O outro é o supermercado de saída, onde estão os itens acabados executados por essa estação de trabalho, com seu respectivo painel porta-Kanban de produção (TUBINO, 1999).

De acordo com Shingo (1996), o Kanban deve ter duas funções básicas que são: instruir para a fabricação, informando o processo anterior que item produzir, e em qual quantidade para atender o processo subsequente, ou ainda, instruir a retirada de material de um supermercado, autorizando a movimentação de material para abastecer o processo seguinte. O autor salienta que é necessário tomar cuidado com o número excessivo de cartões Kanban, e conclui que foram desenvolvidas fórmulas para a determinação do número de Kanban que consideram a previsão de demanda, tempo de processamento das peças e o tempo de espera entre processos.

Tubino (2000) avalia em dois aspectos distintos a determinação do número de cartões: o tamanho do lote para cada cartão e o número total de contenedores por item, estipulando os níveis de estoques do item no sistema. A determinação da quantidade dos cartões será em função dos tempos de reposição, o tempo de movimentação dentro do sistema e do incremento de um fator de segurança projetado relacionado com o estoque de segurança. A fórmula de Tubino está expressada abaixo na Figura 3:

$$N = \left[\frac{D}{Q} \cdot T_{prod} \cdot (1 + S) \right] + \left[\frac{D}{Q} \cdot T_{mov} \cdot (1 + S) \right]$$

Figura 3: Fórmula para determinação dos cartões Kanban
Fonte: Tubino (2000)

Marchwinski e Shook (2003) explicam a lógica de funcionamento do sistema Kanban da seguinte forma: O Kanban para fabricação do produto e o de retirada devem trabalhar em conjunto para que haja criação de um sistema puxado, onde em um processo posterior, um operador remove um kanban de retirada ao usar o primeiro item de uma embalagem. Esse kanban vai para a caixa de coleta mais próxima e é recolhido por um movimentador de materiais. Quando ele retornar para a área de estoque no fluxo anterior, o kanban de retirada é colocado novamente na caixa de peças para entrega no processo posterior. Quando esta caixa é retirada da área de estoque, o kanban de fabricação é removido e colocado em outra caixa de coleta. O movimentador de materiais trabalhando no processo em um fluxo anterior retorna este kanban para aquele processo, sinalizando a necessidade de produção de uma nova caixa de peças. Desde que nenhuma peça seja produzida ou movimentada na ausência de um kanban, um verdadeiro sistema puxado estará sendo mantido. Sendo assim, pode-se afirmar que todas as embalagens ou insumos de um sistema puxado devem ter um cartão *kanban*, e somente ele é a autorização para seu manuseio ou indicação de início ou parada de produção de uma peça.

Tubino (1999) divide os Kanbans em vários tipos, tais como, Kanban fornecedor, de transporte, de movimentação, porém para o presente estudo o tipo de Kanban mais relevante a ser estudado é o Kanban de produção. O Kanban de produção é um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em supermercado. A informação contida nesse tipo de Kanban geralmente inclui número e descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além da destinação para onde os componentes devem ser enviados depois de produzido.

Conforme já visto anteriormente, o sistema Kanban se aplica com maior eficiência em processos com projetos estruturados, de baixo volume e com demanda contínua, porém mesmo em uma produção com uma grande variedade de itens, que teoricamente devíamos descartar a implantação do Kanban devido às limitações de um sistema puxado, se for efetuado um estudo do consumo dos itens, pode haver possibilidade de utilização do sistema. Deve-se analisar a demanda dos itens considerando a lógica de Pareto, pois assim dependendo do processo e produto pode-se identificar que um pequeno número de itens tem grande representatividade na demanda, onde desta forma, torna-se possível aplicar o Kanban. Desta forma, mesmo em uma produção com grande variedade de itens existe uma fração dos mesmo que pode ser controlada via sistema Kanban, sendo que os demais continuam controlados pela lógica da produção empurrada via MRP (SCHELLE, 2004).

Outro ponto a ser destacado é o cuidado com a dinâmica de dimensionamento na aplicação de sistemas puxados, se referindo a definição do tamanho e número de lotes no planejamento de itens com demanda dependente, sendo esse feito pelo Plano Mestre de Produção (PMP). Sendo assim, o número de Kanbans é uma variável relacionada a demanda dos produtos acabados, necessitando um redimensionamento do mesmo a cada situação de variação expressiva da demanda visando garantir um melhor funcionamento do sistema (SCHELLE, 2004). Antunes Junior (1998) conclui que o sistema kanban se diferencia dos sistemas tradicionais de planejamento como o MRP, pois o Kanban é uma ferramenta de programação e controle da produção que objetivamente visa, de forma sistemática e permanente, a chamada sincronização da produção, colocando os centros de trabalho (CT's) em um ritmo estabelecido pela demanda. Outro fator que diferencia esse sistema é que o mesmo funciona como um sistema de informação que visa gerir a produção e materiais através da interligação dos vários centros produtivos no chão-de-fábrica.

Tubino (2000) comenta que qualquer que seja o tipo de Kanban utilizado, o princípio é sempre o mesmo, isto é, o recebimento de um Kanban dispara a produção ou o fornecimento de uma unidade ou de um contenedor-padrão de unidades. Se dois Kanbans são recebidos, é disparado o transporte, a produção ou o fornecimento de duas unidades. Os Kanbans são apenas os meios pelos quais o transporte, a produção ou o fornecimento podem ser autorizados. Algumas organizações utilizam “quadrados Kanban”, que significam espaços demarcados no chão-de-fábrica, desenhados para restringir um ou mais contenedores ou peças de trabalho. A existência de um quadrado vazio dispara a produção no estágio que abastece o quadrado. Há dois procedimentos que podem governar o uso dos Kanbans. Eles são conhecidos como sistema de cartão único e sistema de dois cartões. O primeiro é mais utilizado, pois é mais fácil de operar e utiliza somente o cartão de produção. Já no segundo tipo, adiciona-se o de movimentação.

2.3 SISTEMA DE PLANEJAMENTO MRP/MRP II

Com a evolução dos processos e a necessidade das empresas de ter níveis mínimos de inventário em processo, e a partir da disponibilidade de suporte computacional de grande porte, foram desenvolvidos o MRP (Planejamento das Necessidades de Material) e o MRPII (Planejamento dos Recursos de Manufatura). Conforme Samson (1991 *apud* SELLITTO, 1999), o MRP/MRP II é um sistema de processamento de grande quantidade de dados, traduzindo ordens de produção e previsões em um programa de produção, requisitos de

capacidade fabril, recursos financeiros e compras. As informações vêm da estrutura de produto e são formatadas e calculadas a partir de um roteiro onde, inicialmente, parte-se das necessidades de entregas (quantidade e datas); as datas de início e fim da produção são calculadas para trás no tempo a partir da data final; e após são determinados os recursos e quantidades necessárias de insumos e mão-de-obra para cada etapa. O sistema de planejamento e controle MRP se baseia no princípio do cálculo das necessidades dos recursos nas quantidades e nos momentos certos. Seus objetivos são permitir o cumprimento dos prazos de entrega de produção com a mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção dos itens componentes (CORRÊA e GIANESI, 1993).

Corrêa e Gianesi (1994) explicam o funcionamento dos sistemas MRP que inicia partindo de um plano de produção de um produto final, gerando um plano de compra de insumos e um plano de produção para os componentes a serem fabricados, efetuando o encadeamento datas e recursos a partir da estrutura do produto e do roteiro de fabricação. Tendo a informação da necessidade bruta de material e o estoque disponível, gera-se as necessidades líquidas de compra ou fabricação, cuja data de necessidade será programada para exatamente a data da sua necessidade menos o *lead time* do suprimento. A estrutura básica dos sistemas MRP tem os seguintes módulos:

- Planejamento agregado de produção: estabelece o nível agregado de capacidade e estoque, utilizando uma previsão de demanda agregada;
- Planejamento mestre de produção: a partir de um período definido, estabelece um plano de produção para produtos finais;
- Cálculo das necessidades de materiais: estabelece a posição de produção e estoque por período de cada item de matéria-prima, produto semi-acabado e produto acabado;
- Cálculo de necessidade de capacidades: define a capacidade produtiva interna ou externa para atender às necessidades dos materiais;
- Controle de chão-de-fábrica: define o seqüenciamento das ordens de produção por período pelos centros de trabalho no chão-de-fábrica.

Goldratt (1998) enfatiza a importância do MRP/MRPII no gerenciamento da produção, pois foi possível aproveitar sua estrutura de dados já compilados computacionalmente para a implantação de sistemas mais modernos e avançados de gerenciamento.

2.4 ESTRUTURA DE PRODUTO/LISTA DE MATERIAIS

Corrêa e Gianesi (1994) atestam que nesse contexto dinâmico e incerto, é muito difícil para os gestores efetuarem uma administração da produção de modo eficiente. Visando auxiliá-los, diversas técnicas de gerenciamento da manufatura surgiram nos últimos anos, destacando-se o *Manufacturing Resources Planning* (MRP II), *Just-in-Time* (JIT), Kanban, sendo essas as principais.

Esse ambiente competitivo agressivo é gerado por fatores externos as companhias, tais como: mercado, governo, globalização e concorrentes. A situação interna é agravada em empresas que operam no sistema de produção intermitente sob encomenda, como na empresa que está sendo elaborado este trabalho, apresentando os seguintes problemas: (i) falta de conhecimento do produto por todos os departamentos da organização, em virtude da diversificação da produção imposta pela incerteza da demanda; (ii) variação brusca no volume de produção; (iii) freqüentes solicitações de postergações ou antecipações das encomendas; (iv) baixo índice de padronização dos componentes; (v) alterações constantes no projeto do produto; (vi) alta prioridade do cumprimento de prazos; (vii) incerteza quanto ao prazo de entrega dos suprimentos.

Porém, pouca importância é atribuída a um elemento presente em todas essas técnicas: a lista de materiais (*Bill of Materials*). A lista de materiais constitui a base do sistema de informação usado na gestão da produção e no controle do inventário. A lista de materiais elaborada pela Engenharia do Produto representa a forma pela qual o produto foi projetado. Não são considerados aspectos referentes a vendas, planejamento e fabricação, custo, expedição do produto, entre outros. Prevalece apenas a ótica de necessidade do departamento de projeto, ou seja, a lógica da engenharia. A lista de materiais é um dos principais elementos para a integração dos sistemas de manufatura, porque ela flui por quase todos os departamentos de uma empresa. Deste modo, é importante a criação de um modelo de lista de materiais mais adequado às necessidades de todos os departamentos, levando em conta as peculiaridades, os tipos de sistema e a estrutura organizacional da empresa (SPEARMAN, 1990).

2.5 PRODUTIVIDADE

Medir a produtividade de uma atividade ou processo significa medir a eficiência com que o processo atende aos anseios dos clientes, tanto internos quanto externos. Deve-se ter

uma definição clara para "produtividade". O conceito é simples e pode ser expresso, como o faz Byrne (1991 *apud* Araújo, 1997), como sendo a razão entre o *output* real produzido e o *input* real consumido, onde: *Output* é uma medida do trabalho realizado por uma atividade (por exemplo, número de caminhões carregados, quantidades de peças fabricadas, etc.) e *Input* é uma medida do recurso consumido para realizar o trabalho (por exemplo, homem-hora ou horas de operação do maquinário). Duas questões, colocadas por Byrne (1991 *apud* Araújo, 1997), devem ser cuidadosamente verificadas por aqueles que buscam desenvolver sistemas de medição da produtividade: (1) O *output* produzido possui valor; não se trata necessariamente de "esforço gasto sem necessidade" e (2) Tanto o *output* produzido quanto o *input* consumido não podem ser afetados por mudanças monetárias.

A medição da produtividade é um dos principais requisitos para a otimização do processo produtivo, pois permite identificar o uso inadequado dos recursos (MACHADO *et al.*, 1996). Seja qual for a técnica escolhida de mensuração de produtividade, segundo SANTOS *et al.* (1996), para se atingir um diagnóstico do processo de produção, o que vale é registrar o que o trabalhador está fazendo no exato momento da observação, sem se importar sobre o que ele fez um instante atrás ou o que vai fazer no instante seguinte.

A produtividade é medida pela fração entre o que foi produzido e os insumos utilizados num determinado período de tempo, normalmente nas indústrias esse período se dá em horas de produção. De acordo com Contador (1997), o aumento da produtividade pode ser conseguido através de dois meios: via capital ou via trabalho. Via trabalho, este aumento é atingido por meio de técnicas de estudo de metodologias de trabalho, fazendo com que o operário produza mais trabalhando menos. Já pela via capital, este aumento ocorrerá por intermédio da aquisição de máquinas e equipamentos mais produtivos, de forma que possa substituir diversas máquinas obsoletas e colaboradores do chão-de-fábrica. Já para Byrne (1991 *apud* Araújo, 1997), a produtividade pode ser aumentada de três maneiras: reengenharia do processo em si, melhoria da utilização dos recursos e aumento do desempenho através de metas ou outros incentivos, tais como, participação nos lucros. A medição é feita de duas formas: produtividade técnica (relação entre a saída física e a quantidade de fatores utilizados) e produtividade econômica (monetização dos recursos físicos empregados e os resultados econômicos obtidos).

Cunha *et al* (2002) dividiram em três modelos clássicos a avaliação de produtividade, explicados abaixo:

a) Produtividade de Fator simples: quando relaciona alguma medida de produção a somente um dos insumos usados no processo produtivo, tais como: capital, máquina, energia, homem, sendo este último o mais referenciado nas medidas de produtividade parcial.

b) Produtividade de Valor Agregado: baseia-se no conceito de agregação de valor, cuja produtividade é medida pela relação entre o valor agregado e os diversos recursos de produção utilizados. Como utiliza em seus cálculos somente valor monetário, fica eliminada a possibilidade de determinar a produtividade técnica, sendo assim, seus indicadores são utilizados no âmbito de produtividade econômica.

c) Produtividade de Fator Total: quando são considerados simultaneamente mais de um insumo (geralmente mão-de-obra e capital) combinados. Severiano Filho (1999) ampliou a abrangência dessa medida, criando o conceito de “produtividade múltipla dos fatores” para designar a relação entre alguma medida de produção e todos os possíveis fatores de produção: capital, trabalho, matérias-primas, energia.

Para Contador (1995) o objetivo principal de se estabelecer um sistema de medição de produtividade para uma determinada atividade ou processo é prover a informação necessária para melhorar a produtividade, a alocação de pessoas e o desempenho do trabalho. Torna-se importante monitorar os resultados, compará-los com dados históricos, mensurar o desempenho dos operadores, acompanhar os progressos obtidos e até mesmo auxiliar o processo de avaliação de empregados. Convém ressaltar a diferença entre desempenho (*performance*) e produtividade (conforme apresentado anteriormente, *output* contra *input*). Desempenho é uma medida do nível individual de capacidade e esforço, é a razão entre o *output* real e o *output* padrão. A definição dos padrões de desempenho é importante para a manutenção do nível desejado de produtividade. Esta definição pode ser feita a partir de diferentes técnicas, tais como, estudo de tempos e movimentos, cálculo de estimativas ou metas de produtividade ou médias históricas.

Os tempos observados são classificados em três categorias: tempos produtivos, auxiliares e improdutivo. São consideradas como atividades produtivas as que agregam valor ao produto (por exemplo, montagem de componentes em metalúrgicas). As auxiliares são as atividades que dão suporte para que o processo de produção se desenvolva normalmente (por exemplo, transporte de matéria-prima). As atividades improdutivo são as que representam as perdas no processo (por exemplo, retrabalhos e absenteísmo). SANTOS *et al.* (1996) e SERPELL BLEY (1993) explicam que na literatura técnica sobre medição de produtividade há uma tendência que seja aceito que a distribuição normal dos tempos produtivos, auxiliares

e improditivos seja igualmente dividida, ficando cada um com percentual que varia de 20 a 40% (em média 33%), respectivamente.

Contador (1995) desenvolveu um método que visa um rápido aumento da produtividade fabril, aplicável principalmente à indústria brasileira de manufatura (responsável por 17% do PIB), fundamentado exclusivamente na redução ou eliminação do tempo inativo do homem, da máquina e do material, que é a grande causa da ineficiência. A metodologia exige a utilização de apenas cinco das mais simples, elementares e conhecidas técnicas e conforme o estudo do autor é aplicável às vinte situações mais frequentes (objetos de estudo) na indústria de manufatura.

Sua aplicação e a implantação das medidas dele decorrentes são feitas com extrema facilidade e, por isto, os resultados surgem rapidamente, atingindo seu maior objetivo: proporcionar aumento da produtividade fabril em curto espaço de tempo. Na sequência segue as doze causas que devem ser atacadas para concretização do método: (i) redução dos tempos inativos causados por troca de turno; (ii) por refeição; (iii) por troca de produtos; (iv) redução dos tempos improditivos acarretados por causas mais importantes; (v) por espera pelo serviço de manutenção (vi) por espera pelo serviço de preparação; (vii) por espera pelo operador (viii) por causas não apontáveis pelos procedimentos usuais; (ix) redução das atividades improditivas; (x) redução das atividades produtivas executadas num ritmo improditivo; (xi) redução do tempo de espera do material em processamento pela redução do tamanho do lote de fabricação; e (xii) redução do tempo do material em processamento pelo aumento da velocidade de manufatura.

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma proposta estruturada de operacionalização de um modelo a ser proposto visando a sincronização da produção na linha de implementos rodoviários. O capítulo tem início apresentando o delineamento da pesquisa, na seqüência serão especificadas as técnicas de coleta e análise dos dados coletados para a realização do trabalho e as limitações do método proposto levando em conta às particularidades da empresa. Por fim, apresenta-se um cronograma de implementação da sistemática proposta.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Uma pesquisa científica pode ser classificada quanto à natureza, a forma de abordagem do problema, objetivos, e procedimentos técnicos. Este estudo aborda o problema de forma quantitativa, pois trabalha com dados reais e indicadores de desempenho; em relação ao objetivo, o estudo é explicativo, uma vez que busca explicar as causas e razões do problema apontando soluções tangíveis. A pesquisa foi realizada pelo próprio autor dentro do ambiente fabril da empresa.

3.2 DEFINIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE

A pesquisa será realizada junto à empresa Ziemann Liess Máquinas e Equipamentos LTDA na sua área fabril, especificamente no setor de implementos rodoviários. Esta empresa foi escolhida para servir de base para esta pesquisa, já que nesta há disponibilidade de dados reais para serem coletados pelo autor, e por haver interesse da empresa na solução da problemática proposta visando minimizar perdas, e conseqüentemente buscando lograr ganhos com a implantação da proposta do presente trabalho. A Figura 4 mostra o produto carretas após pronto para ilustrar ao leitor sobre que tipo de implemento rodoviário é produzido na empresa.



Figura 4: exemplo de carreta (silo transportador de líquidos)

Fonte: www.zl.ind.br. Acessado em 24 de junho de 2011

3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Segundo Oliveira (1997), a escolha do método e técnica utilizada, depende do objetivo da pesquisa, dos recursos financeiros disponíveis, da equipe e elementos no campo da investigação. A coleta de dados no presente projeto foi realizada basicamente em três etapas conforme apresentado na Figura 5.

Fases para coleta de dados	Objetivos	Frequência e Período
Acompanhamento do processo de fabricação e abastecimento de materiais na linha.	Verificar andamento atual do processo para apontar pontos de melhoria.	Diariamente durante a execução do projeto.
Mapeamento da estrutura do produto e planejamento via MRP.	Entender o processo de planejamento atual e encadeamento dos itens na estrutura do produto.	2 reuniões com o PCP, projetista, supervisor da linha e gerente da produção de carretas em Fevereiro de 2011.
Definição dos itens críticos a serem postos em Kanban.	Escolher itens a serem postos em Kanban visando a sincronização da produção.	Reuniões quinzenais com o PCP, supervisor, líder e operador da logística interna durante os meses de Fevereiro e Março de 2011.

Figura 5: Etapas para coleta de dados

Fonte: elaborado pelo autor

O autor deste estudo é o supervisor da logística interna, sendo responsável pelo suprimento de material do setor de carretas, juntamente com o programador da linha do PCP, o líder da linha de carretas, o supervisor das carretas e o gerente de produção, realizam visitas diárias à linha para visualizar o processo de fabricação como um todo em termos de suprimento de material versus prazo de entrega e tempos de fabricação, tendo como resultado a verificação dos pontos críticos de recebimento de material e às implicações da falta de materiais durante o processo. O líder e supervisor das carretas apresentam suas dificuldades na sequência de trabalho devido a pendências de material, e nesses encontros são buscadas soluções operacionais para melhorar o suprimento. Durante esses encontros para acompanhamento do processo de produção e abastecimento, todos evidenciam sua opinião sobre o processo, sendo que dentre os supervisores, um deles é o responsável pela entrada de material no processo de produção (corte, dobra, estampagem), e outro recebe os subconjuntos prontos e executa as montagens finais, gerando conflito de pontos de vista, porém que auxiliam na construção de melhorias.

Após avaliar de forma macro a implicação do suprimento de materiais, na segunda etapa de coleta de dados foram realizadas duas reuniões entre o PCP, supervisores de logística e carretas e o gerente da produção para mapear a estrutura do produto e verificar a forma de planejamento pelo sistema MRP. Nessas, foi evidenciado que o sistema de planejamento da produção é empurrado, sendo que as compras e as ordens de produção são geradas a partir de previsão de demanda, utilizando a lista de materiais do BOM's³ e não há avaliação correta sobre a carga de trabalho dos centros de trabalho, se há capacidade de absorção da demanda nos CT's seguintes, ou seja, a demanda é gerada sem avaliação do impacto na fábrica. O planejamento é feito da seguinte forma: o PCP obtém a informação da data final de entrega dada pelo Comercial, pega essa data e faz o planejamento "para trás" a partir da data final, sendo assim, não há avaliação sobre possíveis sobrecargas em alguns centros e em alguns casos, observa-se até ordens de produção que já nascem até com datas de início no passado devido a essa forma de planejar.

Em relação à estrutura do produto foi observado que é uma estrutura coerente, com boa parte de itens padronizados o que facilita a sincronização e a repetibilidade, porém foi salientado ao projetista a existência de itens afins, tais como peças da estrutura do chassi, que possuem espessuras diferentes, o que gera maior trabalho na programação CNC das máquinas *laser* e oxicorte e que poderia ser feita a uniformização das espessuras gerando ganho de tempo, pois seria feito um programa único, minimizando *setup* tanto no corte quanto na

dois.

Na terceira etapa o autor, juntamente com o líder da logística interna, operador da logística no chão de fábrica, líder e supervisor das carretas e programador do PCP reuniram-se quinzenalmente para, depois de avaliada a estrutura, definir os itens a serem programados e produzidos via Kanban. Nestas, foram decididas que peças da base e corpo do chassi e acessórios da parte superior da carreta, tais como, passadiço e colunas devem ser incluídos no Kanban.

Sendo assim, este trabalho está apoiado em métodos qualitativos, no que tange a entender o funcionamento e acompanhar o processo produtivo, e em métodos quantitativos, com o objetivo de obter dados numéricos, tais como, produtividade para tomada de decisões. As principais fontes de dados para esta etapa foram: reuniões, análise e acompanhamento dos dados da empresa, e observações no chão-de-fábrica.

Após colher as informações nas reuniões, foi utilizada a técnica de observação direta para visualização na fábrica das dificuldades expostas. Essa observação gera subsídios para maior compreensão do processo. Buscou-se também como subsídios relatórios do sistema de gestão ERP da empresa que evidenciam horas improdutivas por falta de material à disposição e por movimentação de material desnecessária e mensuram a produtividade das ordens de venda.

3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

As reuniões e observações realizadas em campo foram na sua totalidade registradas por meio de atas, que foram colocadas em tópicos para análise e, posteriormente, foram confrontados com os dados reais obtidos pela observação direta no chão-de-fábrica. As principais demandas apresentadas pelo gerente, líderes e supervisores foram em relação aos itens críticos que devem passar a ser programados via Kanban, sendo esses tabulados por nível de criticidade e ocorrência. Não houve nenhuma técnica específica apoiada em literatura para a análise dos dados.

³ BOM's: *Bill of Materials*

3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO

O método de análise utilizado dá subsídios ao autor de analisar, implementar melhorias e observar somente a empresa estudada, não servindo como referência de aplicação para outras organizações, visto que o *mix* de produtos e os processos da Ziemann Liess são customizados, não permitindo uma generalização dos resultados obtidos.

O presente estudo se restringirá a análise dos processos do setor fabril da empresa, especificamente do setor de implementos rodoviários (carretas) e sua relação com a logística interna, já que o presente estuda busca evidenciar que a mudança de planejamento de itens críticos para o sistema Kanban gera um melhor suprimento de peças nas carretas gerando os ganhos esperados. Não serão avaliadas as implicações que os processos das demais áreas da empresa, por exemplo, compras, engenharia, entre outros, possam impactar no resultado da produção, devido à falta de informações suficientes. Haverá mensuração de ganhos percentuais em produtividade em termo de horas de produção com a implantação do método proposto, porém não haverá estudo de ganhos financeiros por não haver acesso às informações da área contábil da empresa.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

No presente capítulo será apresentado o planejamento e implantação de um sistema Kanban em um ambiente de planejamento MRP no setor de implementos rodoviários de uma empresa fabricante de máquinas e equipamentos para indústria de bebidas onde foram evidenciadas as dificuldades da linha de carretas em termos de confiabilidade de entrega para o mercado e de obtenção de ganhos financeiros para a organização.

4.1 ESTRUTURA DE PRODUTO E FLUXO DE PRODUÇÃO DAS CARRETAS

A Ziemann Liess produz implementos rodoviários customizados de acordo com as necessidades dos clientes, sendo assim, são criados inúmeros itens customizados a serem fabricados por carreta, apesar de já haver uma concepção de produto bem definida. A Engenharia vem buscando gradativamente padronizar ao máximo os itens visando maior facilidade de compra e fabricação, porém especialmente em conjuntos como campânula, passadiço e algumas longarinas de chassi variam freqüentemente a cada especificação dos clientes. Um dos maiores problemas encontrados na estrutura das carretas na empresa é a grande variedade de espessuras de chapas dos itens a fabricar, pois como as peças são fabricadas em máquinas CNC de corte *laser* e oxicorte com programação agrupada por espessura de matéria-prima. Assim, se fossem padronizadas as espessuras, haveria melhor aproveitamento de matéria-prima e maior velocidade de programação.

A estrutura de produto das carretas da Ziemann Liess é apresentada na forma de uma lista de materiais multinível e tem no primeiro nível do BOM's (*Bill of Materials*) o item S.R.T (Semi-Reboque Tanque Auto Portante) que é o produto final a ser entregue ao cliente. Logo abaixo na estrutura, estão todos os componentes necessários para a produção da carreta e seus respectivos acessórios, em especial, o Corpo da carreta, composto por Anel, Berços, Cintas, Calotas; o Chassi, composto pela Base, Longarinas, Conjunto Suspensão, Sistema Elétrico e demais acessórios. Ainda fazem parte da estrutura do SRT o Sistema de Freio, Passadiço (parte superior da carreta para abastecimento e descarga dos produtos transportados), Campânula, Boca de Visita, suportes e elementos de fixação em geral. A Figura 6 ilustra de forma resumida a estrutura da carreta.

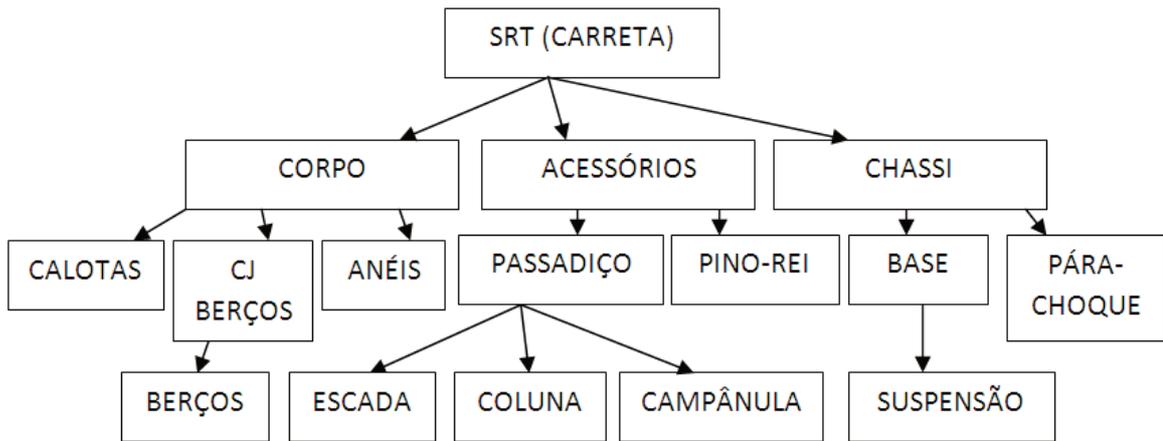


Figura 6: Estrutura da carreta
 Fonte: elaborado pelo autor

Após conhecida a estrutura de produto das carretas, é importante conhecer como esse produto é fabricado e quais são seus processos. O *lead time* da venda à entrega ao cliente é de trinta e cinco dias, sendo que destes, três dias são para liberação de lista de itens críticos pela Engenharia, em geral dez dias para aquisição da matéria-prima necessária, e três semanas de produção no chão-de-fábrica. Para facilitar o entendimento do fluxo de produção, a Figura 7 ilustra um *layout* da fábrica da Ziemann Liess. O setor de carretas está dividido em quatro corredores, onde em cada um deles há um processo distinto de fabricação, sendo esses, no primeiro corredor a fabricação do corpo, no segundo a remontagem das carretas de inox, no terceiro a montagem das carretas e silos de alumínio, e no quarto, a fabricação do chassi.

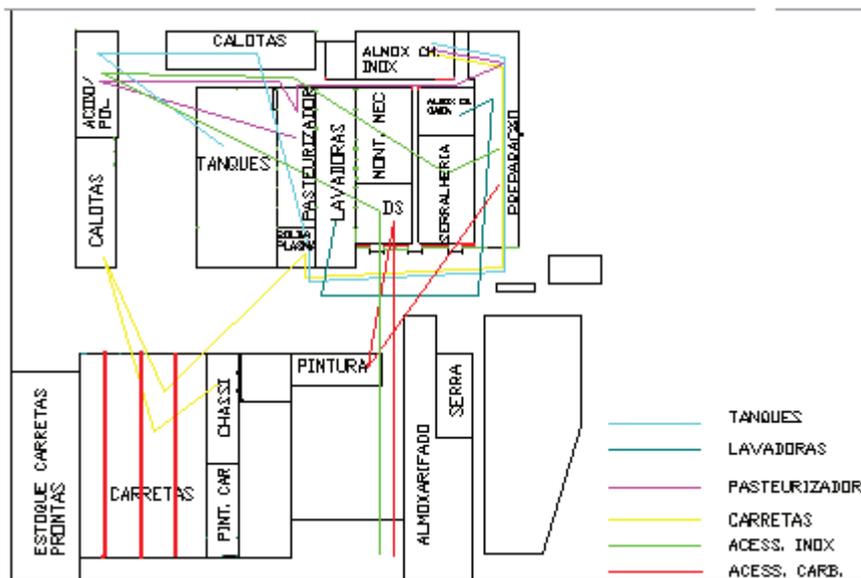
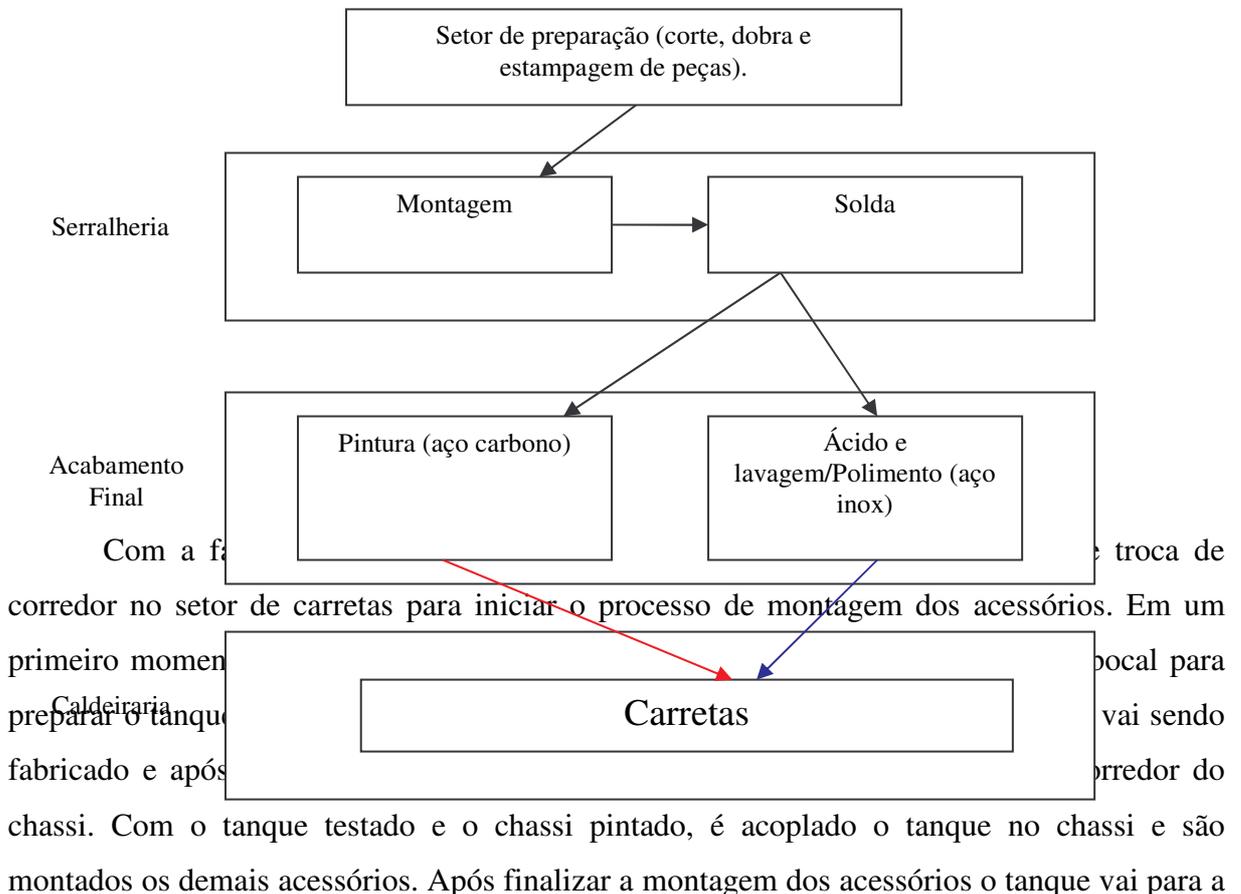


Figura 7: *layout* da fábrica Ziemann Liess
 Fonte: elaborado pelo autor

A fabricação do Corpo, Chassis e acessórios é feita em paralelo, sendo que o Corpo é cortado em guilhotina de 6m de capacidade, após vai para a máquina de solda plasma, e após, entra no setor de carretas para ser realizada a operação de calandra. Após a entrada do cilindro do corpo no setor de carretas, a fabricação deste corpo é realizada em um único corredor onde nele são feitas as operações de emendar os segmentos, montagem de calotas, cintas e anéis, montagem de berços. Após essas montagens realizadas, no mesmo corredor passa-se para uma estação de solda circular do corpo e, por fim, para uma estação de polimento visando atingir o acabamento superficial especificado pelo cliente.

Já a fabricação de acessórios é iniciada no setor de preparação, nas máquinas de corte *laser* e oxicorte, passando por dobradeiras e estampagem, após passa pela área de logística interna para agrupar e formar os conjuntos que são montados na serralheria, e por fim, vão para o acabamento final, na pintura ou no polimento, dependendo do tipo de matéria-prima, conforme apresentado na Figura 8. O chassi é fabricado no quarto corredor das carretas e depende especialmente de chapas cortadas e dobradas advindas da preparação para montagem da base e das longarinas laterais, além de necessitar do conjunto da suspensão que é comprado. Nesta fase da fabricação, além da fabricação do chassi, é realizada também a montagem da parte elétrica da carreta antes de acoplar o corpo no chassi.



pintura, então são remontados alguns componentes e a carreta vai para o processo final de lavagem e adesivagem. A ordem de produção que chega ao setor de carretas para a montagem é composta pela nota de baixa de material, a lista de materiais, pelo desenho de montagem e pelo roteiro de fabricação, contendo a sequência correta de produção, a data de execução que cada tarefa deve ser feita e a quantidade de pessoas que devem executar cada tarefa. Esse roteiro de fabricação está apresentado de forma compilada na Figura 9.

Ordem	Taxif	Descrição	Ordem	Descrição	Tipo
40	1210	MONTAR E PONTEAR CFE_DES.	1945	CALDERARIA DA CARRET	Capa
[2]			01/07/11		01/07/11
		*-> POSICIONAR CORPO SOBRE CAVALETE, TRAÇAR, RECORTAR E REFUXAR BOCAL DE DESCARGA MONTAR CINTAS DA CAMPANULA, CAMPANULA COMPLETO E SUAS CONEXÕES,			
50	1220	SOLDAR CFE. PROCEDIMENTO	1944	SOLDA DA CARRETA	Capa
[2]			04/07/11		04/07/11
		*-> SOLDAR DESCARGA, BOCA DE VISITA, LUVAS DAS VALVULAS, CAMPANULA E SUPORTES, *-> SOLDAR PRE MONTAGEM DO PASSADIÇO			
60	1210	MONTAR E PONTEAR CFE_DES.	1945	CALDERARIA DA CARRET	Capa
[2]			04/07/11		04/07/11
		*-> MONTAR E PONTEAR PERFIS, SUPORTES DO PASSADIÇO, SUPORTES DO REVESTIMENTO E DEMAIS ACESSORIOS DO CORPO DE INOX.			
70	1220	SOLDAR CFE. PROCEDIMENTO	1944	SOLDA DA CARRETA	Capa
[1]			05/07/11		05/07/11
		*-> SOLDAR DEMAIS ACESSORIOS DO COSTADO EM INOX.			
80	645	TESTE PNEUMÁTICO	1945	CALDERARIA DA CARRET	Capa
[2]			05/07/11		05/07/11
90	650	TESTE HIDROSTÁTICO	1945	CALDERARIA DA CARRET	Capa
[2]			05/07/11		05/07/11
100	1210	MONTAR E PONTEAR CFE_DES.	1945	CALDERARIA DA CARRET	Capa
[2]			06/07/11		06/07/11
		*-> POSICIONAR CORPO SOBRE O CHASSI.			

Figura 9: Roteiro de fabricação carreta
 Fonte: adaptado do sistema de gestão Baan da Ziemann Liess

4.2 DEFINIÇÃO DOS ITENS CRÍTICOS

Após conhecida a estrutura do produto e o fluxo de produção, foi verificado que o sistema de fabricação das carretas na Ziemann Liess é empurrado comandado pelo sistema de gestão MRP da empresa, e que apesar de haver uma estrutura de produto que busca padronizar os itens e de haver um processo de fabricação consolidado no setor de carretas, a chegada dos materiais até a linha não é eficiente o suficiente para manter o fluxo de produção

contínuo, acarretando em ociosidades com conseqüente perda de produtividade e possível descumprimento dos prazos. Após analisada essa dificuldade no suprimento de material juntamente com a logística interna, o PCP, a supervisão e a liderança da área de carretas, foram separados alguns itens considerados críticos para avaliação de sua fabricação via sistema Kanban visando melhor suprimento da linha. A escolha dos itens críticos foi elaborada levando em conta as particularidades da empresa e foi baseada em três fatores chave: a) demanda mensal e volume de consumo; b) aproveitamento de chapa, pois o padrão da empresa é de 70% de aproveitamento nas chapas oxicorte e 75% de aproveitamento nas chapas *laser*; c) cálculo do custo unitário e *setup*. A idéia principal foi definir os itens de maior criticidade e fabricar os mesmos via kanban visando obter um planejamento híbrido, onde uma porcentagem dos itens é planejada via Kanban e outra via MRP. Um aspecto que vale ser ressaltado na escolha dos itens críticos é que os escolhidos são itens que independentemente da customização do projeto se mantêm inalterados.

No início de 2011, o autor deste estudo que é o supervisor da logística da empresa, passou a trabalhar de forma contínua com um grupo de trabalho, constituído pelo líder da logística interna, o operador da logística, o supervisor e o líder da linha de carretas, o programador da máquina *laser* e o planejador do PCP para avaliar os motivos de atrasos na entrega e dificuldades no suprimento de material na linha que geravam inúmeros desconfortos entre os envolvidos. Iniciou-se pelo estudo de itens críticos para a implantação de um sistema Kanban híbrido com o planejamento MRP atual da empresa, o qual o supervisor logístico concebeu como sistema ideal a ser implantado para minimizar o impacto da falta de peças na linha de carretas. Durante os meses de fevereiro e março do presente ano houve reuniões quinzenais onde inicialmente foram definidos os critérios de avaliação dos itens críticos, no parágrafo anterior citados, e gradativamente foram sendo definidos esses itens que tinham criticidade de entrega na linha e que encaixavam nos critérios de seleção. Buscou-se a interação entre todos os envolvidos no processo de fabricação de carretas, pois dessa forma, foi possível verificar a dificuldade de todos por diferentes visões e analisar item a item as quantidades a fabricar e a viabilidade de cada um ser fabricado via Kanban.

A avaliação desses itens pelo grupo de trabalho foi feita inicialmente usando a demanda mensal e volume de consumo dos itens, onde foi pesquisada a utilização de todos os itens de carretas nos últimos trinta e seis meses. Após análise do grupo de trabalho, foram identificados trinta e oito itens de maior utilização e que, ao mesmo tempo, apresentaram criticidade de suprimento na linha. Observou-se também que os lotes de fabricação de todas as peças eram conforme a necessidade de cada venda, não havendo políticas de lotes

econômicos, sendo assim, foi feito um cálculo prévio de tamanho de lotes para os itens selecionados. A Figura 10 apresenta a forma de separação dos itens e o cálculo prévio dos lotes. O cálculo prévio dos lotes foi feito de uma maneira bastante simples, através de uma relação entre o total de peças produzidas do item nos últimos três anos pela quantidade de ordens de produzidas para o item, obtendo como resultado a quantidade média fabricada.

Código do Item	Descrição	nº pc prod	vezes prod	lote real
588.10.11.322.01	SUPORTE FIX.PARALAMA	3841	81	47
589.80.23.030.1	FIXAÇÃO BADANA	1956	82	24
589.40.52.034.1	SUPORTE MANIPULO	1883	62	30
589.40.23.370.1	COLUNA	1575	102	15
588.10.10.086.01	CX.FIAÇÃO P/ BERÇO	1164	84	14
588.10.11.049.01	FIXADOR TIRANTE MACACO	1146	75	15
588.10.11.330.02	NERVURA ESTRUTURAL	1108	61	18
588.10.11.326.05	TRAVESSA	1093	44	25
589.40.52.015.1	ALCA PEGA MÃO 110x40x9,5 SOLDA	625	90	7
588.10.10.056.17	ANEL P/ BERÇO DIA.2125	619	46	13
589.40.23.385.1	SUPT.P/COLUNA	588	41	14
588.10.11.271.02	PERFIL FIX.PARA CHOQUE ARTICUL	576	65	9
589.21.28.007.1	COLUNA (CJ.)	464	88	5
588.10.11.223.04	SUPT.TQ.AR ESQ.	418	52	8
588.10.11.224.04	SUPT.TQ.AR DIR.	418	52	8
588.10.11.302.09	FECHAMENTO SUPT.PARACHOQUE	390	45	9
588.10.11.319.07	SUPORTE PRINCIPAL PARA-CHOQUE	366	44	8
588.10.10.017.44	BERÇO SIMPLES DIA.2125	350	31	11
589.40.24.219.1	CALOTA P/ TAMPA	341	64	5
589.21.16.000.1	TAMPA P/5 MANIPULOS (CJ)	339	60	6
589.40.24.213.1	REFORCO TAMPA	335	47	7
589.80.33.018.1	TUBO PASSAGEM	278	60	5
589.21.16.001.1	TAMPA P/5 MANÍPULOS (CJ GERAL)	278	56	5
589.11.00.035.6	APOIO DOS CABOS	264	58	5
589.21.08.002.1	PARA-CHOQUE SUPERIOR	248	55	5
589.40.24.601.1	ANEL	247	31	8
588.10.11.290.03	PERFIL PARA-CHOQUE	193	38	5
588.10.20.007.01	CH. PINO-REI N/ISOL. (CJ.)	189	47	4
588.10.11.292.02	PARA-CHOQUE	188	42	4
589.21.36.001.1	SETA AFERICAÇÃO	172	38	5
589.40.70.097.1	BASE	171	36	5
588.10.11.253.01	SUPT.TQ.AR DIR.	140	36	4
588.10.11.254.01	SUPT.TQ.AR ESQ.	140	36	4
589.11.00.262.01	BOCAL P/5 MANÍPULO	133	36	4
588.30.10.063.02	FLANGE SUP.P/DESCARGA D.800	47	23	2
588.30.11.011.08	MANCAL TRAS.ARTIC.DO SILO	184	27	7
589.21.12.002.3	SUPT. PLACA RETANGULAR (CJ.)	113	16	7
589.21.12.003.2	SUPT. PLACA LOSANGULAR (CJ.)	204	13	16

Figura 10: Separação dos itens de carretas por frequência e demanda
Fonte: elaborado pelo autor

Na primeira etapa de definição dos itens críticos, além da avaliação por demanda, o grupo de trabalho definiu após inúmeros debates entre o grupo e consultas à engenharia sobre a manutenção desses itens nos projetos, que os trinta e oito itens evidenciados na figura anterior serão os itens a serem avaliados definitivamente para a implantação da metodologia Kanban proposta. Na segunda etapa da definição dos itens críticos, passou-se para a avaliação pelo aproveitamento de chapas, pois todas as peças têm o início de produção nas máquinas de corte *laser*, e as mesmas são programadas com base na espessura das matérias-primas. Em todos os trinta e oito itens selecionados foram feitos programas CNC padrões para verificar a quantidade ótima a ser fabricada em termos de aproveitamento de matéria-prima por item, e

simulação da fabricação das mesmas quantidades totais de peças, porém sendo fabricadas nas quantidades planejadas pelo sistema Kanban do modelo proposto.

Avaliando a figura, observa-se que em termos financeiros que produzindo os itens críticos de carretas selecionados houve um ganho financeiro de R\$ 13.266,16 representando 2,96% de economia em relação a fabricação via planejamento MRP. Analisando que esse cálculo é para um giro mensal, concluiu-se que em um ano o impacto financeiro somente da alteração das quantidades a ser fabricadas foi de aproximadamente R\$ 160.000,00. Na sequência deste trabalho estarão demonstrados os ganhos em suprimento de peças para a linha de carretas e o conseqüente aumento de produtividade e confiabilidade nas entregas.

CÁLCULO CUSTO UNITÁRIO E SETUP:						
Código do Item	Descrição	CUSTO REAL UNIT 2010	LOTES PLANEJADOS MRP 2008/09/10.	CUSTO 2010 X PÇS UTILIZADAS 2010	CUSTO LOTES POR KANBAN 2011	CUSTO 2011 MODELO KANBAN
588.80.23.030.1	FIXAÇÃO BADANA	R\$ 3,36	600	R\$ 2.388,00	R\$ 3,86	R\$ 2.316,00
588.40.52.034.1	SUORTE MANIPULO	R\$ 20,32	604	R\$ 12.273,28	R\$ 19,80	R\$ 11.959,20
588.40.23.370.1	COLUMA	R\$ 39,40	438	R\$ 17.257,20	R\$ 38,33	R\$ 16.788,54
588.10.10.086.01	CX.FIACÃO P/ BERÇO	R\$ 8,36	433	R\$ 4.417,28	R\$ 8,56	R\$ 4.220,08
588.10.11.043.01	FIXADOR TIRANTE MACACO	R\$ 3,53	316	R\$ 1.115,48	R\$ 3,45	R\$ 1.090,20
588.10.11.330.02	NERVURA ESTRUTURAL	R\$ 4,34	164	R\$ 711,76	R\$ 4,21	R\$ 690,44
588.10.11.326.05	TRAVESSA	R\$ 36,32	30	R\$ 1.089,60	R\$ 35,74	R\$ 1.072,20
588.40.52.015.1	ALCA PEGA MÃO 110x40x3,5 SOLDA	R\$ 11,10	154	R\$ 1.709,40	R\$ 4,53	R\$ 697,62
588.10.10.056.17	ANEL P/ BERÇO DIA. 2125	R\$ 162,31	122	R\$ 19.801,82	R\$ 157,86	R\$ 19.258,92
588.40.23.385.1	SUPT.P/COLUMA	R\$ 27,27	77	R\$ 2.099,79	R\$ 25,43	R\$ 1.958,11
588.10.11.271.02	PERFIL FIX.PARA CHOQUE ARTICUL	R\$ 61,82	10	R\$ 618,20	R\$ 56,02	R\$ 560,20
588.21.28.007.1	COLUMA (CJ.)	R\$ 76,05	132	R\$ 10.038,60	R\$ 67,56	R\$ 8.917,92
588.10.11.223.04	SUPT.TQ.AR ESG.	R\$ 8,43	34	R\$ 798,06	R\$ 7,68	R\$ 721,92
588.10.11.224.04	SUPT.TQ.AR DIR.	R\$ 10,39	34	R\$ 1.033,06	R\$ 10,18	R\$ 956,92
588.10.11.302.09	FECHAMENTO SUPT.PARACHOQUE	R\$ 31,43	14	R\$ 440,86	R\$ 29,79	R\$ 417,06
588.10.11.319.07	SUORTE PRINCIPAL PARA-CHOQUE	R\$ 211,82	14	R\$ 2.965,48	R\$ 204,63	R\$ 2.864,82
588.10.10.017.44	BERÇO SIMPLES DIA. 2125	R\$ 277,19	76	R\$ 21.066,44	R\$ 277,08	R\$ 21.058,08
588.40.24.219.1	CALOTA P/ TAMP.A	R\$ 347,10	53	R\$ 18.396,30	R\$ 341,46	R\$ 18.097,38
588.21.16.000.1	TAMP.A P/5 MANIPULOS (CJ.)	R\$ 688,32	63	R\$ 43.364,16	R\$ 668,65	R\$ 42.124,95
588.40.24.213.1	REFORCO TAMP.A	R\$ 89,08	58	R\$ 5.166,64	R\$ 83,47	R\$ 4.841,26
588.80.33.018.1	TUBO PASSAGEM	R\$ 29,60	2	R\$ 59,20	R\$ 23,37	R\$ 47,94
588.21.16.001.1	TAMP.A P/5 MANIPULOS (CJ GERAL)	R\$ 1.124,30	59	R\$ 66.333,70	R\$ 1.076,44	R\$ 63.509,96
588.11.00.035.6	APOIO DOS CABOS	R\$ 83,10	17	R\$ 1.412,70	R\$ 70,81	R\$ 1.203,77
588.21.08.002.1	PARA-CHOQUE SUPERIOR	R\$ 78,82	3	R\$ 236,46	R\$ 67,69	R\$ 203,07
588.40.24.601.1	ANEL	R\$ 430,52	62	R\$ 26.692,24	R\$ 428,17	R\$ 26.546,54
588.10.11.290.03	PERFIL PARA-CHOQUE	R\$ 110,55	193	R\$ 21.336,15	R\$ 110,00	R\$ 21.230,00
588.10.20.007.01	CH. PINO-REI/MISOL. (CJ.)	R\$ 683,30	21	R\$ 14.475,30	R\$ 681,61	R\$ 14.313,81
588.10.11.292.02	PARA-CHOQUE	R\$ 322,67	10	R\$ 3.226,70	R\$ 301,67	R\$ 3.016,70
588.21.36.001.1	SETA AFERICAO	R\$ 46,61	52	R\$ 2.423,72	R\$ 43,54	R\$ 2.264,08
588.40.70.037.1	BASE	R\$ 12,08	49	R\$ 591,92	R\$ 11,35	R\$ 556,15
588.10.11.253.01	SUPT.TQ.AR DIR.	R\$ 12,42	32	R\$ 397,44	R\$ 11,25	R\$ 360,00
588.10.11.254.01	SUPT.TQ.AR ESG.	R\$ 11,29	150	R\$ 1.693,50	R\$ 11,25	R\$ 1.687,50
588.11.00.262.01	BOCAL P/5 MANIPULO	R\$ 305,72	31	R\$ 28.077,32	R\$ 372,70	R\$ 27.053,70
588.30.10.063.01	FLANGE SUP.P/DESCARGA D.800	R\$ 640,38	29	R\$ 18.571,02	R\$ 611,38	R\$ 17.747,42
588.30.11.011.08	MANCAL TRAS.ARTIC.DO SILO	R\$ 338,34	120	R\$ 40.672,80	R\$ 337,62	R\$ 40.514,40
588.21.12.002.3	SUPT. PLACA RET.ANGULAR (CJ.)	R\$ 35,02	113	R\$ 10.737,26	R\$ 31,12	R\$ 10.296,56
588.21.12.003.2	SUPT. PLACA LOSANGULAR (CJ.)	R\$ 86,71	204	R\$ 17.688,84	R\$ 86,03	R\$ 17.550,12
COMPARATIVO DE CUSTOS DE 2010 x CUSTOS LOTE POR KANBAN:				R\$ 447.576,72		R\$ 434.310,58
ECONOMIA LOTE PLANEJADO KANBAN PARA OS ITENS SELECIONADOS:				EM %:		EM R\$:
				2,96%		R\$ 13.266,14

Figura 12: Cálculo custo unitário e setup

Fonte: elaborado pelo autor

4.3 SISTEMA KANBAN

Após definidos os trinta e oito itens críticos conforme apresentado na seção anterior, e considerando que todos os itens selecionados para Kanban são itens padrão para todas as carretas vendidas na empresa, nesta etapa será apresentada a forma de operacionalizar o planejamento via Kanban destes itens. A definição dos itens e das quantidades a serem fabricadas foi definida mesclando os três quesitos apresentados anteriormente: demanda

mensal e criticidade de entrega; aproveitamento de chapas e custo unitário e de *setup*. A Figura 13 mostra os itens selecionados e o motivo da escolha.

Vale ressaltar que os critérios de agrupamento para a definição do cartão de produção se restringem num primeiro momento ao grupo de itens selecionados para aplicação do sistema Kanban. Para viabilidade desse sistema Kanban neste modelo proposto foram definidos alguns critérios, tais como, que os trinta e oito itens selecionados iniciam seu processo na máquina *laser* visando otimização de *setup* e redução de refugos. O fluxo de produção ou sequência de operações destes itens é definido pelo roteiro de fabricação, e como no sistema Kanban de produção o roteiro é feito para o grupo de itens, os tempos de espera se reduzem.

Para validar o modelo proposto neste estudo, o sistema Kanban no setor de carretas da Ziemann Liess está sendo aplicado de forma piloto, de tal forma que o planejamento e controle da produção por Kanban que iniciou sua concepção desde o início de 2011, foi efetivamente implementado por um período de três meses, da terceira semana de abril até a terceira semana de julho, se aplicando a somente itens manufaturados em processos de corte, dobra e estampagem, excetuando caldeiraria, pois todos os itens são montados em um único conjunto final, e não são todas as peças deste conjunto que estão planejadas via Kanban o que geraria a necessidade de um controle paralelo. A definição dos centros de trabalhos das peças Kanban é importante no funcionamento do modelo proposto, pois como as operações de corte, dobra e estampagem têm tempos de execução bastante inferiores ao de caldeiraria, implica em baixos tempos de reabastecimento dos Kanbans.

Código do Item	Descrição	Qt. Nesting Ideal ch. 3000x1250 mm	Lote mensal 2007 à 2010	QTDE KANBAN	
588.10.11.322.01	SUPORTE FIX.PARALAMA	367	107	108	OBS: Nº DE PÇS TEM QUE SER MÚTIPLA DE 12 POIS É A QTDE FIXA NAS CARRETAS (SERVE P/9 CARRETAS)
589.80.23.030.1	FIXAÇÃO BADANA	194	54	54	OBS: SERVE P/ 9 CARRETAS, UTILIZADO 6 POR CARRETAS.
589.40.52.034.1	SUPORTE MANIPULO	402	52	50	OBS: VAI 5x POR CARRETA.
589.40.23.370.1	COLUNA	50	44	50	NESTING IDEAL
588.10.10.086.01	CX.FIAÇÃO P/ BERÇO	200	32	28	APROVEITAMENTO DE CHAPA
588.10.11.049.01	FIXADOR TIRANTE MACACO	-	32	32	DEMANDA MENSAL
588.10.11.330.02	NERVURA ESTRUTURAL	610	31	40	APROVEITAMENTO DE CHAPA
588.10.11.326.05	TRAVESSA	-	30	30	DEMANDA MENSAL
589.40.52.015.1	ALCA PEGA MÃO 110x40x9,5 SOLDA	-	17	20	MAIOR QUE DEMANDA MENSAL POR APRESENTAR BOM GANHO FINANCEIRO.
588.10.10.056.17	ANEL P/ BERÇO DIA.2125	-	17	17	DEMANDA MENSAL
589.40.23.385.1	SUPT.P/COLUNA	154	16	50	MESMO PROCESSO DA COLUNA.
588.10.11.271.02	PERFIL FIX.PARA CHOQUE ARTICUL	50	16	18	APROVEITAMENTO DE CHAPA
589.21.28.007.1	COLUNA (CJ.)	-	13	50	OBS: ITEM FILHO COLUNA 589.40.23.370.1 FOI PROPOSTO 50PÇS.
588.10.11.223.04	SUPT.TQ.AR ESQ.	132	12	15	APROVEITAMENTO DE CHAPA (COLOCADO NA CHAPA JUNTO C/ BERÇO)
588.10.11.224.04	SUPT.TQ.AR DIR.	132	12	15	APROVEITAMENTO DE CHAPA (COLOCADO NA CHAPA JUNTO C/ BERÇO)
588.10.11.302.09	FECHAMENTO SUPT.PARACHOQUE	-	11	11	DEMANDA MENSAL
588.10.11.319.07	SUPORTE PRINCIPAL PARA-CHOQUE	-	10	10	DEMANDA MENSAL
588.10.10.017.44	BERÇO SIMPLES DIA.2125	3	10	9	APROVEITAMENTO DE CHAPA
589.40.24.219.1	CALOTA P/ TAMPA	8	9	10	
589.21.16.000.1	TAMPA P/5 MANIPULOS (CJ)	-	9	10	OBS: FOI PROPOSTO 10PÇS DE CADA POR SE TRATAREM DE UM MESMO CJ E PARA ADEQUAR COM O Nº DE BOCAIS.
589.40.24.213.1	REFORCO TAMPA	10	9	10	
589.80.33.018.1	TUBO PASSAGEM	-	8	8	DEMANDA MENSAL
589.21.16.001.1	TAMPA P/5 MANIPULOS (CJ GERAL)	-	8	8	OBS: MESMO CJ DOS 3 ITENS ACIMA.
589.11.00.035.6	APOIO DOS CABOS	-	7	7	DEMANDA MENSAL
589.21.08.002.1	PARA-CHOQUE SUPERIOR	-	7	7	DEMANDA MENSAL
589.40.24.601.1	ANEL	-	7	10	ITEM PADRÃO EM TODOS BOCAIS 304.
588.10.11.290.03	PERFIL PARA-CHOQUE	-	5	10	LOTE VISANDO GANHO FINANCEIRO
588.10.20.007.01	CH. PINO-REI N/ISOL. (CJ.)	-	5	5	DEMANDA MENSAL
588.10.11.292.02	PARA-CHOQUE	-	5	10	APROVEITAR O LOTE POIS FABRICA 10 PERFIL PARA-CHOQUE.
589.21.36.001.1	SETA AFERICAO	-	5	10	OBS: MESMA QTDE POR FAZEREM PARTE DO MESMO CJ. INTERESSANTE GANHO, BOM MANTER NO ESTOQUE.
589.40.70.097.1	BASE	-	5	10	
588.10.11.253.01	SUPT.TQ.AR DIR.	120	4	4	DEMANDA MENSAL
588.10.11.254.01	SUPT.TQ.AR ESQ.	120	4	4	DEMANDA MENSAL
589.11.00.262.01	BOCAL P/5 MANIPULO	-	4	10	APROVEITAR LOTE DE 10PÇS DO ITEM FILHO ANEL.
588.30.10.063.02	FLANGE SUP.P/DESCARGA D.800	-	1	4	MAIOR LOTE DIMINUI CUSTO INTERNO E DE SE.
588.30.11.011.08	MANCAL TRAS.ARTIC.DO SILO	-	5	8	VAI 4PÇS POR SILO.
589.21.12.002.3	SUPT. PLACA RETANGULAR (CJ.)	-	3	20	APROVEITAMENTO DE CHAPA
589.21.12.003.2	SUPT. PLACA LOSANGULAR (CJ.)	-	6	20	APROVEITAMENTO DE CHAPA

Figura 13: Definição itens Kanban e motivo da escolha
Fonte: elaborado pelo autor

Com essa definição dos itens foi passada a listagem dos mesmos à Engenharia para que o projetista utilize os itens Kanban em seus projetos e para que se por ventura ocorra alguma alteração, seja informado o PCP e a produção para que se altere a forma de planejamento. Também foi informado ao PCP em reunião com os gestores para de forma piloto no período já citado de três meses que fosse executado o planejamento pelo sistema Kanban destes itens.

Houve também avaliações de outras premissas básicas para o funcionamento do modelo proposto, sendo as principais: a) a máquina *laser*, as duas dobradeiras e as duas prensas para estampagem terem capacidade suficiente para absorver a demanda do cartão de produção: houve avaliação semanal na capacidade, em especial da máquina *laser*, antes da implantação do Kanban e foi verificado conforme ilustra a Figura 14 que havia disponibilidade suficiente, à exceção de três semanas de pico onde houve necessidade de horas extras. Nas outras máquinas que são “puxadas” pela *laser* não houve necessidade de avaliação de carga de trabalho pois em verificações no chão-de-fábrica observa-se capacidade disponível; b) condição de disparo dos cartões Kanban: como os itens são utilizados em um mesmo produto final, a carreta, os mesmos possuem frequência de consumo muito semelhantes e são consumidos praticamente em um mesmo momento, o disparo do grupo de itens será simultâneo.

Data : 25/07/11 [17:53] UTILIZAÇÃO DE CAPACIDADE HORA MÁQUINA LASER / SEMANA												
Semana												
Projeto	19 / 2011	20 / 2011	21 / 2011	22 / 2011	23 / 2011	24 / 2011	25 / 2011	26 / 2011	27 / 2011	28 / 2011	29 / 2011	30 / 2011
Capacidade Máq Laser (hs)	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	65,1	81,9	65,1	81,9	81,9	65,1
Necessidade Máq Laser (hs)	65,6	45,5	52,4	48,4	164,7	93,4	90,6	77,5	45,8	63,2	54,7	45,8
Saldo (hs)	16,3	36,4	29,4	33,5	-82,7	-11,4	-25,4	4,4	19,3	18,7	27,2	19,3
% Utilização Máq. Laser	80%	55%	64%	59%	200%	114%	139%	94%	70%	77%	66%	70%

Figura 14: carga de trabalho máquina *laser*
 Fonte: adaptado do sistema de gestão Baan da Ziemann Liess

Definidas todas as premissas básicas para o planejamento via Kanban e os centros de trabalho a serem envolvidos, partiu-se para a análise das estruturas de produto e roteiros de produção para a divisão dos grupos de itens por cartão Kanban. Para a identificação dos grupos foi elaborada uma matriz dos itens da estrutura *versus* as operações de roteiro para a fabricação de cada item. A Figura 15 ilustra a matriz de análise para a fabricação de uma carreta. A matriz leva em conta a matéria-prima para agrupamento para o programa CNC e os roteiros de fabricação dos itens. Pode-se observar na figura que foram definidos quatro grupos, tendo como motivo de separação dos grupos a espessura da matéria-prima. Apesar de que nem todos os itens de mesmo grupo tenham o mesmo roteiro, os itens de mesmo grupo são produzidos juntos e quando estão em centros de trabalho diferentes, aguarda-se a conclusão de todos para dar sequência na carta Kanban do grupo.

Código do Item	Descrição	ESPESSURA CHAPA (mm)	LASER	DOBRADEIRA	ESTAMPAGEM	
588.10.11.322.01	SUPORTE FIX.PARALAMA	6,3	X	X		GRUPO 1
588.10.11.049.01	FIXADOR TIRANTE MACACO	6,3	X	X		
588.10.11.330.02	NERVURA ESTRUTURAL	6,3	X	X		
588.10.11.326.05	TRAVESSA	6,3	X	X		
589.40.52.015.1	ALCA PEGA MÃO 110x40 SOLDA	6,3	X		X	
588.10.11.271.02	PERFIL FIX.PARA CHOQUE ARTICUL	6,3	X	X		
588.10.11.302.09	FECHAMENTO SUPT.PARACHOQUE	6,3	X	X		
588.10.11.319.07	SUPORTE PRINCIPAL PARA-CHOQUE	6,3	X		X	
589.21.08.002.1	PARA-CHOQUE SUPERIOR	6,3	X	X		
588.10.11.290.03	PERFIL PARA-CHOQUE	6,3	X	X		
588.10.20.007.01	CH. PINO-REI N/ISOL. (CJ.)	6,3	X	X		
588.10.11.292.02	PARA-CHOQUE	6,3	X	X		
588.30.10.063.02	FLANGE SUP.P/DESCARGA D.800	6,3	X	X		
588.30.11.011.08	MANCAL TRAS.ARTIC.DO SILO	6,3	X	X		
589.80.23.030.1	FIXAÇÃO BADANA	3,0	X	X		GRUPO 2
589.40.52.034.1	SUPORTE MANIPULO	3,0	X	X		
588.10.10.056.17	ANEL P/ BERÇO DIA.2125	3,0	X		X	
589.40.23.385.1	SUPT.P/COLUNA	3,0	X	X		
589.21.12.002.3	SUPT. PLACA RETANGULAR (CJ.)	3,0	X	X		
589.21.12.003.2	SUPT. PLACA LOSANGULAR (CJ.)	3,0	X	X		
589.21.36.001.1	SETA AFERICAÇÃO	3,0	X	X		
589.40.70.097.1	BASE	3,0	X	X		
588.10.11.253.01	SUPT.TQ.AR DIR.	3,0	X	X		
588.10.11.254.01	SUPT.TQ.AR ESQ.	3,0	X	X		
589.40.23.370.1	COLUNA	4,0	X	X		GRUPO 3
589.21.28.007.1	COLUNA (CJ.)	4,0	X	X		
589.40.24.219.1	CALOTA P/ TAMPA	4,0	X		X	
589.21.16.000.1	TAMPA P/5 MANIPULOS (CJ)	4,0	X		X	
589.40.24.213.1	REFORÇO TAMPA	4,0	X		X	
589.21.16.001.1	TAMPA P/5 MANÍPULOS (CJ GERAL)	4,0	X		X	
589.40.24.601.1	ANEL	4,0	X		X	
589.11.00.262.01	BOCAL P/5 MANÍPULO	4,0	X		X	
588.10.11.223.04	SUPT.TQ.AR ESQ.	4,7	X	X		GRUPO 4
588.10.11.224.04	SUPT.TQ.AR DIR.	4,7	X	X		
588.10.10.086.01	CX.FIAÇÃO P/ BERÇO	4,7	X	X		
588.10.10.017.44	BERÇO SIMPLES DIA.2125	4,7	X	X		
589.80.33.018.1	TUBO PASSAGEM	4,7	X	X		
589.11.00.035.6	APOIO DOS CABOS	4,7	X	X		

Figura 15: Definição dos grupos de itens por carreta
Fonte: elaborado pelo autor

Após conhecidos os grupos de itens por cartão Kanban foi feito o dimensionamento do mesmo, considerando o tempo de reabastecimento dos itens Kanban, o tempo de fabricação nas máquinas e a frequência de consumo do conjunto Kanban no setor de carretas. Considerando que a demanda média no setor de implementos rodoviários da empresa é de 8 a 12 carretas/mês e que o tempo de reabastecimento dos itens Kanban, por se tratarem de itens individuais fabricados em máquinas, é bastante inferior ao tempo de produção da montagem do conjunto na caldeiraria de carretas, o dimensionamento das quantidades de peças por item do cartão Kanban foi dimensionado visando absorver a demanda mensal. Foi considerado

como tempo de reabastecimento do cartão o momento que a quantidade de peças disponíveis em estoque for suficiente para 2 carretas.

Estando definidos todos os parâmetros para operar o sistema Kanban, partiu-se para a elaboração e confecção dos cartões Kanban, tendo este todas as informações necessárias para garantir a execução da produção do conjunto de itens, tais como, código e descrição dos itens, matéria-prima, quantidade a produzir e os centros de trabalhos envolvidos. As Figuras 16 e 17 mostram um exemplo de cartão para um grupo de itens anteriormente definidos (grupo 4) que devem ser entregues juntos na linha de carretas. Anexados aos cartões estão os desenhos individuais de cada item e os programas CNC, que além de sua função básica de ser o instrumento de informação para o operador da máquina, serve também ao pessoal da logística para identificação das peças, já que em especial na máquina *laser*, além desses itens Kanban de carretas, existem outras peças de carretas fora do Kanban e peças de outros produtos que nascem com planejamento empurrado via MRP por ordens de produção unitárias.

Como a implantação do modelo proposto foi realizada de forma piloto, no início não se tinha certeza dos resultados que seriam alcançados, e devido a alta demanda de trabalho na empresa em todos os produtos, não houve condições do grupo de trabalho produzir os painéis e as caixas Kanban conforme o sistema Kanban original indica. Na Ziemann Liess, de maneira muito simples, a indicação e o disparo do cartão Kanban foi operacionalizado através de seis paletes de saída separados em uma área restrita na saída de material da máquina *laser* e outros seis paletes de recebimento do material do Kanban separados em uma área do corredor dois do setor de carretas. Apesar de simples e de não ser a maneira formal de aplicar o Kanban, o fluxo das peças do Kanban foi bastante satisfatório, se mostrando eficaz através de um treinamento com os envolvidos que absorveram bem a lógica de funcionamento.

CARTÃO KANBAN ZIEMANN LIESS						
CONJUNTO: ACESSÓRIOS DE CARRETAS GRUPO 4					CARTÃO: 07/11	
CENTRO TRABALHO INICIAL: MÁQUINA LASER TRUMPH						
CÓDIGO DO ITEM	DESCRIÇÃO DO ITEM	MATÉRIA-PRIMA (esp em mm)	QTDE (pçs)	LASER	DOBRADEIRA	ESTAMPAGEM
588.10.11.223.04	SUPT.TQ.AR ESQ.	4,7	15	X	X	
588.10.11.224.04	SUPT.TQ.AR DIR.	4,7	15	X	X	
588.10.10.086.01	CX.FIAÇÃO P/ BERÇO	4,7	28	X	X	
588.10.10.017.44	BERÇO SIMPLES DIA.2125	4,7	9	X	X	
589.80.33.018.1	TUBO PASSAGEM	4,7	8	X		X
589.11.00.035.6	APOIO DOS CABOS	4,7	7	X	X	

Figura 16: Cartão Kanban grupo 4 acessórios carretas
Fonte: elaborado pelo autor

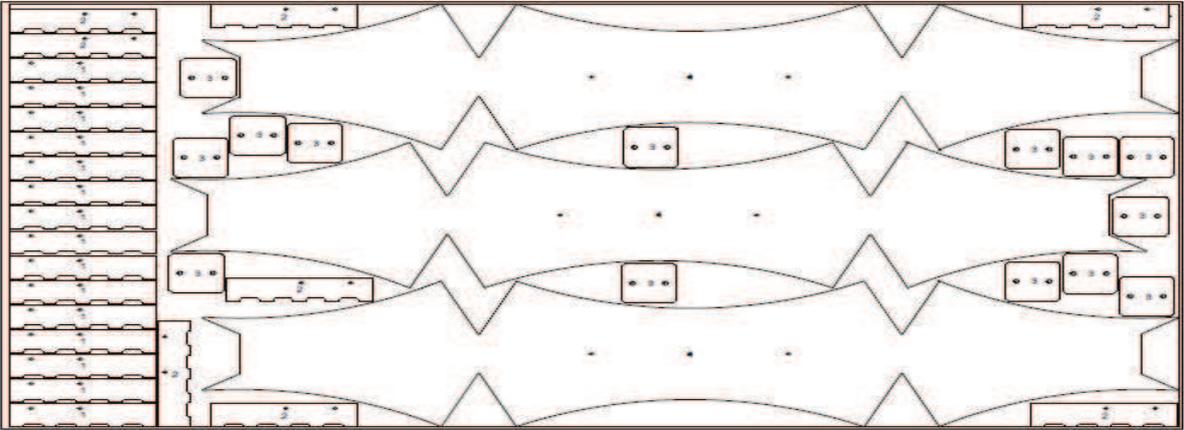
		Trabalho		26/07/11-JOB000357		
		CNC	08477	3000	x 1510 x 4.7	
		Dado de utilizador 3		26/07/2011 10:58:00.00		
						
Máquina	Trumpf L3030 / Sinumerik 840D		Peso	167.134 kg		
Material	SAE 1020		X	2991.761		
Tempo total	00:20:07.12		Y	1502.544		
Dado de utilizador 1			Aproveitamento (%)	74.453		
Dado de utilizador 2			Retalho (%)	76.426 97.418		
#	Referência	Chapa	Total	Faltam	Peso	Dimensões
1	588.10.11.223.04 rev01	15	15	0	1.047	82 x 372
2	588.10.11.224.04 rev01	8	15	7	1.046	81.944 x 372
4	588.10.10.017.44 rev04	3	3	0	30.171	2479.261 x 512.928
3	588.10.10.086.01 REV.01	14	28	14	0.704	140 x 140

Figura 17: Exemplo de programa CNC padrão para grupo 4 Kanban

Fonte: adaptado de sistema de programação CNC Lantek

Para implantação do sistema de planeamento e controle via Kanban no setor de carretas, mesmo que de forma piloto para o presente estudo, houve interações do PCP para operacionalizar a fabricação destes itens de forma diferente do planeamento empurrado MRP que a empresa aplica. As condições de funcionamento na Ziemann Liess, adaptadas de Schelle (2004), foram as seguintes:

- Mudou-se as políticas de quantidades de fabricação dos itens no MRP e das políticas de estoque;
- O MRP continua gerando a Ordem de produção do conjunto geral da carreta de forma convencional;
- O agrupamento dos itens Kanban por grupos é feito manualmente pelo programador do PCP;
- Ao iniciar a produção de um conjunto Kanban, esse cartão é entregue ao programador CNC para anexar seus programas e o líder de logística encaminha o cartão com as quantidades, o programa e os desenhos individuais para a máquina;
- Na máquina *laser* os itens do cartão são produzidos nas quantidades programadas e o grupo de itens é transportado para a próxima operação do cartão (dobreira ou prensa);

- Ao finalizar as operações o operador da máquina que finaliza o processo entrega as peças e o cartão ao operador logístico que entrega o cartão e as peças nos locais de estoque na caldeiraria das carretas para montagem;
- Usando a lógica visual do Kanban, o cartão retorna ao início do processo novamente quando as quantidades mínimas de estoque de peças para duas carretas forem observadas.

Acompanhando pelo período experimental de três meses o funcionamento do sistema Kanban na Ziemann Liess, percebeu-se os seguintes resultados:

- Eliminação de falta dos itens manufaturados fabricados via Kanban e melhoria na sincronia no fornecimento de peças em geral, pois esses itens eram os que apresentavam maiores dificuldades de entrega;
- O Kanban por conjunto de espessuras maximizou o aproveitamento de matéria-prima e reduziu o número de programas *laser* e de ordens de produção em processo, minimizando o extravio de material, além de otimizar a utilização do centro de trabalho;
- Simplificação do controle dos itens Kanban na fábrica e diminuição do estoque em processo;
- Aumento da produtividade e confiabilidade das entregas devido à diminuição de paradas na linha por falta de material, conforme é mostrado em detalhes na próxima seção.

4.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A implantação do sistema Kanban no setor de carretas da Ziemann Liess, como pôde ser visto nas seções anteriores, trouxe vantagens em termos de diminuição do custo unitário e de *setup* dos itens selecionados, melhor aproveitamento de matéria-prima, sincronização da produção de carretas, diminuição do extravio, maior controle da produção, entre outros, porém vale ressaltar que um dos maiores ganhos tangíveis que o método proposto pode apresentar é o ganho de produtividade em termos de horas de fabricação x horas de roteiro e a maior confiabilidade de entrega das carretas. Entretanto vale salientar que esses resultados podem ser considerados preliminares, pois até então há uma implantação piloto de três meses

(abril à julho de 2011), o que leva a crer que o modelo proposto tendo continuidade tem condições de oferecer ainda maiores ganhos do que os já obtidos. Para exemplificar as vantagens do modelo, a Figura 18 mostra o índice médio de atraso de entrega das carretas em 2007, 2008 e 2009 evidenciando um descontrole da linha, pois os atrasos em geral ficavam entre 10 e 30 dias com picos de até quase 50 dias de atraso, ressaltando que as carretas têm um *lead time* de 35 dias.

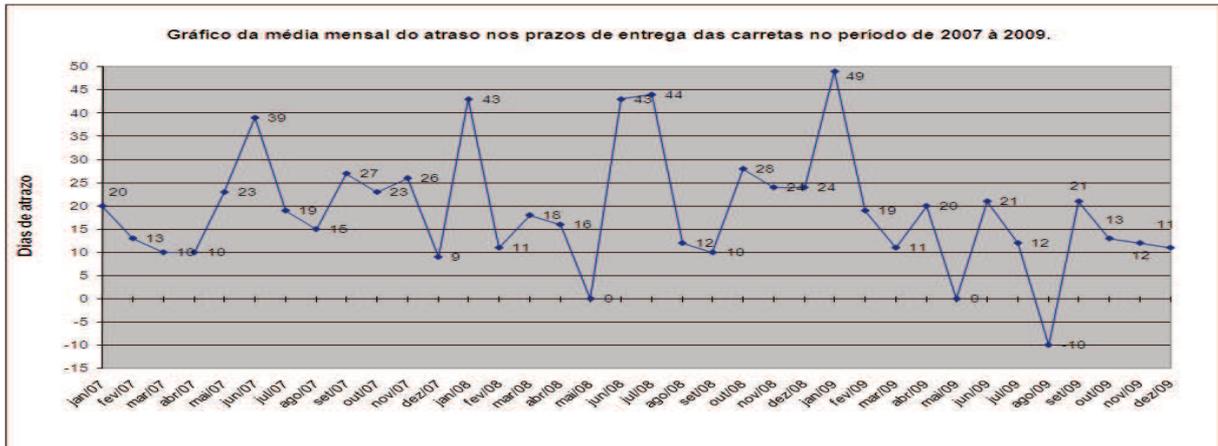


Figura 18: Média mensal de atraso de entrega das carretas entre 2007 e 2009
 Fonte: Itens de controle Ziemann Liess

O ano de 2010 apresentou uma produção mensal média de carretas um pouco menor do que nos três últimos anos, porém com mesmo efetivo e mesma capacidade instalada, e foram observadas melhoras tanto em termos de ganho de produtividade quanto em prazo de entrega conforme ilustra a Figura 19, já que o atraso médio em relação às datas de Planejamento foi de menos de 1 dia e em relação às datas da ordem de venda do Comercial foi de pouco mais de 5 dias com uma produtividade em horas *versus* o roteiro de 5,8%.

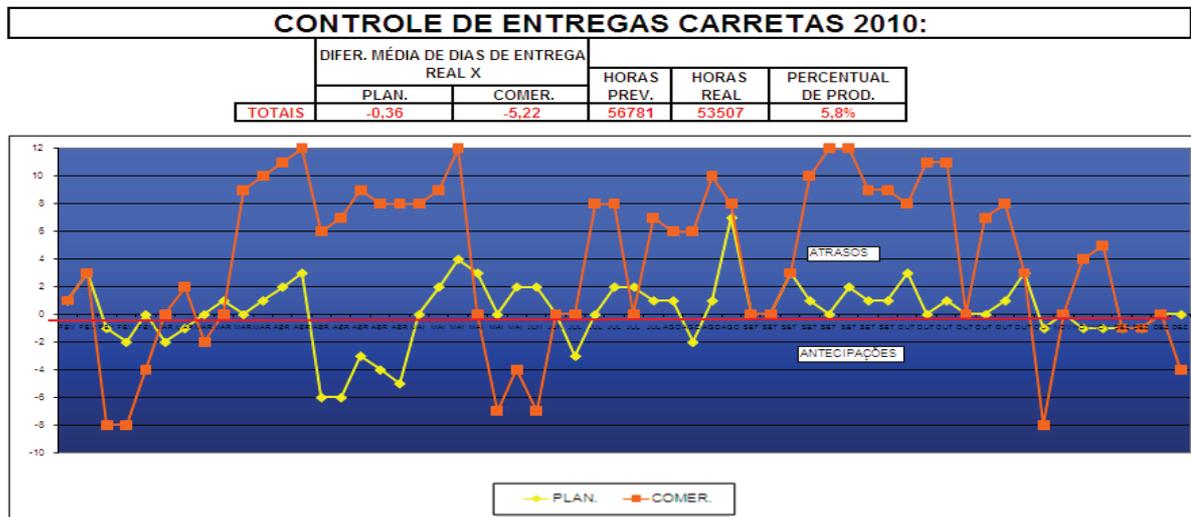


Figura 19: Controle de entrega de carretas 2010
 Fonte: Itens de controle Ziemann Liess

A verificação da produtividade e das entregas nos últimos quatro anos evidencia as dificuldades da linha de carretas em termos de confiabilidade para o mercado e de obtenção de ganhos financeiros para a empresa. Desde o início de 2011 quando foi iniciado o estudo para a implantação da metodologia proposta, e a partir da última semana de Abril o método Kanban no setor de carretas foi implantado de forma piloto mostrando resultados importantes que motivam prosseguir essa implantação. A Figura 20 apresenta os números de produtividade e prazo de entrega das carretas em 2011 após a implantação do modelo proposto. Desde a implantação do método a demanda se manteve no mesmo patamar de 2010, fator que valida a comparação com o ano anterior.

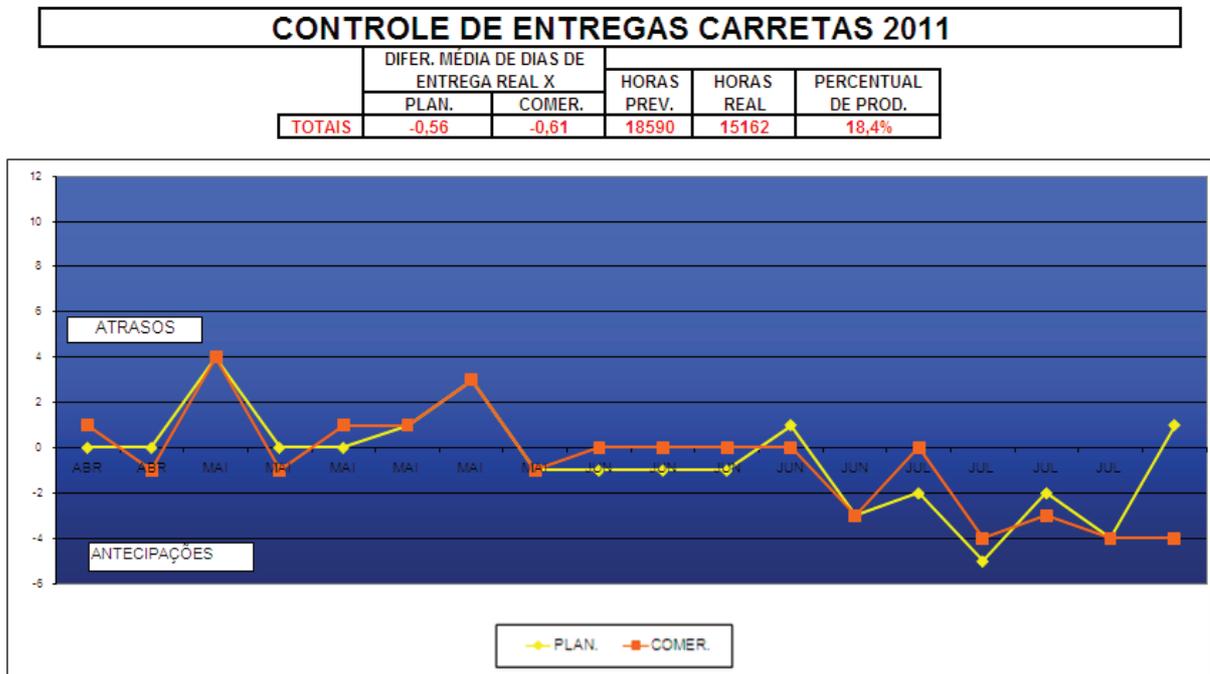


Figura 20: Controle de entrega de carretas 2011 após Kanban
 Fonte: Itens de controle Ziemann Liess

Como foi possível observar na figura acima, com a fabricação de itens críticos de carretas por um sistema puxado Kanban resultando em suprimento das peças no momento certo e quantidade certa, o ganho de produtividade em horas *versus* o roteiro subiu para 18,40% gerando economia de mão-de-obra e minimizando a ociosidade. Outro dado que vale ser ressaltado é que a partir da implantação do modelo proposto houve melhora significativa na confiabilidade das entregas, pois a produção está em média pouco mais de meio dia antecipado frente ao planejado pelo PCP e ainda mais importante, está também em média pouco mais de meio dia antecipado frente às datas acordadas pelo Comercial.

Neste mercado competitivo de implementos rodoviários em que a empresa está inserida onde preço e prazo de entrega fazem a diferença para o cliente, o modelo proposto

auxilia na competitividade da empresa em dois aspectos principais: a) em termos de preço: a produção está fabricando a carreta em menos tempo que o calculado no orçamento, oferecendo ao Comercial a opção de diminuir as horas de orçamento e conseqüentemente tendo condições de diminuir o preço final; e b) em termos de confiabilidade de entrega: com essas últimas entregas na data esperada pelo cliente e até antecipando em alguns casos, a empresa vem recuperando a imagem negativa em termos de entrega que ostenta pelos resultados negativos dos últimos anos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a apresentação e análise dos dados levantados neste estudo, faz-se necessário efetuar as considerações finais, que foram possíveis após o confronto entre as informações provenientes da fundamentação teórica e da aplicação prática. Este trabalho teve como objetivo geral implementar o sistema Kanban na linha de carretas da Ziemann Liess visando a sincronização da produção, melhorando assim o abastecimento de materiais, minimizando as perdas de produção, aumentando a produtividade e melhorando o cumprimento dos prazos de entrega estabelecidos, e para isto foram estabelecidos alguns objetivos específicos, entre eles mapear a estrutura do produto e fluxo de produção das carretas, definir itens críticos a serem fabricados pelo Kanban, operacionalizar e implantar o sistema proposto e mensurar a eficiência do sistema através de medição de produtividade e nível de atendimento dos prazos de entrega.

Inicialmente, o mapeamento da estrutura de produto das carretas e seu fluxo de produção serviram de orientação para que o leitor tenha uma visão do modo de operar da unidade fabril e suas peculiaridades. Com a estrutura e o fluxo produtivo conhecidos, buscou-se definir os itens de maior complexidade na linha utilizando um método pouco científico, porém que utilizou o conhecimento tácito das pessoas envolvidas no processo (PCP, líder e supervisor das carretas e pessoal de logística). Na operacionalização e implantação do sistema Kanban proposto foi utilizado o conhecimento adquirido na fundamentação teórica, onde foi buscado desde conceitos mais clássicos aos contemporâneos, visando permitir aos leitores do trabalho um maior conhecimento do assunto deste trabalho e ao autor o embasamento necessário para a aplicação do método. Para finalizar, foi realizada uma medição de produtividade da linha de carretas depois de implantada a metodologia proposta, onde também houve uma busca no referencial teórico para que o leitor tivesse maior clareza do que estava sendo mensurado e da forma de medição.

Uma das principais atitudes para um bom gerenciamento e programação da produção visando à sincronização da produção é utilizar um sistema que atenda as necessidades da organização em função das oscilações demandadas pelo mercado. É necessário então ser ágil e competitivo, e por isso a integração de um sistema Kanban em um ambiente de planejamento MRP gerou uma maior capacidade de atendimento às demandas no chão de fábrica, e conseqüentemente um diferencial no atendimento das expectativas dos clientes da linha de carretas da Ziemann Liess.

A partir deste estudo, conclui-se que o objetivo geral foi cumprido, pois após a implantação piloto de três meses do sistema proposto, como pôde ser visto na apresentação dos resultados do trabalho, houveram ganhos reais em produtividade e confiabilidade de entregas, que só foram possíveis através de um melhor abastecimento de materiais na linha resultante de uma produção sincronizada.

Conclui-se com este trabalho que apesar dos bons resultados obtidos com a implantação do sistema Kanban, vale ressaltar que esse sistema foi aplicado em apenas 38 itens considerados críticos de carretas de um total de aproximadamente 300 itens, sendo assim, observa-se que essa metodologia pode ser aplicada gradativamente aos demais itens de carretas podendo render à empresa ganhos ainda mais significativos em termos de produtividade e confiabilidade de entregas, possivelmente sendo um fator de incremento na competitividade da empresa. Para o autor esse trabalho foi considerado muito válido pelo aprendizado obtido durante todas as fases da implantação do método e por obter êxito junto à empresa no que tange a introduzir um novo pensamento de planejamento na organização.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se os seguintes assuntos:

- Implementação do modelo Kanban proposto de forma completa a todos os itens de carretas, e aí então, mensurar a produtividade da linha de carretas;
- Extensão da implantação do sistema Kanban aos demais produtos da empresa e verificar seus resultados;
- Com os ganhos de produtividade apresentados neste estudo, propor trabalho sobre revisão das horas de roteiro das carretas;
- Ir além na coleta de dados, buscando não somente dados da empresa como neste trabalho, mas buscar também dados qualitativos dos envolvidos no processo buscando suas percepções para o aprimoramento do método;
- Aprofundar a elaboração de método próprio do autor dos critérios de definição dos itens críticos para Kanban;
- Ampliação da implantação do método Kanban na empresa, podendo mostrar os painéis e caixas Kanban já implantados.

REFERÊNCIAS

- AHLSTROM, P.; KARLSSON, C. *Sequences of manufacturing improvement initiatives: the case of delaying*. *International Journal of Operations & Production Management*. V. 20, n. 3, p. 1259 – 1277, 2000.
- ANONYMOUS. *One technique, many options. Manufacturing Systems*. Wheaton, 1999.
- ANTUNES, Jr, J. A. Valle. **Em direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: Uma discussão sobre a possibilidade de unificação da Teoria das Restrições e da Teoria que sustenta a construção dos Sistemas de Produção com Estoque Zero**. Porto Alegre: Tese Programa de Pós Graduação em Administração, UFRGS, 1998.
- ARAÚJO, Ana Luiza Mendonça. **Indicadores de Qualidade e produtividade como instrumento de apoio à decisão no processo de expedição de veículos**. Artigo Revista Produção, vol. 7 n. 2, p. 139-157. Belo Horizonte, 1997.
- CONTADOR, J.C.: **Produtividade Fabril I - Método para Rápido Aumento da Produtividade Fabril**. *Gestão & Produção*, v.1, n.3, p.217-238, 1994.
- CONTADOR, J.C.: **Produtividade Fabril II - Método para Rápido Aumento da Produtividade Fabril: Redução de tempos inativos e do tempo de espera do material em processo**. *Gestão & Produção*, v.2, n.2, p.134-150, 1995.
- CORRÊA, Henrique e GIANESI, Irineu. *Just in Time, MRP-II e OPT: um enfoque estratégico*. São Paulo: Atlas, 1993.
- CORRÊA, Henrique e GIANESI, Irineu. *Just in Time, MRP-II e OPT: um enfoque estratégico*. São Paulo: Atlas, 1994, p. 183.
- CUNHA, Carlos A. *et al.* **Produtividade de Manufatura celular puxada versus linear empurrada**. Curitiba: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENEGEP, 2002.
- GEOCITIES (2006) – Disponível em http://br.geocities.com/alanteruel/gea/frame_menu.htm. Acesso em 08 de julho de 2011.
- GHINATO, P. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: Ed. Adiel T. de Almeida e Fernando M. C. Souza.. Edit. da UFPE.
- GOLDRATT, Eliyahu. **A corrida pela vantagem competitiva**. São Paulo: IMAM, 1991.
- MARCHWINSKI, Chet e SHOOK, John (editores). **Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- MOREIRA, Daniel A. **Medida da produtividade na empresa moderna**. São Paulo: LivrariaPioneira Editora, 1991.

MOURA, Reinaldo A. **Kanban: a Simplicidade do Controle da Produção**. São Paulo: IMAM, 1989.

MOURA, Reinaldo A. **Kanban: a Simplicidade do Controle da Produção**. São Paulo: IMAM, 2003.

MOURA, Reinaldo A. **Reabastecimento com Kanbans na cadeia de abastecimento**. Disponível em <http://www.guiadelogistica.com.br/ARTIGO/84htm>. Acesso em 02 de julho de 2011.

MOYAED, F. A., SHELL, R. L. *Comparison and evaluation of maintenance operations in lean versus non-lean production systems*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. V. 5, n. 3, p. 285-296, 2009.

OHNO, Taiichi. **Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica: PROJETOS DE PESQUISAS, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Pioneira, 1997.

RIBEIRO, P. D. **Kanban – resultados de uma implantação bem sucedida**. Rio de Janeiro: COP Editora, 3. ed, 1999.

SAMSON, Danny. *Manufacturing and operations strategy*. Brunswick, Prentice Hall, 1991, p.499.

SCHELLE, Catia, A. **Aplicação do sistema Kanban para promover a sincronização da produção num ambiente de planejamento MRP**. Florianópolis: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2004.

SCHNEIDER, Jackson A. **Implementação de sistema seqüenciado comparado ao tradicional MRP: um estudo de caso em indústria de máquinas agrícolas**. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

SELLITTO, Miguel Afonso. **Sistema de Produção Sincronizado: uma aplicação em processos produtivos de propriedade contínuos segundo a Teoria das Restrições**. Trabalho de Pós Graduação Mestrado profissionalizante. Porto Alegre: PPGE/PPGEP/UFRGS, 1999.

SHINGO, Shigeo. *Zero Quality Control; Source Inspection and the Poka-Yoke System*. *Productivity Press*. Cambridge, Massachusetts and Norwalk, Connecticut: 1986.

SHINGO, Shigeo, **O Sistema Toyota de Produção - do Ponto de vista da Engenharia de Produção - 2^a ed**. Porto Alegre: Bookman, 1996. p. 291.

SLACK, N *et al*. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

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

SPEARMAN, Mark, L. *et al.* **CONWIP: a pull alternative to kanban.** (1990) Acessado via Scholar Google no link <http://webuser.bus.umich.edu/whopp/reprints/CONWIP%20-%20A%20Pull%20Alternative%20to%20Kanban.pdf> . Acesso em 15 de julho de 2011.

Website Ziemann Liess Máquinas e Equipamentos LTDA. <http://www.zl.ind.br/index.html>.