

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROJETO E PROCESSOS DE
FABRICAÇÃO - MESTRADO PROFISSIONAL**

**MÉTODO PARA GESTÃO DE ORDENS DE PRODUÇÃO EM PROCESSOS DE
CORTE, CONFORMAÇÃO E USINAGEM, EM UMA INDÚSTRIA DE
IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS**

por

Anderson Hoose

Passo Fundo, 05 de setembro de 2013

**MÉTODO PARA GESTÃO DE ORDENS DE PRODUÇÃO EM PROCESSOS DE
CORTE, CONFORMAÇÃO E USINAGEM, EM UMA INDÚSTRIA DE
IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS**

por

Anderson Hoose

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Faculdade de Engenharia e Arquitetura, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de

Mestre em Projeto e Processos de Fabricação

Área de Concentração: Processos de Fabricação

Orientador: Prof. Dr. Luiz Airton Consalter

Aprovado por:

Prof. Dr. Antônio Batocchio - UNICAMP

Prof. Dr. Márcio Walber – UPF ppgPPF

Prof. Dr. Wu Xiao Bing - UPF

Prof. Dr. Charles Leonardo Israel
Coordenador do ppgPPF

Passo Fundo, 05 de setembro de 2013

CIP – Catalogação na Publicação

H789m Hoose, Anderson

Método para gestão de ordens de produção em processos de corte, conformação e usinagem, em uma indústria de implementos agrícolas / Anderson Hoose. – 2013.

51 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Airton Consalter.

Dissertação (Mestrado em Projeto e Processos de Fabricação) – Universidade de Passo Fundo, 2013.

1. Planejamento da produção. 2. Processos de fabricação. 3. Controle da produção. 4. Engenharia de produção. I. Consalter, Luiz Airton, orientador. II. Título.

CDU: 658.5

RESUMO

A grande diversificação e customização de produtos levaram as empresas de implementos agrícolas a ampliarem a sua linha de produtos, considerando que isso gere a necessidade de reduzir os inventários de componentes em processo e melhore o controle sobre o fluxo de produção visando, principalmente, atender de forma satisfatória as peças destinadas às linhas de solda e montagem.

É dentro deste contexto que o presente trabalho visa apresentar uma metodologia para o controle do fluxo de peças que passam pelos processos que antecedem as operações de solda e montagem, visando reduzir o nível de inventário em processo entre as operações de estamparia e usinagem e melhor direcionar o fluxo de produção com a implantação de um almoxarifado de peças em processo, onde após a realização da primeira operação, as peças seguem para almoxarifado e aguardam a liberação para envio até as máquinas seguintes, seguindo os critérios de prioridade e capacidade de máquina disponível, posicionando as peças em uma área de espera próxima das máquinas que vão executar a segunda operação.

Em outra etapa, para determinados itens usinados, será programada a quantidade ideal de peças para um melhor atendimento das linhas de solda, visando à implantação de um sistema híbrido de produção de peças, tendo-se uma etapa de retroalimentação das informações no almoxarifado de peças para com a primeira operação no setor de corte, desta forma, possibilitando um melhor controle das peças em processo, de acordo com a taxa de produção e tempo de ciclo. Tais medidas serão possíveis de aplicação com a redefinição de algumas atividades relacionadas ao setor de Planejamento e Controle de Produção, que por sua vez passa a programar a fabricação das peças e estabelece as quantidades de itens a serem fabricados e em conjunto com a Direção a meta de produção a ser atingida pela empresa.

Palavras-chave: Planejamento. Controle da produção. Ordens de produção.

ABSTRACT

The great diversification and customization of products led agricultural implements companies to broaden their product line, considering this creates the need to reduce inventories of components in process and improve control over the flow of production, aiming mainly cater satisfactorily parts designed to welding and assembly lines.

It is within this context that the present paper presents a methodology for controlling the flow of parts that pass through process which precede welding and assembly operations, aiming at the level of inventory between stamping and machining operations and for a better direct the flow of production, with the implementation of a warehouse of parts in process, where after the first operation, the parts go to the warehouse and wait the clearance for delivery to the following machines, following the priority criterion and machine capacity available, placing the parts in a waiting area near the machines that will perform the second operation.

In another step, for certain items machined, will program the optimal amount of parts for better care of weld lines, aiming to implement a hybrid system of parts production. Having a step of feedback information in the warehouse for parts with the first sector cutting operation, thus enabling a better controlled process parts in accordance with the production rate and cycle time. Such measures will be possible for the application to the redefinition of some activities related to the Department of Planning and Production Control which in turn goes plan the manufacture of parts and determines the quantities of items to be manufactured and together with the goal of Direction production to be achieved by the company.

Key words: Planning. Production control. Work orders.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	01
1.1	Contextualização.....	01
1.2	Problema da Pesquisa.....	02
1.3	Justificativa.....	02
1.4	Objetivo Geral.....	03
1.4.1	Objetivos Específicos.....	03
1.5	Limitações e Abrangência do Trabalho.....	03
1.6	Estrutura da Dissertação.....	04
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	06
2.1	Fatores que influenciaram os Sistema de Produção.....	06
2.2	Funções do PCP.....	07
2.3	Sistemas de Controle da Produção.....	08
2.3.1	Sistema de Empurrar a Produção.....	09
2.3.2	Sistema de Puxar a Produção.....	11
2.4	Sistema Híbrido de Produção.....	12
2.5	Perdas nos Sistemas Produtivos.....	14
2.6	Estoques.....	16
2.7	Armazenagem e Movimentação de Materiais.....	18
3	DESENVOLVIMENTO.....	21
3.1	Ambiente de Trabalho da Fábrica.....	21
3.2	Diagnóstico Inicial da Programação da Produção.....	25
3.3	Os Indicadores da Programação da Produção.....	26
3.4	O Método para Gestão das Ordens de Produção.....	29
3.5	Caracterização da Metodologia do Trabalho.....	30
3.6	Almoxarifado Intermediário e CONWIP.....	31
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	37
4.1	Utilização do CONWIP.....	37
4.1.1	Atendimento às linhas de solda	40
4.2	Modelo de Gestão das Ordens de Produção.....	42
4.2.1	Atendimento à meta mensal de produção.....	43
5	CONCLUSÃO.....	47
5.1	Trabalhos futuros.....	48
6	REFERÊNCIAS	50

LISTA DE ABREVIATURAS

CONWIP – Constant Work in Process (Sistema com Inventários em Processos Constantes).

CNC – Controle Numérico Computadorizado.

FIFO – First in First out (Primeiro que entra, primeiro que sai).

JIT – Just in Time.

MRP - (Material Requeriment Planning).

MRP II - (Manufacturing Resources Planning).

PCP – Planejamento e Controle de Produção.

PMP – Plano Mestre de Produção.

OFs – Ordens de Fabricação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Hierarquia das funções do PCP.....	08
Figura 2: Fluxo da Programação Convencional da Produção.....	10
Figura 3: Fluxo do Sistema de Puxar a produção.....	11
Figura 4: Fluxo de Materiais e Informação no CONWIP.....	13
Figura 5: <i>Layout</i> funcional ou de processo.....	19
Figura 6: <i>Layout</i> da Estamparia, Fábrica A.....	22
Figura 7: <i>Layout</i> da Usinagem, Fábrica B.....	23
Figura 8: <i>Layout</i> da Fábrica C.....	24
Figura 9: Balanceamento de carga máquina.....	25
Figura 10: Itens vendidos x Itens produzidos (indicadores situação inicial).....	27
Figura 11: Cronograma de liberação das Ordens de Fabricação por cores.....	29
Figura 12: Fluxo no apontamento das Ordens de Fabricação no almoxarifado.....	32
Figura 13: Fluxo de movimentação.....	33
Figura 14: Fluxo de acionamento e reabastecimento (CONWIP).....	34
Figura 15: Itens vendidos x itens produzidos (CONWIP).....	37
Figura 16: Sistema anterior x CONWIP.....	38
Figura 17: Fluxo de acionamento e reabastecimento com duas gavetas (CONWIP).....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Percentual de abastecimento na linha de solda.....	28
Tabela 2: Percentual atingido da meta de produção.....	28
Tabela 3: Quantidade de OFs produzidas a cada período.....	35
Tabela 4: Lista da informação de demanda das peças do CONWIP.....	36
Tabela 5: Quantidade de OFs produzidas.....	39
Tabela 6: Percentual de abastecimento no início de cada período.....	40
Tabela 7: Produção de peças (comparação entre os períodos anterior - atual).....	41
Tabela 8: Percentual atingido da meta de produção.....	43
Tabela 9: Comparação percentual período atual – anterior.....	44
Tabela 10: Análise percentual da produção.....	45
Tabela 11: Participação percentual de cada setor na produção de peças.....	45

1 – INTRODUÇÃO

1.1 - Contextualização

Diversos estudos foram realizados sobre o setor de máquinas agrícolas e sua relevância para o país, visto que a competitividade do agronegócio tem sido objeto de análises ao longo dos últimos anos, caracterizando sua inserção numa economia de acirrada competitividade, com crescentes exigências, (GARCIA, 2012 e SILVA 2012).

Deste modo, conforme citado por Garcia (2012) e Silva (2012), as empresas dependem de sua capacidade de incorporação de novas tecnologias de produtos, processos e serviços, visando melhor gerir sua cadeia produtiva, bem como melhorar os sistemas logísticos, buscando aprimorar as atividades como movimentação de matérias-primas e produtos acabados, emprego de recursos tecnológicos, financeiros, mão-de-obra entre outros e o intercâmbio de informações desde a base dos processos produtivos até o mercado consumidor nos dois sentidos.

A busca por melhores práticas de gestão passam a ser motivadas por novas oportunidades externas, além das preocupações em atender ao mercado doméstico, sendo que pela ótica das empresas multinacionais produtoras de máquinas e equipamentos agrícolas, o Brasil é visto como um mercado estratégico para novos investimentos no domínio do agronegócio, (SILVA, 2012 e CASTILHOS, 2007).

Conforme Castilhos (2007), no Rio Grande do Sul, a produção de máquinas e equipamentos agrícolas concentra-se principalmente na região noroeste, com uma gama de diversidade de produtos finais em três agrupamentos, sendo o de: máquinas agrícolas, tratores e de produtores de implementos agrícolas.

Com relação ao porte das empresas, do total de vinte e uma empresas pesquisadas no ano de 2008, nove eram consideradas de pequeno porte, seis de médio porte e seis de grande porte, constatando-se que as médias e grandes empresas são as que atuam a mais tempo neste mercado, (TATSCH, 2008).

Considerando este grupo de empresas o destino das vendas tem sido para as regiões do Rio Grande do Sul, outros estados do Brasil e, ainda, para o exterior, representando as vendas para o Estado um percentual de 43,9% em 1990 do total de vendas, decrescendo para 22,5% em 1995 e se estabilizaram em 23,2% em 2003. Os percentuais das vendas com destino ao exterior foram de 3,7% em 1990 para 8,2% em 2003, (TATSCH, 2008).

Desta forma, observa-se a importância da incorporação de novas tecnologias de produtos, processos e serviços, visto que há abertura de novos mercados que vão além do mercado Gaúcho, buscando atender a uma nova gama de necessidades, além da chegada de outras empresas, inclusive multinacionais, trazendo uma diversificação ainda maior aos produtos que são oferecidos.

1.2 – Problema da Pesquisa

O problema consiste na deficiência quanto ao controle do fluxo de peças que se encontram em processo na produção, principalmente envolvendo as operações de corte, conformação e usinagem.

Havendo a necessidade de obter as informações referentes à localização dos itens e visualização dos itens que estão pendentes ou em atraso daqueles que correspondem aos programas vigentes colocados pelo setor de planejamento e controle de produção.

Sendo assim, esta deficiência contribui para problemas relacionados ao fluxo de produção, uma vez que há dificuldade em saber quais as peças que já estão em processo, quanto de material se tem em processo e, principalmente, quais são os itens necessários para atender aos programas pendentes na linha de solda e ao cumprimento da meta mensal de produção.

1.3 - Justificativa

A grande diversificação e customização de produtos levaram as empresas de implementos agrícolas a ampliarem a sua linha de produtos, gerando com isso a necessidade de reduzir os inventários de componentes em processo e melhorando o controle sobre o fluxo de produção, visando, principalmente, atender de forma satisfatória os almoxarifados que abastecem as linhas de solda e montagem. Conforme Dias (1995), torna-se importante otimizar o investimento em estoque, aumentando o uso eficiente dos meios de planejamento e controle, minimizando as necessidades de capital para o estoque, da mesma forma que Neto (1992), comenta que os japoneses já disseram: “O inventário só existe para encobrir problemas. Elimine os problemas e viva sem inventários”, assim constata-se que além do desejo de reduzir níveis de estoque é necessário ter disposição para resolver os problemas que os geram.

Portanto, a demanda por um mix maior de produtos contribui para o aumento da variedade de peças na produção e até para a utilização de um mesmo componente entre vários produtos, visando a padronização. Assim, para cada produto ou lote de peças a ser fabricado, haverá a necessidade de emitir uma ordem de fabricação para produção, repercutindo no aumento da quantidade de ordens emitidas e maior controle sobre o fluxo de produção.

Por sua vez, as linhas de solda precisam atender aos produtos programados, considerando-se, ainda, haver vários lotes da mesma peça em processo, afetando com isso a chegada das peças ao almoxarifado que abastece a linha, incorrendo em atrasos no cumprimento da meta mensal de produção.

1.4 - Objetivo Geral

Implantar uma metodologia para a gestão das ordens de fabricação liberadas para fabricação de peças, possibilitando o controle do fluxo de peças em processo, visando identificar, em nível de produção, quais são as ordens de fabricação pendentes ou em atraso daquelas que correspondem ao programa vigente colocado na produção.

1.4.1 - Objetivos Específicos

Em referência ao objetivo geral e visando atingir o mesmo, seguem os objetivos específicos, que uma vez atingidos vão impactar no mesmo.

- Melhorar em nível de programação da produção a emissão e identificação das ordens de fabricação com relação ao prazo para execução das mesmas, através da utilização de uma metodologia de programação da produção;

- Melhorar o atendimento nas linhas de solda, utilizando-se a metodologia de trabalho do sistema híbrido de controle de produção (CONWIP);

- Melhorar o atendimento à meta mensal de produção, através da implantação das ações envolvendo a programação e controle do sistema de produção.

1.5 – Limitações e Abrangência do Trabalho

Estabelecido o escopo da pesquisa, através da definição dos objetivos geral e específicos, faz-se necessário definir seus limites e suas abrangências.

O presente trabalho visa apresentar uma melhoria no controle do fluxo de produção de peças de uma indústria de implementos agrícolas, incorrendo em ações em nível de programação da produção no que abrange a emissão e identificação das Ordens de Fabricação com relação ao prazo para execução das mesmas, melhorando com isso o atendimento às linhas de solda e à meta mensal de produção em três Fábricas da Empresa estudada: descritas no trabalho como Fábricas A, B e C.

Desta forma, os setores envolvidos no trabalho serão o Planejamento e Controle de Produção (PCP), os setores de estamparia e usinagem, e o setor de logística do qual faz parte a área referente aos almoxarifados de peças fabricadas, e a área comercial da Empresa, da qual parte o envio dos pedidos para fins de programação.

O trabalho foi realizado em uma única empresa, em condições reais de produção.

Os resultados mencionados no trabalho referem-se aos dados obtidos na empresa, porém restringem-se somente aos números quantitativos da produção, não contemplando dados referentes aos valores financeiros e custos de produção ou dos produtos fabricados.

1.6 – Estrutura da Dissertação

Esta dissertação é composta de cinco capítulos, de acordo com a descrição a seguir.

No primeiro capítulo apresentam-se as considerações iniciais, contextualização, justificativa, o objetivo geral e os específicos, a limitação e abrangência do trabalho, a metodologia de pesquisa para alcançar os objetivos e as limitações do trabalho.

No segundo capítulo expõe-se uma revisão bibliográfica com base nos autores encontrados em cada assunto, onde são apresentados alguns fatores que influenciaram os sistemas de produção, conceitos sobre os sistemas de controle da produção, sistemas híbridos de produção, os desperdícios nos sistemas produtivos e a armazenagem e movimentação de produtos.

No terceiro capítulo relata-se o desenvolvimento do estudo que foi realizado na Empresa de implementos agrícolas, onde se faz uma breve caracterização da mesma, o ambiente de trabalho das três fábricas analisadas, descritas como Fábricas A, B e C e o diagnóstico da situação inicial no que tange ao presente trabalho e de que forma se procedeu com relação às melhorias que foram implementadas.

No quarto capítulo apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos com o desenvolvimento do trabalho.

No quinto capítulo encontram-se as considerações finais referentes ao desenvolvimento do trabalho. Este capítulo termina com sugestões para a continuação de trabalhos relacionados ao mesmo tema.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os conceitos provenientes de vários autores pesquisados na literatura pertinente ao assunto do trabalho, iniciando-se pelos fatores que influenciaram os sistemas de produção, descrevendo, posteriormente, as funções do PCP nas empresas e quais os sistemas de controle de produção existentes, a caracterização e implicações da utilização de um sistema híbrido de controle. Após apresentam-se as abordagens sobre os desperdícios existentes nos sistemas produtivos e os conceitos referentes à armazenagem e movimentação de materiais.

2.1 - Fatores que influenciaram os Sistemas de Produção

As questões econômicas, pelas quais as empresas passaram ao longo do tempo, têm influenciado os sistemas de produção adotados, pois até antes da década de 80, a grande preocupação empresarial era vender, produzir e faturar, conforme descrito por Zaccolo (1998) e Dias (1995). De acordo com Neto (1992), no início da década de 80 muitos especialistas em análise industrial já previam que esta década seria caracterizada pela preocupação das empresas de vanguarda ampliar as suas fatias de mercado via melhoria da qualidade.

No passado, praticamente tudo o que era produzido era vendido em virtude da necessidade que as pessoas tinham, ou seja, a oferta global de produtos era menor do que a demanda. Todos os custos incorridos e o lucro almejado pelas empresas eram repassados ao consumidor. Segundo Moura (2004), a produção era para estoque em grandes lotes e o mix de produtos era baixo. Conforme citado por Tubino (2000), com a entrada da década de 90, o capitalismo vem se moldando ao longo do tempo, fazendo transformações conjunturais e definindo novos paradigmas produtivos.

Moreira (2004), destaca que desta forma ocorre uma mudança na estratégia que a manufatura vinha tendo, levando a área de produção a se tornar mais envolvida no planejamento em longo prazo, e conforme Slack (2002), também visa dar à empresa a força para suportar o ataque da concorrência, traduzindo-se em uma ação operacional.

As consequências oriundas desta concorrência são citadas por Martins e Laugeni (2005), Zaccolo (1998) e Moura (2004), de forma geral:

- surgem novas técnicas produtivas, caracterizando a denominada produção enxuta;

- cresce a importância da figura do consumidor, onde se busca sua satisfação, incorporando nas empresas novas técnicas de produção;
- as empresas passaram a operar de forma global, precisando produzir em lotes cada vez menores, e cada vez mais diferenciados. Enquanto que nos anos 80 a 90 se reduziu a produção para pequenos lotes, no século XXI, busca-se o lote unitário, pois o consumidor passa a especificar os detalhes de “seu” produto, surgindo desta forma o conceito de produção customizada;
- as empresas passam a questionar: “o que fazer para aumentar a produtividade, quando as quantidades não aumentarem?”.

2.2 – Funções do PCP

O Planejamento e Controle de Produção (PCP) são responsáveis pela programação e pelo controle do processo produtivo, citado por Dias (1995), e Correa (2001). Destaca que um bom planejamento depende de uma visão adequada do futuro e controlar a produção, conforme Tubino (2000), onde as informações mais importantes estão relacionadas com o tempo de processamento (lead time) e com a data de entrega, utilizando-se de forma equilibrada os recursos produtivos. Martins e Laugeni (2005) comentam que este também é um sistema de transformação de informações, pois recebe as informações sobre vendas, estoques, linha de produtos, modo de produzir, capacidade fabril, e transforma estas informações em ordens de fabricação.

Com base no Plano Mestre de Produção (PMP) e nos registros de controle de estoques, a programação da produção está encarregada de definir quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário à composição dos produtos acabados, conforme Tubino (2000), sendo que Moreira (2004), também comenta que o PMP também serve para avaliar as capacidades imediatas da capacidade produtiva bem como estabelecer prioridades entre os produtos na programação.

Desta forma, Correa (2001), reforça a importância do PMP, do ponto de vista que a manufatura não pode, independentemente, definir o que, quanto e quando produzir, assim estas questões são definidas em comum com o plano de vendas, que por sua vez depende da demanda do mercado. Assim, Tubino (2000), descreve que com o resultado da programação da produção são emitidas as ordens de fabricação para itens fabricados internamente e ordens de compras para itens comprados, assim como as ordens de montagens intermediárias e ordens de montagens para produtos finais, onde se torna necessário assegurar que estas ordens

sejam cumpridas da forma certa e na data certa, e isto significa controlar a produção, citado por Moreira (2004).

Na Figura 1, ilustra-se a sequência de operações do PCP, que conforme Tubino (2000), a função da programação da produção é a primeira dentro do nível operacional de curto prazo, disparando desta forma as demais atividades. Tubino (2000), também comenta que não deverão ocorrer problemas por falta de capacidade na execução do programa de produção, uma vez que o plano de produção de longo prazo providenciou os recursos necessários e gerou o PMP. Segundo Moreira (2004), o desafio é tentar programar a produção de forma a manter as suas taxas de produção o mais estável possível, com mínima formação de estoque.

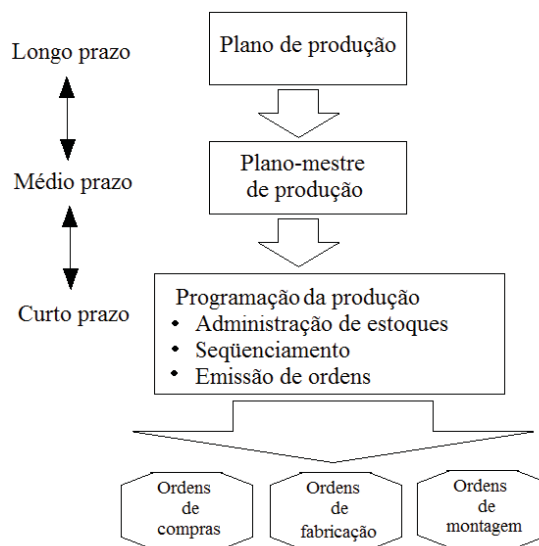


Figura 1: Hierarquia das funções do PCP
Fonte: Tubino, 2000

Moreira (2004), cita que para a operação de sequenciamento há duas questões básicas que a programação da produção precisa responder: como será alocada a carga de trabalho entre os centros de trabalho; e como será o sequenciamento dessas operações num dado centro ao qual a carga já foi alocada.

2.3 – Sistemas de Controle da produção

Conforme Moura (1989), os processos de produção com vários estágios podem ser classificados em dois tipos: sistemas de empurrar a produção e sistemas de puxar a produção.

Empurrar a produção, conforme Tubino (2000) significa elaborar periodicamente um programa de produção completo para atender ao PMP, desde a compra da matéria-prima até a montagem do produto acabado, e Moura (1989), descreve que a maioria dos sistemas tradicionais de controlar a produção emprega este sistema.

Puxar a produção significa não produzir até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de determinado item (Tubino, 2000). Para Moura (1989), no sistema de puxar a produção, é o estágio seguinte que pede e retira as unidades em processo do estágio anterior, apenas quando necessário.

2.3.1 – Sistema de Empurrar a Produção

Segundo Barco e Villela (2008), o sistema empurrado é controlado por um sistema central, que considera previsões futuras de demanda e programa as etapas da produção. Correa (2001) alega que se a empresa possui previsões ruins, as decisões tomadas em cima do funcionamento do sistema de controle também serão ruins. Desta forma o fluxo de materiais tem a mesma direção do fluxo de informação, onde ocorre o lançamento do material via sistema.

Barco e Villela (2008) citam que os sistemas mais conhecidos são o MRP (*Material Requirement Planning*) e MRP II (*Manufacturing Resources Planning*), que fornecem ferramentas administrativas para planejar e controlar as atividades de fabricação, com objetivos de cumprir os prazos de entrega com o mínimo de estoque, planejando a produção e compras. Correa (2001) cita que o sistema MRP indica quanto e quando produzir e comprar os diversos componentes e matérias-primas, sendo que o MRP II além destes, também disponibiliza a informação se há capacidade suficiente para realizar o plano de produção que foi sugerido no PMP.

Dentro do sistema de empurrar a produção, no sentido de atender ao PMP, as atividades da programação da produção, conforme Tubino (2000) são divididas em três grupos: a administração dos estoques; o sequenciamento; e a emissão e liberação de ordens.

Entretanto, Rivero (2006) e Moura (1989), comentam que o MRP utiliza-se para planejar itens de demanda dependente, necessitando uma informação de entrada de demanda individual dos produtos finais, considerando os prazos de entrega e produção (*lead time*), o tempo de fluxo em cada estágio da produção e calculando os tempos, sendo que estes partem dos tempos padrão que estão cadastrados no sistema. Assim, as ordens de produção e compras

vão se acumulando no sistema, e deve-se controlar a taxa ou nível de acuracidade do sistema (*throughput*), e caso o cliente desistir da compra o produto entra para o estoque.

O que ocorre, segundo Rivero (2006), é de que o MRP é um sistema de controle aberto que não controla a entrada de material, unicamente verificar que o *throughput* se cumpra. Moura (1989) comenta que “empurrar a produção” é simplesmente um sistema baseado em programas, ou seja, inserir o PMP, e o *software* detalha a fabricação e compra dos componentes. Algumas vezes como forma de amenizar determinados problemas, os programadores via MRP acabam duplicando ordens de fabricação via sistema, para evitar a “falta de matéria-prima”, ou em termos de manufatura é dada ordem de processar um item antes de um pedido, antecipando-se a uma necessidade.

A Figura 2 mostra a ótica da programação convencional da produção, ou seja, empurrar a produção, onde as ordens de compra são emitidas para aquisição da matéria-prima, emissão de ordens de fabricação no processo inicial e intermediário e ordens de montagem, chegando à elaboração do Produto Acabado (PA), (TUBINO, 2000).

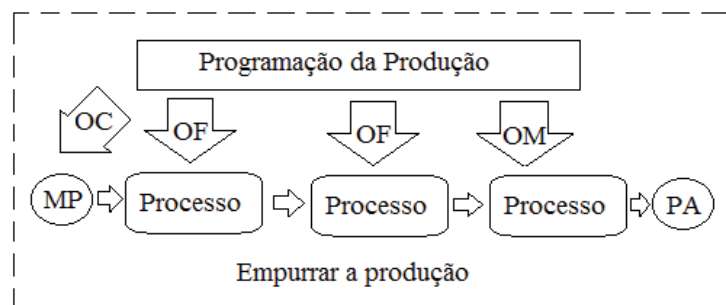


Figura 2: Fluxo da Programação Convencional da Produção
Fonte: Tubino (2000)

Há questões no sistema de produção empurrado que acabam “trancando o abastecimento” da fábrica e reduzindo a velocidade do fluxo e produzindo “nervosismo” e maior variabilidade do sistema, conforme Rivero (2006), entre eles a entrada de novos pedidos, entregas fora do prazo, devoluções, variação da demanda x previsão, ou conforme Souza (2011), pode ocorrer falta de material para processar ou a presença de grande lote, no nível máximo de inventário, a ser processado na frente.

Assim, Rivero (2006), alega que os sistemas MRP deixam a desejar como sistema de controle de produção, entretanto são bons como sistema de informação.

2.3.2 – Sistema de Puxar a Produção.

No sistema de puxar a produção existe certa quantidade de material em estoque, em cada estágio na produção, onde um processo posterior (cliente interno ou externo) pede e retira, ou solicita a produção de determinado item no processo anterior apenas na proporção e na hora em que tenha consumido os itens (MOURA, 1989 e TUBINO, 2000).

Neste caso, a programação da produção usa as informações do PMP para emitir as ordens de fabricação apenas para o último estágio do processo produtivo (TUBINO, 2000).

É importante considerar que “*Just-in-Time*” e *Kanban* não são sinônimos. O JIT é uma filosofia completa, enquanto que o *Kanban* é uma técnica de “puxar”, utilizado dentro do contexto mais amplo desta filosofia, com o objetivo de tornar rápidas e simples as atividades de programação e controle da produção, impedindo totalmente a superprodução com estoques extras e inúmeros controles na produção (MOURA, 1989, TUBINO, 2000 e OHNO, 1997).

Na língua japonesa *Kanban* significa “Anotação Visível” e na prática do JIT aparece como um cartão ou placa, onde aparecem três informações básicas: nome ou número da peça (o quê?), a quantidade de que o estágio subsequente necessita (quanto?), e quando tais peças devem ser processadas (quando?), respondendo a três perguntas que são estabelecidas pela seção de planejamento de produção na forma de um PMP. Desta forma, o JIT, traduzindo (apenas a tempo), considera que se as peças chegarem antes que sejam necessárias e não no momento exato em que são necessárias, o desperdício não pode ser eliminado (NETO, 1992; OHNO, 1997 e SUCENA, 2013).

Desta forma, Tubino (2000), complementa que no sistema *kanban* de puxar a produção não se produz nada até que o cliente (interno ou externo) de seu processo faça a solicitação de determinado item. Neste caso, as ordens de fabricação são emitidas apenas para a montagem final com base nas informações do PMP, fluxo apresentado na Figura 3, ou ainda, é um sistema de reabastecimento oposto aos sistemas baseados na programação (ALVES E SANTOS, 2013 e MOURA, 1989).

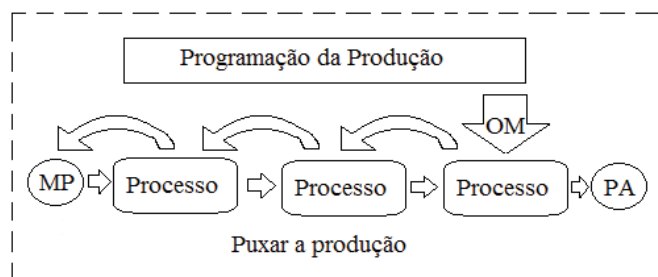


Figura 3: Fluxo do Sistema de Puxar a produção
Fonte: Tubino (2000)

Desta forma, Tubino (2000) e Ohno (1997), descrevem que o sistema *Kanban* simplifica muito as atividades de curto prazo desempenhadas pelo PCP nos processos repetitivos em lotes, possibilitando o controle da produção de uma empresa.

Conforme citado por Moura (1989), Ohno (1997) e Tubino (2000), dentre as funções do *kanban*, têm-se:

- minimizar o inventário em processo, impedindo a superprodução, definido o que, quanto e quando produzir;
- simplificar o controle dos estoques em processo, mantendo o controle sobre os mesmos;
- reduzir ou acelerar o lead time de produção;
- evitar a transmissão de flutuações ampliadas de produção entre processos, transporte excessivo;
- elevar o nível de controle da fábrica, fornecendo informações sobre apanhar ou transportar, possibilitando aos supervisores e operadores o controle da produção e estoque;
- reagir mais rapidamente à mudança da demanda;
- reduzir defeitos, impedindo produtos defeituosos através do processo que os produz.

2.4 – Sistema Híbrido de produção

Conforme citado por Martins e Laugeni (2005), como os sistemas de controle da produção, tanto puxado quanto empurrado, não são mutuamente exclusivos, eles poderão coexistir pacificamente, pois há diferenças significativas entre os mesmos, o que depende da organização da fábrica e das características da demanda do cliente. Desta forma, tem-se outro sistema dentro da filosofia do JIT, é o CONWIP (*Constant Work in Process*), que compartilha os benefícios de redução de estoque com o *Kanban*, e conforme citado por Barco e Villela (2008), é aplicável a um maior número de ambientes produtivos. O mesmo também é chamado de sistema híbrido de produção, pois trabalha tanto com decisões baseadas no nível de estoque (produção puxada), quanto com base na transformação das necessidades do PMP em necessidade de itens (produção empurrada).

Segundo Souza (2011), Barco e Villela (2008) e Rivero (2006), o CONWIP consiste numa estratégia de produção onde se permite um nível máximo de inventário em processo em toda a linha de produção, ou dentro de um sistema ao mesmo tempo, estabelecendo uma

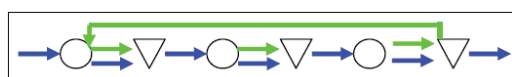
flutuação livre entre os recursos, possibilitando tratamentos iguais entre os recursos da linha, não importando o seu nível de posicionamento e capacidade produtiva.

Para Rivero (2006), com a utilização do CONWIP ocorre uma nivelção da produção, e a autorização para produzir determinado item é dada pela demanda, tendo-se a premissa do sistema puxado, com um controle mínimo dos inventários uma vez que estão na linha de produção, usando o MRP apenas como sistema de informação e não como controle de produção.

O CONWIP trabalha com uma embalagem ou contêiner que transporta determinada quantidade de material a ser processada juntamente com um cartão que é fixado neste, controlando o material que ingressa no sistema no início da linha, passando por todos os estágios do processo produtivo, até chegar ao estoque destinado aos produtos finais, desta forma, também se constituindo em uma forma específica de *Kanban*, baseado em sinais (BARCO E VILLELA, 2008; SOUZA, 2011 e RIVERO, 2006).

Desta forma, há um número pré-definido de cartões que definem uma quantidade fixa e constante de estoques em processo para a linha. Souza (2011), Barco e Villela (2008) e Rivero (2006), ainda descrevem que, quando um contêiner é usado no final da linha, ou seja, o cliente retira o estoque e o cartão é removido e enviado para o início do processo produtivo, onde espera na fila de cartões para ser fixado a outro contêiner, assim o cartão percorre o sentido contrário do fluxo de materiais, porém cada operação está ligada a outra por um fluxo de informação. Outro ponto é o de que o cartão compõe uma lista de produção, conhecida como *backlog list*, a qual é responsável por determinar qual o item que tem prioridade de produção.

A Figura 4 mostra, esquematicamente, o fluxo de materiais e de informação do CONWIP, que visa respeitar a ordem, FIFO, utilizando o sistema de controle de produção puxado (*pull*), onde até a última operação se finaliza o produto e da última operação em diante se utiliza o sistema de controle de produção empurrada (*push*), (RIVERO, 2006 e BARCO E VILLELA, 2008).



Legenda:

- Fluxo Informação
- Fluxo Material
- ▽ Estoque
- Operações

Figura 4 : Fluxo de Materiais e Informação no CONWIP

Fonte : Rivero (2006)

2.5 – Perdas nos Sistemas Produtivos

Para Zaccolo (1998), Moura (1989) e Sucena (2013), a perda é considerada como algo que agrega custo, sendo não estritamente necessário ao processo, ou seja, é tudo aquilo que não acrescenta nenhum valor ao produto. Pode ser considerada como o valor dos bens e / ou serviços consumidos de forma anormal, voluntária ou involuntariamente (diferença entre gasto e custo). Assim Ohno (1997), descreve que a verdadeira melhoria na eficiência surge quando se produz zero desperdício e leva-se a porcentagem de trabalho para 100%.

Desta forma, podem ser tomadas ações gerenciais visando reduzir ou eliminar os sete tipos principais de desperdícios, citados a seguir, conforme o Glossário de Lean (2003), Zaccolo (1998), Ohno (1997) e Moura (1989), que são comumente encontrados na produção, pois as perdas são uma das principais causas da baixa produtividade.

1) Produção em excesso ou superprodução: são relativas à produção em excesso, visando compensar rejeições ou praticar lotes econômicos, conforme citado por Correa (2001), o ideal é estabelecer um fluxo de materiais suave, se possível contínuo, fazendo com que o lote de transferência seja menor que o lote de processamento. Slack (2002) cita que o trabalho em lotes é uma das maiores causas de atrasos nas operações. Zaccolo (1998) considera que esta perda visa se antecipar as necessidades internas ou externas, assim Moura (1989) acrescenta que desta forma está se utilizando o material necessário para outras peças. Pode-se adotar como ação: o nivelamento das quantidades, sincronização da produção, melhoria na operação e redução do setup. Conforme descrito pelo Glossário do Lean (2003), esta é a pior forma de desperdício, pois contribui para a ocorrência dos outros seis;

2) Perdas por espera: Moura (1989), cita que pode ser o operador esperando enquanto as máquinas operam, Zaccolo (1998) destaca falhas no equipamento, peças necessárias que não chegam, ou ao tempo que os materiais guardam para serem processados ou para serem transferidos. Correa (2001) enfatiza que se pode adotar como ação a troca rápida de ferramentas, técnicas de sincronização da produção, manutenção preventiva e preditiva. Slack (2002) considera que as quebras de máquinas são muito mais custosas em termos reais do que muitas operações. Tradicionalmente, uma hora de quebra é vista como tendo o custo de uma hora de perda de capacidade, ou menos, se a falha não ocorre no gargalo, ou conforme comentado por Correa (2001), uma hora ganha num recurso não gargalo não é nada. Para complementar Goldratt e Cox (1994) e Correa (2001), descrevem que a capacidade da fábrica é igual à capacidade dos gargalos. Assim, uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro, pois é o recurso gargalo que limita a capacidade de fluxo do sistema global.

Torna-se a partir disto, necessário certificar-se que o tempo do gargalo não está sendo desperdiçado, citando-se as maneiras de fazê-lo:

- o gargalo não pode ficar parado e deve-se evitar o processamento de peças com defeito. Se a peça for incorporada pelo mesmo e rejeitada posteriormente, haverá uma perda de tempo no sistema que não poderá ser recuperada. Torna-se necessário um bom controle do processo, podendo-se utilizar a inspeção de pessoas que já trabalham no gargalo;
- evitar o desperdício de tempo do gargalo em peças que não contribuirão para o ganho, ou seja, que não são necessárias. Pode-se recorrer então a outras máquinas ou fornecedores que fazem o mesmo trabalho.

3) Perdas por fazer produtos defeituosos: ocorrem devido defeitos durante o processo e defeitos gerados na operação. Estes podem ser minimizados elaborando-se um estudo dos processos, desenvolvendo-se dispositivos a prova de falha e realizar inspeções preventivas. Os custos reais por não se ter qualidade deveriam incluir todo o tempo gerencial despendido na organização do retrabalho, conforme descreve Slack (2002), porém deve-se considerar que o desempenho da qualidade está centrado nos indivíduos, que melhoram a forma de executar seu trabalho, mas que aprendem com a experiência, (Spear e Bowen, 1999). Não está centrado em procedimentos, técnicas ou filosofias (estes são apenas meios para o fim), para influenciar as contribuições individuais.

Desta forma, conforme Spear e Bowen (1999), e o Glossário do Lean (2003), é necessário prover métodos que ajudam os operadores a evitar erros em seu trabalho. Os exemplos comuns incluem: projetos de produto com formas físicas que tornam impossível a montagem de peças de uma maneira que não seja a correta; fotocélulas acima dos contêineres das peças, a fim de evitar que um produto passe para a etapa seguinte; ou sistema mais complexo de monitoramento de peças, também com fotocélulas, mas com a lógica adicional de garantir que a combinação correta de peças tenha sido feita para o produto que está sendo montado.

4) Perdas por estoque: conforme Zaccolo (1998), estas perdas ocorrem quando se possui estoques maiores que o mínimo necessário, envolvendo produtos em processo e / ou produtos acabados. Moura (1989) cita que este tipo de perda requer registros de movimentação de material extra, assim como alguns materiais tendem a se tornar obsoletos. Como ação pode-se optar por analisar o lead time, realizar a produção de pequenos lotes com trocas rápidas de ferramentas (Correa, 2001). Conforme Slack (2002), os estoques obscurecem os problemas da operação. Melhorando-se este item consegue-se medir a eficiência do sistema, fortalecendo os pontos fracos e minimizando os gargalos;

5) Perdas no movimento: são ocasionadas por movimentos desnecessários dos trabalhadores, seja na busca de ferramentas ou de informações. Também são citados como perda no movimento, por Moura (1989), as longas preparações de máquina e a produção de peças com defeito. São propostas ações como o estudo dos tempos e movimentos e ergonomia do posto de trabalho;

6) Perdas no processamento em si: ocorrem ao se realizar etapas desnecessárias ou incorretas, geralmente devido a equipamento ou projeto ruim. Estas perdas podem ser evitadas com a adoção da engenharia e análise de valor (ZACCOLO, 1998);

7) Perdas por transporte: estas ocorrem durante a movimentação de materiais ou o carregamento de peças entre setores. Minimizar estas perdas refere-se a eliminar tanto quanto possível a movimentação, optando-se também pelo estudo do layout. Moura (1989) destaca as filas de materiais, que ocupam espaço e aumentam o tempo do ciclo de manufatura. O transporte e a separação reduzem o imperativo da velocidade, segundo Slack (2002), assim um fluxo de informações ou de materiais suave também depende da eliminação dos gargalos, ou conforme Correa (2001), identificar os recursos que vão limitar o fluxo do sistema.

2.6 – Estoques

A administração dos estoques é a primeira atividade dentro da programação da produção. Constitui-se em quaisquer quantidades de bens físicos que sejam conservados de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo. Há fórmulas matemáticas que permitem dimensionar os estoques médios, mínimos, de segurança, lotes econômicos e uma série infinda de conceitos teóricos sobre como administrar cientificamente os níveis dos estoques e diferenciá-los quanto a suas importâncias (TUBINO, 2000, NETO, 1992 e MOREIRA, 2004).

Os estoques físicos são normalmente categorizados por sua posição no fluxo de valor, por seu objetivo e frequência de consumo. Desta forma, para indicar a posição dos estoques são utilizados termos como: matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados. Quanto aos objetivos do estoque, utilizam-se os termos de: estoque de segurança, pulmões, e estoques para expedição. Quanto à frequência de consumo, podem ser classificados como: estoque vivo, adormecido ou morto. Assim, os estoques têm sempre uma posição, um objetivo e uma frequência de consumo (GLOSSÁRIO LEAN, 2003 e MOURA, 1989 e 2004).

Seguem os tipos de estoques (CORREA, 2001; GLOSSÁRIO LEAN, 2003; MAIA, 2013; MOREIRA, 2004; MOURA, 1989 e 2004 e NETO, 1992):

- Pulmão (*Buffer Stock*): produtos normalmente na parte final do fluxo de valor em uma planta ou processo, visando proteger o cliente caso haja aumento repentino da demanda no curto prazo, que exceda a capacidade de produção;
- Estoque de segurança: produtos mantidos em qualquer ponto, para evitar que os clientes posteriores ao fluxo de produção fiquem desabastecidos por uma ineficácia do processo anterior;
- Estoque padrão ou em processo (*Work in Process*): quantidade de estoque necessário antes de cada etapa de processamento para que este flua suavemente. O tamanho do estoque dependerá da amplitude de variação da demanda fluxo posterior (criando-se a necessidade de pulmões) e fluxo anterior (criando-se a necessidade de estoques de segurança), podendo ser também constituído de produtos semiacabados ou montagens parciais. Dentro da filosofia JIT, o estoque em processo é o número mínimo de peças necessárias para manter uma célula ou processo fluindo sem problemas, porém quanto maiores os estoques entre duas fases de um processo de transformação, mais independentes entre si essas fases são, no sentido de que interrupções de uma não afetarão a outra;
- Estoque para expedição ou de produto acabado: produtos no extremo final do processo de uma planta, que foram produzidos para atender ao próximo carregamento. Este tem o valor de mercado correspondente aos produtos acabados;
- Matéria-prima: itens em uma planta que ainda não foram processados pode-se considerar que estes têm o seu valor equivalente ao de mercado de matéria-prima, servem também para regular diferentes taxas de suprimento;
- Estoque vivo: ativo e em funcionamento, refere-se aos componentes que estão sendo consumidos no momento. Este é o estoque ideal que as empresas desejam ter;
- Estoque adormecido: é aquele que está aguardando processamento. Um sintoma são os materiais e produtos em filas e esperas. Uma oportunidade é que ao se eliminar material desnecessário em processo, cria-se 30-40% mais espaço no piso. Um fato é que mais de 50% do espaço das fábricas é usado para acomodar estoque adormecido, sendo que este não exige apenas área para estocagem, mas também equipamentos para a movimentação, o que constitui em um desperdício;
- Estoque morto: uma das causas é o tradicional sistema em lotes, quando é utilizado para funcionar com grandes volumes de material em processo, desta forma as alterações em projeto ou modelo são um dos maiores “desperdícios” da manutenção de estoques, sendo que praticamente nenhum almoxarifado guarda dentro de si apenas os itens que estejam em vigor no mercado.

2.7 - Armazenagem e Movimentação de Materiais

O almoxarifado está diretamente ligado à movimentação ou transporte interno de cargas, e não se pode separá-lo, desta forma torna-se ideal estabelecer um método adequado para estocar matéria-prima, peças em processamento e produtos acabados, visando com isto reduzir os custos da operação, melhorar a qualidade dos produtos e acelerar o ritmo dos trabalhos (DIAS, 1993 e 1995).

Para que o almoxarifado seja eficiente, é necessário que seja adaptado as condições específicas da armazenagem e da organização, sendo que os problemas e características dos mesmos estão atrelados com a natureza do material movimentado e armazenado, entretanto o ideal seria que o armazenamento de peças e materiais fosse realizado o mais próximo possível das operações que os utilizam, o que caracteriza a armazenagem no ponto de uso (DIAS, 1993 e GLOSSÁRIO LEAN, 2003).

Os mesmos têm um papel importante nos diversos níveis da cadeia de abastecimento, podendo ter várias funções de acordo com suas características e níveis de complexidade, conforme descrito por Edwards (2000), onde seguem os principais tipos de almoxarifados: de Fábrica, Centrais, Varejistas e de Distribuição.

Conforme Edwards (2000), a configuração dos almoxarifados está interligada também com o gerenciamento que é realizado a nível de sistema, desta forma, é possível configurar os mesmo de acordo com a característica física de movimentação de seus produtos, ou conforme Dias (1993), é necessário adequar o mesmo ao layout da fábrica, visando economia e rendimento no atendimento dos pedidos e produtos a serem estocados. Assim, têm-se as características na identificação e localização dos produtos fornecidos:

- Locais lógicos: é quando um produto tem um local principal de armazenagem, mas devido a quantidade do mesmo, quantidade elevada ou parcial, parte é destinada para outro local, ficando a nível de sistema as quantidades registradas no local principal e de variação.

- Locais físicos: são aqueles que existem fisicamente no almoxarifado ou são áreas consideradas parte do mesmo, como exemplo: corredor ou prateleira.

- Local temporário: são usados para itens que posteriormente serão movimentados para outros setores, nestes o material é movimentado automaticamente não havendo a necessidade de autorização expressa.

Outro ponto é a maneira como ocorre a permissão para abastecimento do almoxarifado, retirada e reabastecimento de peças, que permitem definir o tipo de movimentação de itens em cada local, (Edwards, 2000). Desta forma, é estabelecida a

integração do fluxo dos materiais, onde o mesmo precisa estar definido de maneira simples com o arranjo dos operadores, máquinas e materiais, combinado com as características que conferem maior produtividade ao elemento humano. Conforme Dias (1993), não existe um critério para avaliar a adequação de um *layout* a determinada atividade, tudo depende da meta a ser atingida e dos fatores que influem no fluxograma da mesma.

Portanto, uma das classificações da fabricação, segundo as operações intermitentes que são realizadas provem da produção em lotes, onde o *layout* funcional ou por processo caracteriza-se por centros de trabalho separados, que processam uma variedade de peças e são compostos por máquinas idênticas e similares, peças que se movimentam em lotes, grandes estoque de material em processo, utilização flexível do equipamento, prática de lotes econômicos, programação complexa e de alto custo, sendo que a trajetória das peças não é tão curta ou lógica (DIAS, 1993 e MOURA, 2004). A Figura 5 esquematiza a situação.

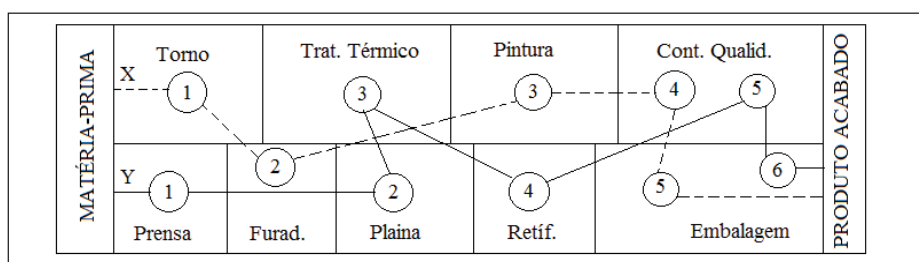


Figura 5: *Layout* funcional ou de processo
Fonte: Dias (1993)

Caso houver necessidade de avaliar alguns princípios de arranjo físico ou transporte interno, adequados a um determinado arranjo físico de uma instalação existente, torna-se necessário observar algumas particularidades, (Dias, 1993), como:

- o arranjo físico é a disposição a ser dada às diversas seções da fábrica e às máquinas, dentro de cada seção;
- a movimentação de materiais refere-se à escolha do equipamento mais conveniente e econômico para levar o material entre os setores ou máquinas.

Através da revisão bibliográfica realizada, percebe-se a influência que os setores produtivos sofreram com o surgimento de novas técnicas produtivas, concorrência e demanda de produtos, repercutindo em diferentes formas de controle da produção.

Dependendo da escala de produção, previsão de demanda e colocação de pedidos se tem uma produção puxada, empurrada ou sistema misto, determinando diferentes

necessidades de estoques para as empresas, sendo estes também decorrentes do layout empregado para o processo produtivo.

3 – DESENVOLVIMENTO

3.1 – Ambiente de Trabalho da Fábrica

Segue a descrição do ambiente das três fábricas analisadas durante a realização deste trabalho, Fábricas A, B e C.

As máquinas na produção estão agrupadas conforme um *layout* funcional, onde na Fábrica A está localizado o setor de estamparia, representado na Figura 06, com as seguintes máquinas:

- corte laser e plasma: corte em peças com geometria complexa e chapas de espessura de 0,8 mm até 38 mm;
- guilhotinas: para corte em tiras de chapas que seguem para as operações de estampagem;
- prensas hidráulicas, excêntricas e de fricção: destinadas para executar operações de estampar, dobrar, repuxar e planificar peças;
- calandras: operações de conformar e planificar;
- viradeiras: máquinas destinadas para dobra de peças, desde pequenas dimensões até 6 metros de comprimento.

O setor de usinagem encontra-se dividido entre duas unidades fabris, Fábrica A e B, sendo na Fábrica A realização de operações em peças que envolvem principalmente furação de chapas e na Fábrica B (representada na Figura 07), a usinagem de conjuntos soldados e aços redondos, agrupadas também por operações, onde se encontram as máquinas:

- furadeiras: estas estão divididas em furadeiras de bancada e radiais, localizadas ao lado do setor de estamparia na Fábrica A;
- tornos CNC na Fábrica B: usinagem em aços redondos;
- centros de usinagem CNC na Fábrica B: com máquinas para usinagem horizontal e vertical, envolve principalmente usinagem em peças de grandes dimensões e conjuntos soldados. Também possui máquinas como geradora de engrenagens e máquina brochadeira.

Os setores de solda estão localizados nas Fábricas A e C, e estão separados por linhas de produtos e acessórios. A Figura 08 representa o *layout* da Fábrica C.

Desta forma, as Fábricas A e B, possuem um fluxo de produção onde os lotes são movimentados entre os centros de trabalho ou máquinas com operações similares, como: dobra em viradeiras, estampagem em prensas, planificação em calandras, fazendo com que

em sua grande maioria haja uma grande quantidade de material em processo entre cada grupo de máquinas.

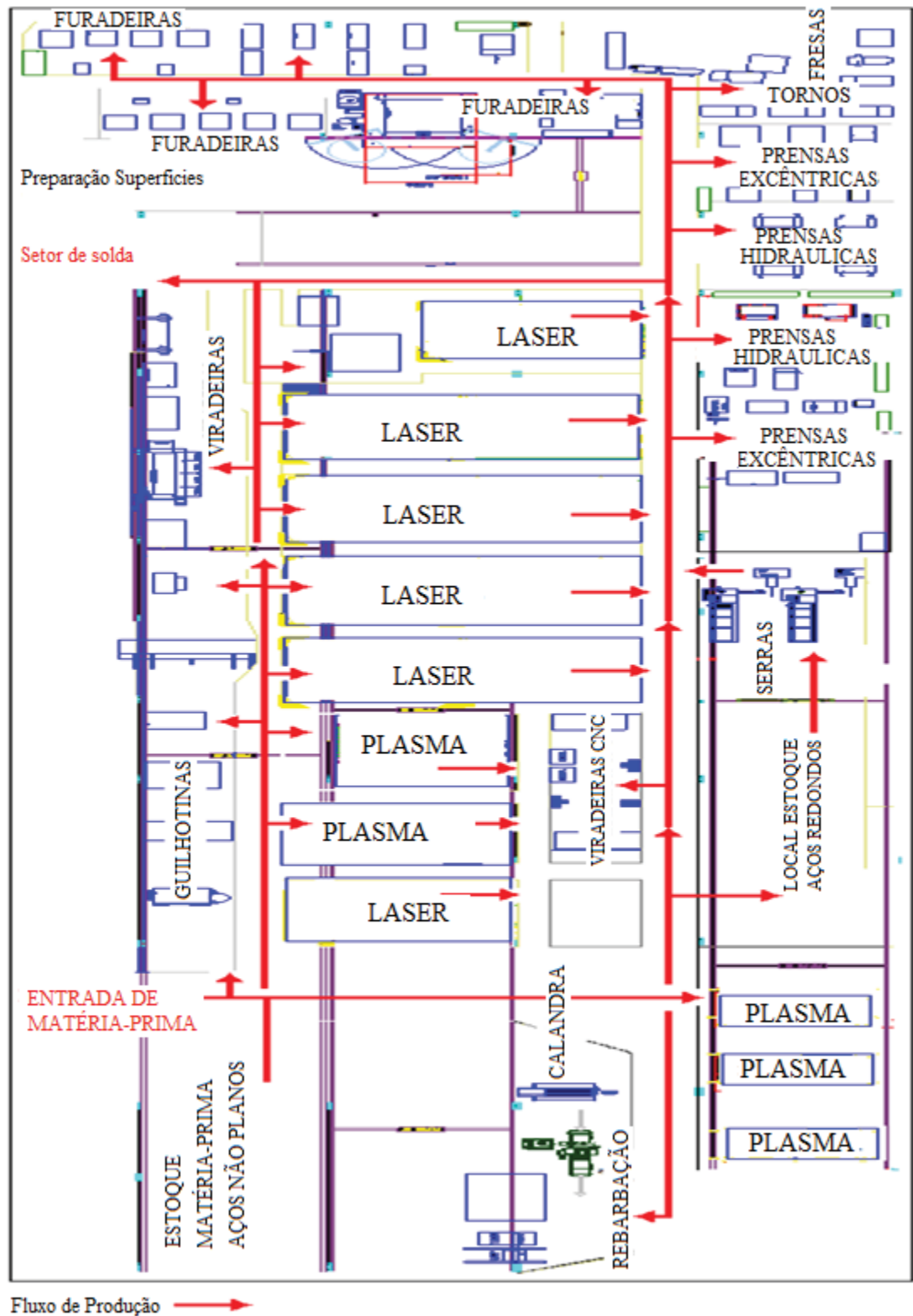


Figura 06: *Layout* da Estamparia, Fábrica A
Fonte: Empresa estudada

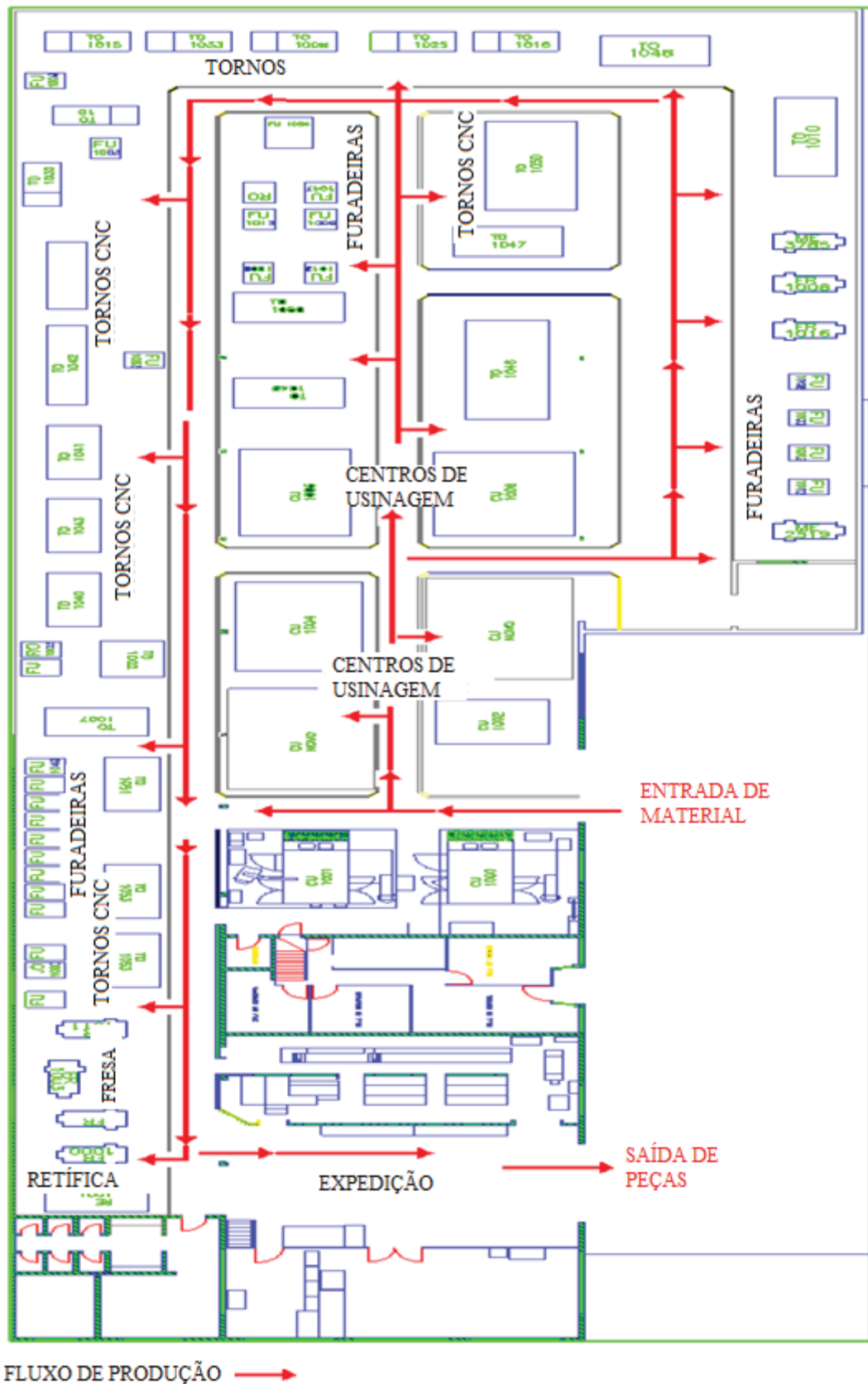


Figura 07: *Layout* da Usinagem, Fábrica B
 Fonte: Empresa estudada

Na Fábrica C, os postos de trabalho estão separados por setores de solda, que são abastecidos por carros kit, que contém as peças necessárias para a solda dos componentes. Após soldados, os conjuntos seguem para a preparação se superfícies, pintura e expedição.

Desta forma, as Fábricas A e B recebem quase que diariamente as ordens de fabricação, fazendo com que muitos lotes programados na semana ou data vigente acabem se juntando aos lotes em atraso, que já estão com o material em processo, aguardando a realização da próxima operação, havendo com isso aumento do material em processo.

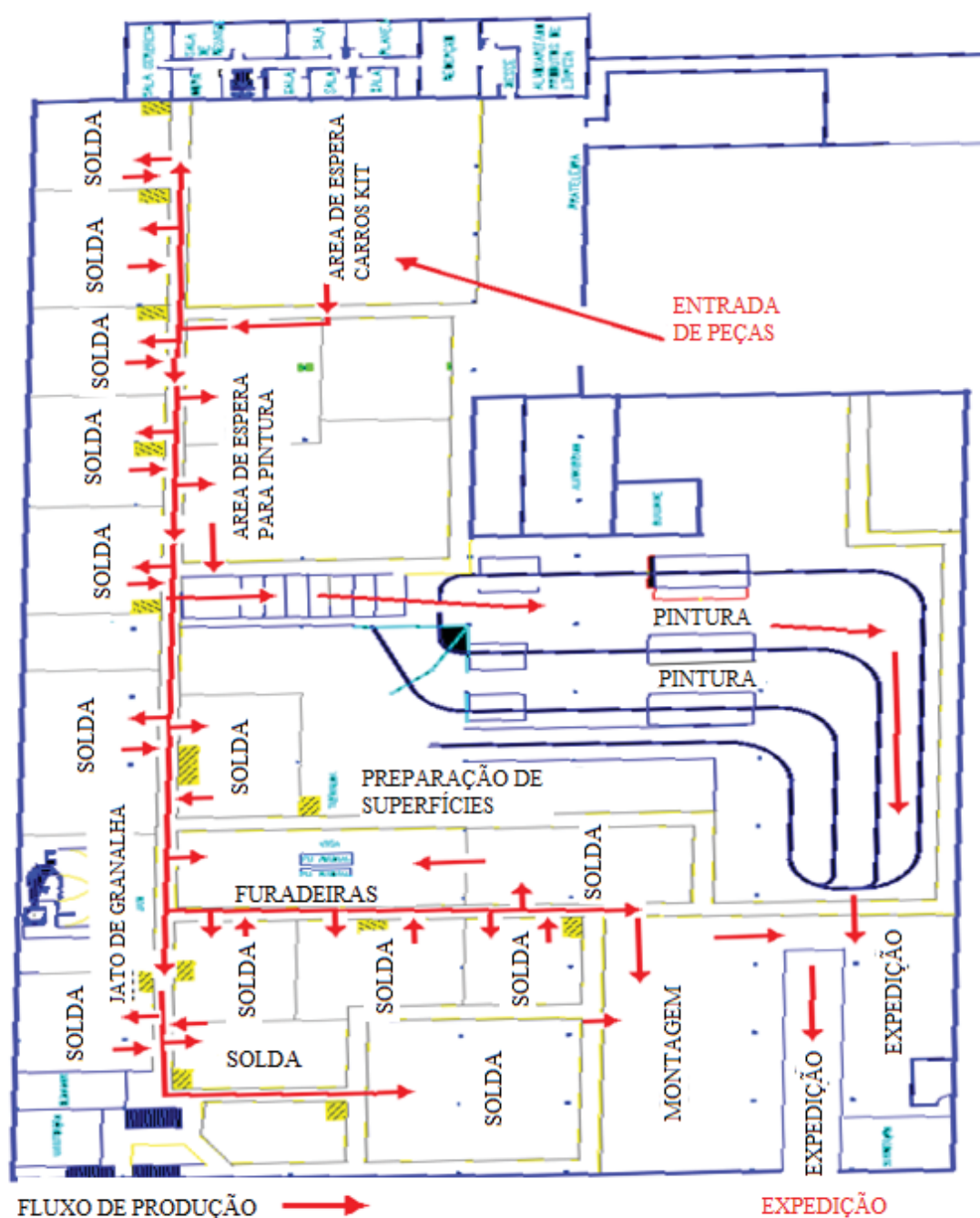


Figura 08: *Layout* da Fábrica C
Fonte: Empresa estudada

3.2 – Diagnóstico Inicial da Programação da Produção

Inicialmente, segue a descrição das atividades realizadas pelo PCP da Empresa estudada, compreendendo a rotina de trabalho com a qual o setor está envolvido.

O PCP recebe os pedidos da área comercial, analisa os mesmos, comparando o que tem em andamento na produção e em estoque, e gera o Plano Mestre de Produção (PMP).

O PMP explode as necessidades de compras que são repassadas ao Setor de Compras e, também, gera as Ordens de Fabricação (OFs), que são repassadas aos Setores de Estamparia e Usinagem.

O PMP é calculado uma vez ao mês, sendo que as OFs são emitidas para a produção de peças, obedecendo a um prazo de fabricação aproximado de uma semana, sendo que dentro da semana são liberados vários planos referentes a produtos específicos, visando atender muitas vezes prazos de entregas diferentes. Depois segue uma semana para a solda dos componentes e uma semana para a montagem final, ou seja, um lead time de três semanas, entre a emissão das OFs até a conclusão do produto final.

Através do PMP, também é realizado pelo PCP juntamente com o Departamento Industrial, a análise da capacidade de produção ou o balanceamento de carga máquina, onde são tomadas ações considerando-se o total de horas programadas dentro do mês e a disponibilidade de horas máquina, tomando-se as ações necessárias para o cumprimento do programa de produção estabelecido. A Figura 09 demonstra os dados da análise de balanceamento de carga máquina.

Recursos		Turnos	Total Dias Úteis	Capacidade Instalada	Mês				
Máquinas	Quantidade Máquinas				Índice Operacional Global	Capacidade Instalada Real (Horas)	Horas Programadas	Atrasos em horas	Saldo Horas
Laser	5	3	20	2400	86%	2064	1888	200	-24
Plasma Puncionadeira	2	2	20	804	62%	498	290	25	183
Plasma	3	3	20	1540	61%	939	1261	180	-502

Figura 09: Balanceamento de carga máquina

Fonte: Empresa estudada

Com base no PMP, também são estabelecidas as metas mensais de produção, onde a evolução das mesmas é repassada aos setores envolvidos.

O sistema de produção utilizado pela Empresa consiste na filosofia de “empurrar a produção”, onde as OFs são entregues para os setores que fabricam as peças e para a fabricação dos conjuntos finais para terceiros, sendo que para a solda e montagem de

implementos há monitoramento por planilhas, com as quantidades distribuídas ao longo das semanas que compõem o mês, sob o conhecimento do supervisor da solda, que aciona a fabricação dos itens.

Desta forma, foi realizado um diagnóstico pela supervisão da estamparia, através de entrevistas com os líderes das demais áreas envolvidos na fabricação de peças, sendo elas: os setores de corte térmico e de usinagem. Entrevistas com funcionários do setor de PCP e logística interna, observação do fluxo de produção e controle das peças fabricadas envolvendo a fabricação durante um período de três meses. As informações provenientes dos dados das entrevistas e observações realizadas foram repassadas para um relatório que, posteriormente, foi repassado à gerência do Departamento Industrial. A seguir são apresentados os pontos que foram observados e descritos de uma forma ampla no relatório, envolvendo as atividades realizadas pelo PCP:

a) falhas no sequenciamento das ordens de fabricação, considerando o tempo insuficiente para o planejamento dos setores que fabricam as peças com relação ao prazo de execução das OFs (prazo estabelecido de uma semana para a fabricação das peças);

b) repetição de lotes de peças programados dentro da semana, uma vez que há vários planos de produção programados e liberados para produção;

c) dificuldade em visualizar quais os itens a serem produzidos dentro de cada semana, pois o sistema de produção “empurrado” tende a liberar OFs na produção, podendo haver peças em processo ou OFs que ainda não foram iniciadas;

d) dificuldade no atendimento de antecipações de produção ou incremento de pedidos, que não estavam previstos dentro da programação semanal;

e) acúmulo de grande quantidade de peças em processo, entre as máquinas, principalmente após a primeira operação, envolvendo as viradeiras e calandras, dificultando o estabelecimento de prioridade nos itens a serem fabricados conforme data de entrega das OFs;

f) encerramento e apontamento da Ordem de Fabricação na produção após a realização da última etapa de operação na peça.

3.3 – Os Indicadores da Programação da Produção

Considerando-se o estágio inicial da análise da programação da produção, a quantidade total de planos de produção emitidos, durante o período analisado foram de 562 planos, totalizando a quantidade de 97.872 Ordens de Fabricação emitidas, analisando-se um

total de sete meses de programação, que foi o tempo disponibilizado pela Empresa para a realização do presente trabalho.

As linhas de solda foram monitoradas através do abastecimento dos carros kit, onde os itens que foram controlados no sistema híbrido de produção (CONWIP), correspondem a 41 peças, que na montagem ou solda, auxiliam na finalização de 36 produtos acabados.

Estes itens são serrados na Fábrica A, seguem para usinagem na Fábrica B, onde depois de finalizados são enviados ao almoxarifado de peças que antecede o processo de solda, localizado na Fábrica C, sendo então soldados.

O comportamento das 41 peças analisadas no período está representado na Figura 10, onde se tem a representação mensal das quantidades vendidas e produzidas.

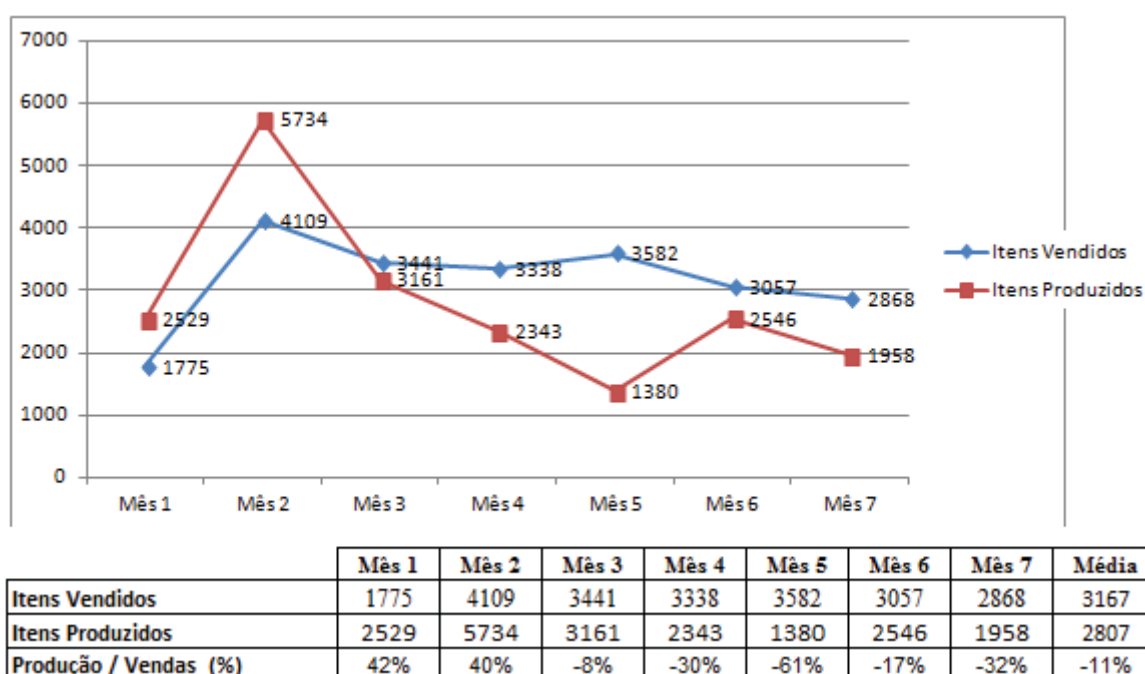


Figura 10: Itens vendidos x Itens produzidos (indicadores situação inicial)

Observa-se, na Figura 10, que as quantidades produzidas no primeiro e segundo meses foram superiores ao que foi vendido e as quantidades produzidas nos demais meses foram inferiores ao que foi vendido, o que pode ser decorrente de um estoque elevado (superprodução) de itens no início do primeiro período. Assim, o ideal é que tudo o que é produzido seja vendido evitando-se estoques, entretanto a diferença média entre o produzido e vendido foi de -11%.

Dentre os motivos para esta grande diferença entre o produzido e o vendido destacam-se os seguintes pontos: restrição por parte do setor produtivo em visualizar quais os itens a serem produzidos dentro de cada semana e o prazo insuficiente para a fabricação das

peças, uma vez que não há uma forma visual de se identificar o que está em atraso, sendo que prazo para produzir os itens é de uma semana.

Considerando que são liberados vários planos de produção dentro de uma mesma semana, o setor produtivo (serra), nos casos onde a quantidade de itens a ser fabricada de uma mesma bitola de material corresponde a uma quantidade inferior a uma barra de matéria-prima, aguarda acumular uma determinada quantidade de ordens de fabricação referente a esta bitola de material suficiente para serrar uma barra, visando com isso melhor aproveitar o setup da máquina, principalmente para os itens serrados.

Considerando o abastecimento das linhas de solda, o percentual de produtos acabados que estavam abastecidos de acordo com a programação no início de cada um dos períodos está representado na Tabela 1, onde o cálculo referente ao percentual de itens abastecidos no início de cada período foi realizado utilizando os seguintes critérios:

$$\frac{\text{Total de itens abastecidos no início do mês}}{\text{Total de itens programados no mês}} \times 100 = \text{Valor \%}$$

Tabela 1: Percentual de abastecimento na linha de solda.

Percentual de abastecimento no início de cada período							
Períodos	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7
% abastecido	51%	81%	51%	73%	43%	51%	73%

O percentual atingido na meta mensal de produção, resultado percentual entre o que foi programado e o produzido, considerando os sete períodos analisados em três Fábricas, está representado na Tabela 2, onde o cálculo referente ao percentual atingido da meta de produção segue a fórmula:

$$\frac{\text{Quantidade produzida dentro do mês}}{\text{Meta mensal estipulada pela Empresa}} \times 100 = \text{Valor \%}$$

Tabela 2: Percentual atingido da meta de produção

Percentual atingido da meta de produção								
	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Média
Fábrica A	67,4%	90,8%	79,9%	90,5%	69,3%	94,9%	87,0%	82,8%
Fábrica B	92,1%	53,3%	65,4%	71,6%	65,3%	83,1%	80,9%	73,1%
Fábrica C	86,0%	91,6%	86,3%	73,5%	78,8%	74,8%	74,2%	80,7%

3.4 - O Método para Gestão das Ordens de Produção

No diagnóstico inicial da programação da produção foram observados e descritos tópicos que envolvem as atividades realizadas pelo PCP. Através destes, elaborou-se uma metodologia para a liberação das OFs na produção, obedecendo aos tópicos descritos a seguir, que visam propor um método para gestão das ordens de produção em processos de corte, conformação e usinagem na Empresa estudada, visando atender os itens apresentados no diagnóstico inicial (itens a,b,c,d,e,f):

- A liberação das ordens de fabricação (implementos + componentes), passou a ser realizada uma vez por semana (planos calculados uma vez por semana), fixando quatro cores para as OFs, sendo elas: branca, azul, rosa e verde. O dia da semana em que as OFs são repassadas para os setores de estamparia e usinagem é na quinta-feira de cada semana, com exceção nos dias em que há feriados. Assim foi estabelecida uma semana para o início do corte das peças nos processos de corte laser, plasma, serra e guilhotina, e outra semana (segunda semana), para as operações posteriores como: dobra em prensas, dobra em viradeiras, calandra, estampar em prensa, usinagem de peças. O cronograma de liberação das cores da OFs está representado na Figura 11, onde cada cor representa um período de tempo de duas semanas para fabricação das peças;

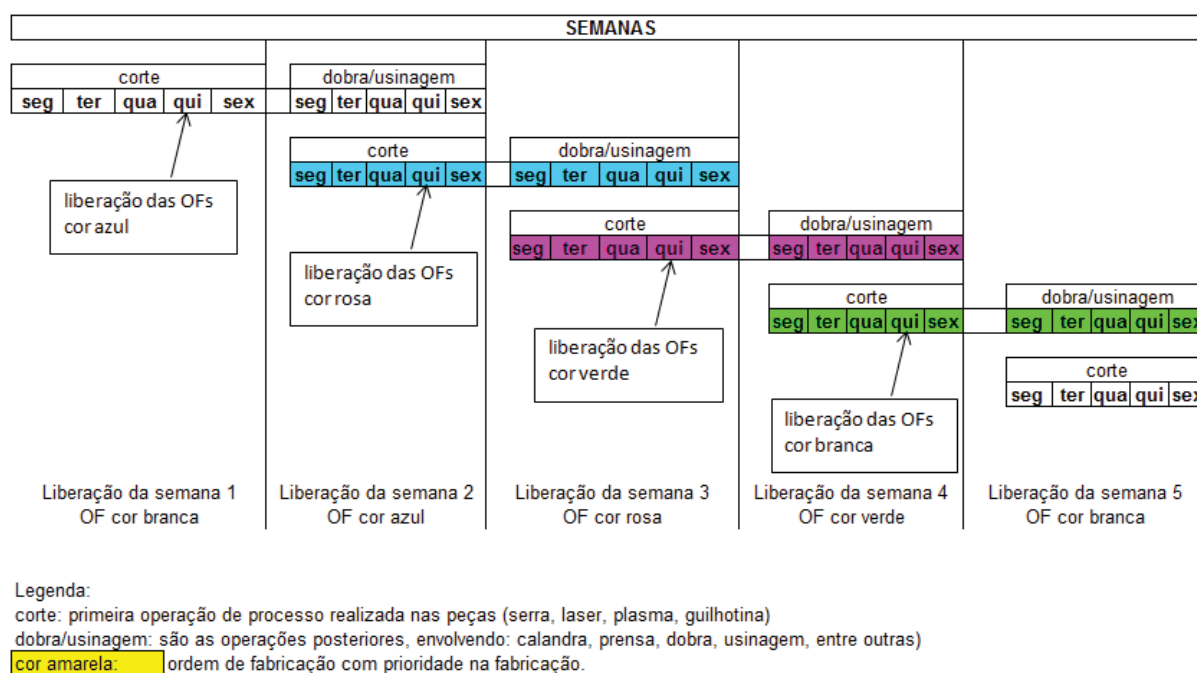


Figura 11: Cronograma de liberação das Ordens de Fabricação por cores

- Cada semana dentro do mês, tem uma cor de OF. Se o mês tiver cinco semanas, a cor da quinta semana será a mesma da primeira semana. Para peças urgentes, a cor para a OF é amarela, desta forma destacando visualmente o item urgente dentro da produção;

- A terceira semana é para a realização das operações de solda de componentes e montagem, havendo ainda a quarta semana, que é destinada a entrega do componente ou produto na expedição, estando este disponível para entrega;

- Orientou-se a área comercial para respeitar os prazos de colocação dos pedidos, seguindo o *lead time* mínimo de quatro semanas entre a colocação do pedido e entrega do mesmo, assim minimizando outra falha apontada que é o incremento de pedido ou solicitações de antecipação, os quais em inúmeras vezes geram transtorno na produção. Desta forma a produção tem uma semana para o corte das peças, a segunda semana para operações de dobra e usinagem, terceira semana para solda e a quarta semana para montagem do produto final;

- Referente aos vários planos de produção que são liberados dentro de uma mesma semana, passou a ser estipulada a liberação de dois planos semanais, onde foi agrupada a linha de implementos em um único plano de produção e em outro a linha de componentes para terceiros, desta forma visando reduzir a repetibilidade na emissão de determinadas OFs;

3.5 – Caracterização da Metodologia do Trabalho

A metodologia utilizada para a realização do trabalho consiste numa pesquisa com base empírica, no qual os participantes foram envolvidos de modo cooperativo e participativo.

Inicialmente apresenta-se o ambiente de trabalho das três fábricas da Empresa que estão envolvidas no trabalho, descritas como Fábrica A, B e C.

Realizou-se um levantamento de dados e o diagnóstico da situação de uma Empresa do ramo agrícola, referente aos setores de estamperia e usinagem, utilizando-se das informações fornecidas pelo setor de planejamento e controle de produção da empresa. Os dados são referentes aos indicadores da produção, envolvendo a quantidade de ordens de fabricação emitidas, o atendimento às linhas de solda e índices referentes à meta de produção mensal. Estas informações foram retiradas do sistema de informação da Empresa, por meio de relatórios que posteriormente foram tabulados.

O trabalho foi implantado e contou com o apoio da Direção da Empresa, onde foram destinados recursos para a alocação da área referente ao local das peças em processo, e posteriormente, foi realizado um trabalho de treinamento e conscientização da nova

metodologia de trabalho, que abrangeu as demais áreas da Empresa, como logística, produção, comercial e PCP.

Desta forma, buscou-se reorganizar o fluxo de produção dentro da fábrica na parte que abrange a fabricação de peças, tendo como ponto principal a ser atacado as peças em processo entre as máquinas operatrizes ou que estão aguardando a execução de alguma operação.

De forma paralela, foi realizado um trabalho referente ao método de gestão das ordens de fabricação para melhorar o sequenciamento das mesmas para a produção.

Após reorganizar o fluxo, adotou-se o trabalho de sistema híbrido de controle de produção para alguns itens usinados, que se referem às peças programadas em baixas quantidades semanalmente e que sofrem processos de usinagem, onde parte-se do princípio de que a operação de retirada de peças da embalagem que está no almoxarifado de peças que visa abastecer a solda, aciona um cartão *kanban* que libera a primeira operação de corte de um novo lote de peças.

Os resultados foram medidos por meio do sistema de informação da Empresa, utilizando-se relatórios que foram tabulados, onde foi disponibilizada a quantidade de ordens de fabricação emitidas, abastecimento das linhas de solda, índice da meta mensal de produção, entre outros.

3.6 – Almoxarifado Intermediário e CONWIP

Para evitar o acúmulo de peças em processo, entre as viradeiras, calandras e prensas, estruturou-se um almoxarifado intermediário de peças, que está localizado na Fábrica A, ao lado do setor de estamparia. Esta atividade também foi desenvolvida visando atender os itens do diagnóstico inicial (itens e, f). A Figura 12 ilustra a proposta do fluxo no almoxarifado.

Referente ao almoxarifado intermediário, que monitora as peças em processo, foi denominado de local 102 (representado na Figura 12). As principais finalidades dele são o apontamento das OFs após a execução da primeira operação nas peças, controle de fluxo e abastecimento de máquinas. Desta forma, estabelecendo uma rotina de trabalho, onde se tem o detalhamento das operações da Figura 12:

- local de estoque de matéria-prima: consistem no local onde são armazenadas as chapas e aços redondos. Correspondem aos materiais que vão ser necessários para a fabricação das peças;

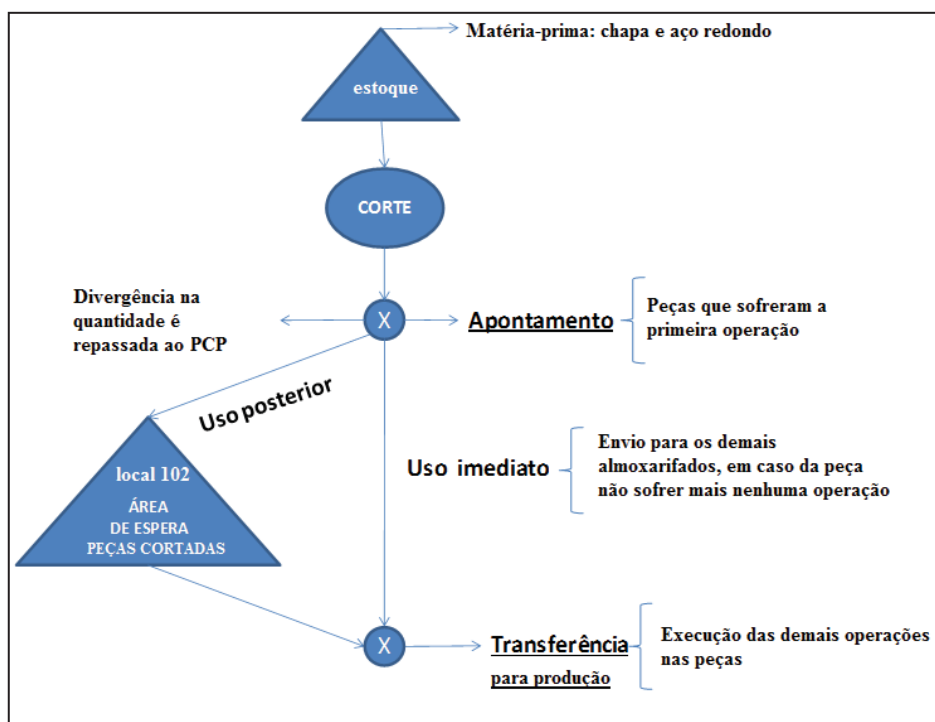


Figura 12: Fluxo no apontamento das Ordens de Fabricação no almoxarifado

- corte: toda a peça que sofrer a primeira operação no corte (laser, plasma, guilhotina, e serra), deve ser encaminhada até o almoxarifado (local 102), para que seja apontada;

- apontamento: o item ao chegar ao almoxarifado, se não sofrer mais nenhum processo posterior, é apontado via sistema e encaminhado para os demais almoxarifados na Empresa, considerando-se como peça pronta. Desta forma, via sistema a peça é apontada como local 1 (local de produção);

- local 102 (área de peças cortadas): se o item ao chegar ao almoxarifado precisar de uma operação posterior, como dobra, calandra, etc., o mesmo é apontado como local 102, e fica retido ou armazenado no almoxarifado, de acordo com a cor da OF;

- transferência: a saída das peças do almoxarifado (local 102), somente ocorre caso haja vaga nas máquinas da produção para processar a operação, obedecendo-se a cor da OF referente à semana mais antiga ou atrasada, ou no caso de solicitação do PCP.

O almoxarifado (local 102) é somente um local temporário para o armazenamento das peças em processo, uma vez que a finalidade do mesmo é de apontar e coordenar o fluxo de produção, desta forma, sempre haverá nas máquinas, como viradeiras, prensas e calandras, um local para peças em espera e outro de peças em processo.

O Fluxo de movimentação dos lotes no almoxarifado de peças está representado na Figura 13, onde se esquematiza a situação durante três semanas (semanas um, dois e três). Na

semana um, é liberado corte de peças com Ordem de Fabricação branca. Ao entrar no almoxarifado, realiza-se o apontamento na primeira operação. Na semana dois, libera-se o corte de peças com a Ordem de Fabricação Azul e a mesma começa a ingressar no almoxarifado. Como a semana dois refere-se à realização das operações posteriores nas peças com OF branca, a mesma começa a ser retirada do almoxarifado e direcionada para as máquinas. Desta forma, entra a OF azul e são retiradas as peças com OF branca. Ao iniciar a semana três, as OFs azuis são direcionadas para a saída do almoxarifado, e entram no mesmo fluxo as OFs de cor rosa. Desta forma, tem-se um lote de OFs com determinada cor entrando no almoxarifado, e um lote com outra cor saindo do almoxarifado.

O lote de peças é programado com uma determinada cor de OF, sendo que esta acompanha o lote deste o início até a sua chegada aos almoxarifados que abastecem as linhas de solda e montagem.

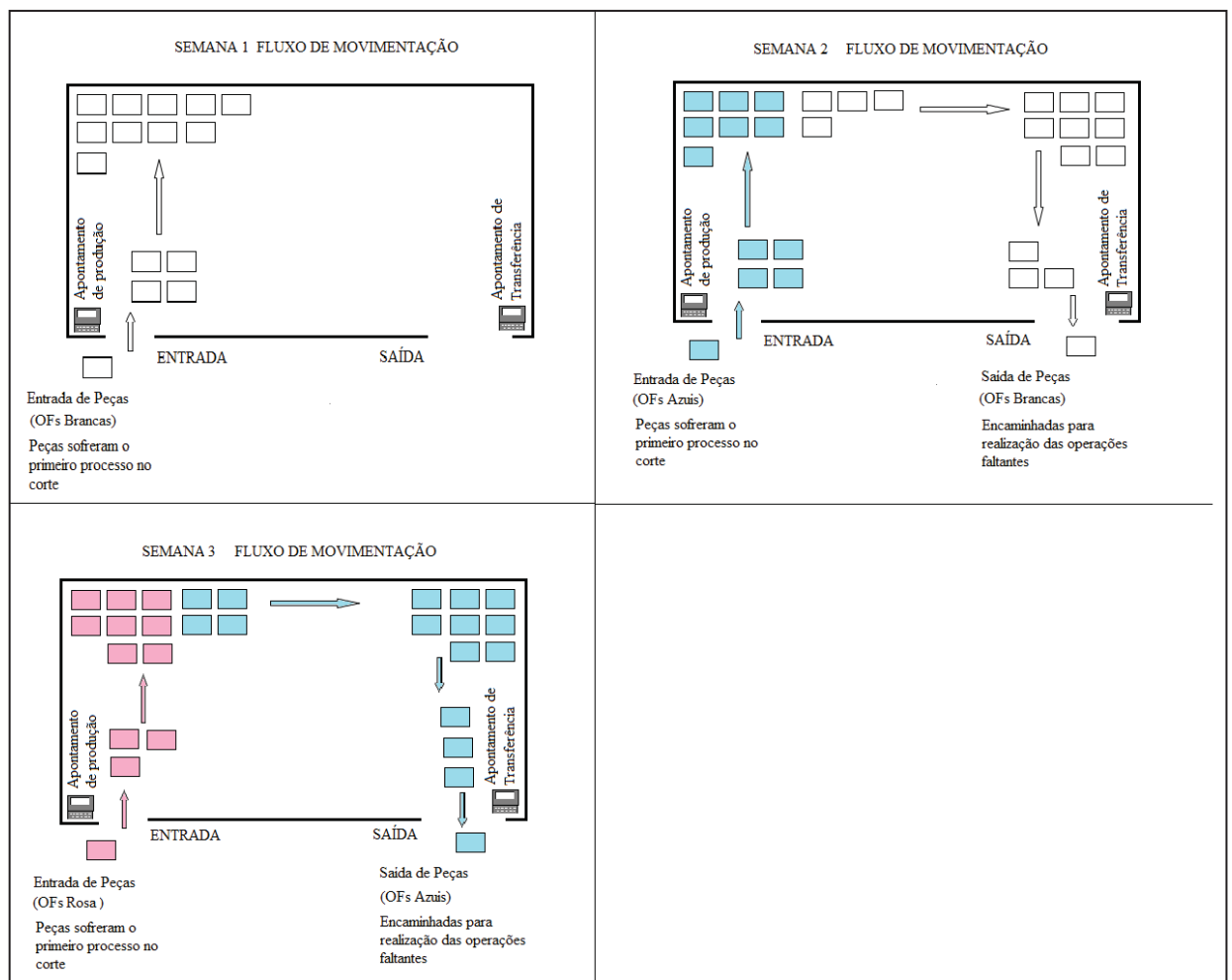


Figura 13: Fluxo de movimentação

Como a programação da produção através do método implantado para a gestão das ordens de fabricação vai ocorrer uma vez por semana, são considerados casos onde as quantidades de peças foram agrupadas e programadas em apenas um plano mensal, visando trabalhar com o sistema híbrido de controle da produção (CONWIP).

Para o trabalho com o CONWIP, o lote de peças será programado na cor de OF branca, uma vez que a OF é emitida assim que se atinge o estoque mínimo, independente da cor de OF com a qual se está trabalhando. Esta ação faz parte do diagnóstico inicial, que busca reduzir a repetibilidade dos itens programados dentro de uma mesma semana e evita o acúmulo de grande quantidade de peças em processo (itens b, e).

Desta forma, do total de peças que são usinadas na Empresa, identificaram-se 41 tipos diferentes de peças (Tabela 4, p.36), onde as principais características em comum são:

- peças fabricadas com material de aço redondo ou quadrado;
- peças que sofrem operação de usinagem;
- produção de um mês é possível acondicionar em uma gaveta (embalagem padrão).

Montou-se o estoque em um dos almoxarifados de peças, onde o primeiro passo foi dimensionar a quantidade mínima de cada item para conseguir suprir um mês de demanda em comparação com a média das quantidades vendidas ao cliente, abrangendo os seis meses com demanda mais significativa, evitando desta forma coletar os dados dos meses onde a demanda foi menor.

O PCP emite uma Ordem de Fabricação e a entrega no processo de fabricação onde se realiza a primeira operação na peça, iniciando-se a fabricação de um novo lote de peças de acordo com o sistema de controle híbrido de produção (CONWIP), onde o fluxo de movimentação e armazenagem está representado na Figura 14, na qual se esquematiza a proposta de abastecimento das peças no almoxarifado e acionamento do mesmo via cartão.

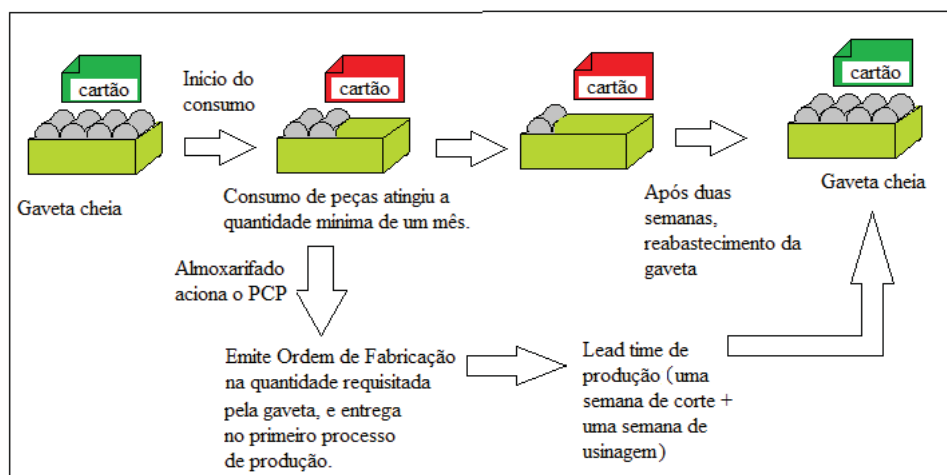


Figura 14: Fluxo de acionamento e reabastecimento (CONWIP)

Utilizaram-se duas cores de cartões, conforme ilustrado na Figura 14, verde e vermelho, em ambos está a descrição da peça e quantidade do lote a ser fabricado. Desta forma, quando a quantidade de peças na gaveta está acima da requerida, o cartão fixado na gaveta é o verde. Atingindo o estoque mínimo, coloca-se o cartão vermelho, sinalizando que a fabricação de um novo lote de peças foi solicitada pelo almoxarifado.

O trabalho com o cartão tem a finalidade de somente controlar o ponto mínimo de estoque (ponto de pedido), ficando a critério do PCP a emissão da OF com a quantidade necessária de peças para recompor o estoque.

A quantidade total de OFs produzidas antes da implantação do CONWIP está representada na Tabela 3.

Tabela 3: Quantidade de OFs produzidas a cada período

Quantidade de OFs Produzidas							
Períodos	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7
OFs Produzidas	68	105	75	51	41	55	37

Na Tabela 3, observa-se que no mês dois, ocorreu a maior quantidade de OF produzidas, considerando os 41 itens coletados para o CONWIP. Constata-se que foram produzidos 105 lotes, dividindo os mesmos em 41 itens, tem-se que cada item foi produzido em média 2,5 vezes dentro deste mês.

As 41 peças que vão compor o trabalho com o CONWIP estão representadas na Tabela 4, com suas quantidades para formar o estoque mínimo que foi acondicionado em uma gaveta. Assim toda vez que se inicia o consumo de peças da gaveta, atingindo-se o estoque mínimo, o almoxarifado de peças aciona o PCP.

Através da Tabela 4, percebe-se que em média a demanda dos 41 itens é de 3.384 peças por mês. Como a quantidade de peças que será acondicionada na gaveta irá suprir no mínimo um mês de consumo, há itens como as peças 01 e 02, que a quantidade média mensal equivale a dois meses de consumo considerando a quantidade mínima de peças na gaveta.

Há casos onde o consumo de peças no mês será zero, como exemplo das peças 6, 11 e 13, assim não sendo necessária a produção dos itens uma vez que não atingiram o ponto mínimo de estoque para fabricação de um novo lote.

Tabela 4: Lista da informação de demanda das peças do CONWIP

Códigos	Quantidade Mínimo por gaveta	Demanada de itens - venda para o cliente						
		Período analisado						Média
		Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	
Peça 1	60	40	20	27	30	34	23	29
Peça 2	75	30	10	30	40	50	38	33
Peça 3	50	42	28	35	26	24	27	30
Peça 4	50	42	28	35	26	24	27	30
Peça 5	60	18	57	20	10	30	30	28
Peça 6	20	0	0	21	50	13	10	16
Peça 7	20	16	16	16	8	16	25	16
Peça 8	35	40	20	27	30	34	23	29
Peça 9	45	30	10	30	40	50	38	33
Peça 10	50	36	48	24	24	36	84	42
Peça 11	60	0	68	106	75	10	30	48
Peça 12	60	56	52	86	12	30	68	51
Peça 13	60	26	89	59	0	50	86	52
Peça 14	65	76	45	10	30	17	133	52
Peça 15	70	86	70	26	66	32	58	56
Peça 16	75	78	41	88	40	19	106	62
Peça 17	75	78	41	88	40	19	106	62
Peça 18	95	30	60	60	60	119	119	75
Peça 19	95	136	30	70	58	59	101	76
Peça 20	95	44	60	80	98	65	126	79
Peça 21	95	160	60	149	30	75	75	92
Peça 22	95	160	60	149	30	75	75	92
Peça 23	95	62	48	103	111	57	175	93
Peça 24	95	62	48	103	111	57	175	93
Peça 25	110	132	75	115	242	6	10	97
Peça 26	110	72	85	131	96	68	170	104
Peça 27	110	72	85	131	96	68	170	104
Peça 28	110	152	90	20	60	34	266	104
Peça 29	120	49	142	99	75	169	90	104
Peça 30	120	100	40	218	112	124	70	111
Peça 31	130	60	120	180	60	54	210	114
Peça 32	130	90	196	85	72	134	236	136
Peça 33	140	89	145	117	129	141	212	139
Peça 34	150	138	93	113	141	74	308	145
Peça 35	150	138	93	113	141	74	308	145
Peça 36	150	138	93	113	141	74	326	148
Peça 37	160	28	134	196	314	96	122	148
Peça 38	160	94	100	280	120	189	123	151
Peça 39	160	89	160	175	212	146	152	156
Peça 40	85	103	90	109	24	58	122	84
Peça 41	135	165	118	159	48	99	200	132
TOTAL	3825	3057	2868	3796	3128	2603	4853	3384

4 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentam-se e analisam-se os resultados do presente trabalho com foco nos objetivos anteriormente propostos.

4.1 – Utilização do CONWIP

Dentre as 41 peças abrangidas pelo CONWIP, e após a implantação, com sete meses de andamento do trabalho, têm-se os resultados a seguir, representados na Figura 15. Os períodos analisados na situação anterior (Figura 10), e na situação atual (Figura 15), referem-se aos respectivos meses de produção, analisados em dois anos consecutivos.

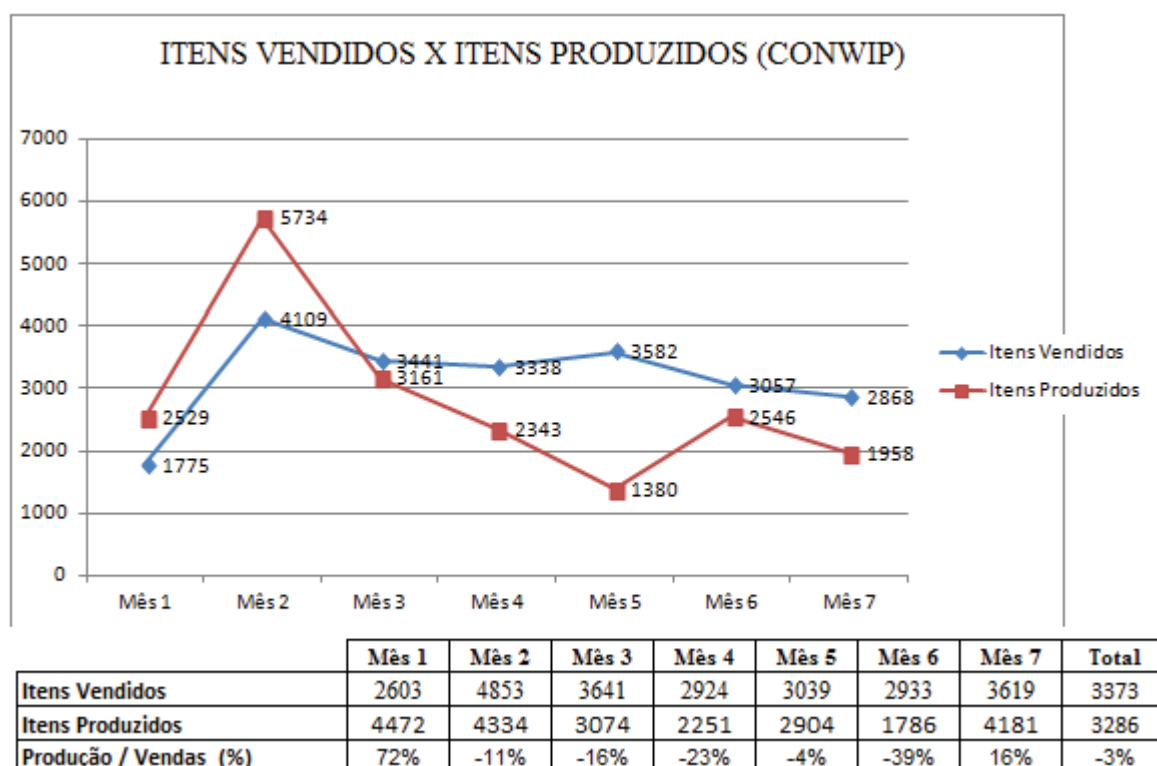


Figura 15: Itens vendidos x itens produzidos (CONWIP)

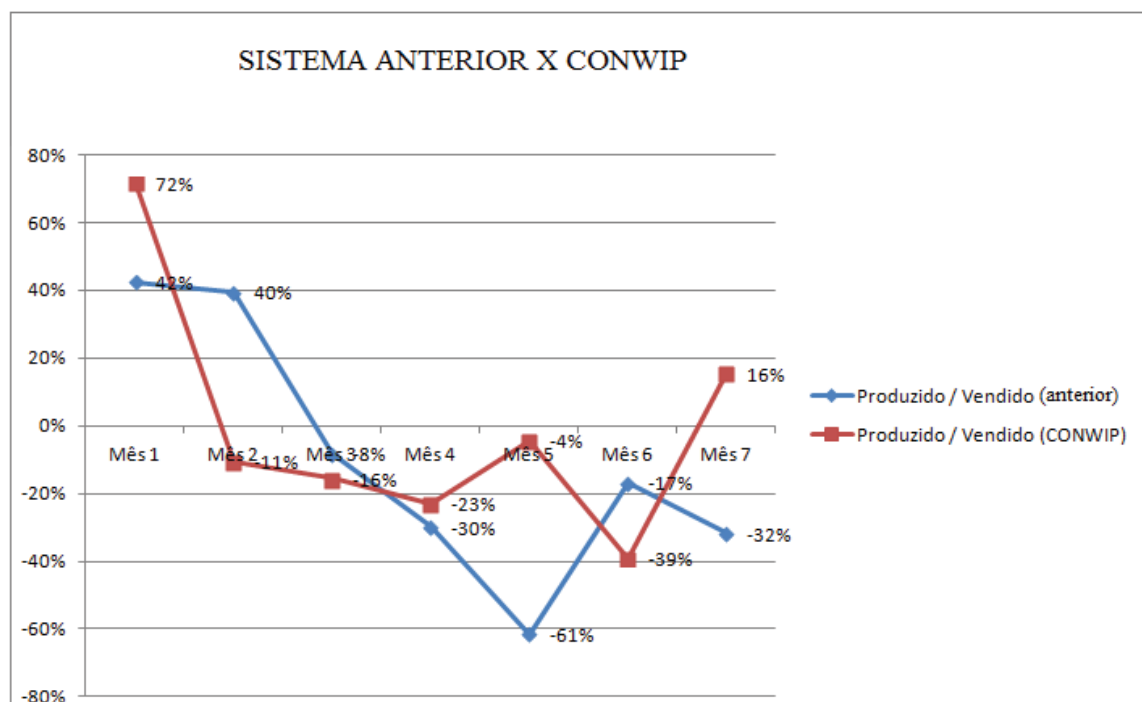
Observa-se, na Figura 15, que as quantidades produzidas no primeiro mês foram superiores ao que foi vendido, uma vez que era necessária a formação do estoque de segurança para conseguir trabalhar com os itens dentro do sistema CONWIP.

Nos meses seguintes, constata-se que a quantidade de itens vendidos foi superior a dos itens produzidos, exceto no último período. Com o objetivo de produzir somente o que é vendido (acionado via pedido), visando evitar estoques elevados, verifica-se que a diferença entre a produção e vendas foi de -3% .

Fazendo-se uma comparação com os dois períodos, anterior e com o CONWIP, tem-se a representação na Figura 16, onde se constata que:

- a média de produção e venda dos itens no sistema CONWIP foi superior aos mesmos itens no sistema anterior, onde foram produzidos em média 479 itens a mais por mês e vendidos em média 206 itens a mais por mês;

- a diferença média entre o que foi produzido/vendido no sistema anterior, foi de -11%, enquanto que no sistema CONWIP foi de -3%. Percebe-se esta diferença pela representação na Figura 16, onde as diferenças percentuais dos itens do CONWIP estão mais próximas da linha Zero %.



	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Média
Itens Vendidos (anterior)	1775	4109	3441	3338	3582	3057	2868	3167
Itens Produzidos (anterior)	2529	5734	3161	2343	1380	2546	1958	2807
Produzido / Vendido	42%	40%	-8%	-30%	-61%	-17%	-32%	-11%
Itens Vendidos (CONWIP)	2603	4853	3641	2924	3039	2933	3619	3373
Itens Produzidos (CONWIP)	4472	4334	3074	2251	2904	1786	4181	3286
Produzido / Vendido (CONWIP)	72%	-11%	-16%	-23%	-4%	-39%	16%	-3%

Figura 16: Sistema anterior x CONWIP

O resultado alcançado com a utilização do sistema CONWIP ficou dentro do esperado, onde desde o início do trabalho buscou-se uma redução no percentual, que era de -11% no período anterior (Figura 10), chegando-se com o sistema CONWIP em -3% (Figura 15), dados estes melhor representados na Figura 16.

Alguns fatores que contribuíram para o alcance deste resultado:

- a formação do estoque mínimo, o que possibilitou a venda de determinados itens, evitando a falta de peças dos componentes;
- como anteriormente os lotes de produção dos itens eram baixos, a produção aguardava em determinados casos a chegada de mais de uma ordem de fabricação para iniciar o corte das peças ou usinagem, visando desta forma melhor aproveitar o setup da máquina;
- no CONWIP normalmente há somente uma ordem de fabricação e lote de peças em processo referente a um determinado item, evitando desta forma a emissão de mais ordens de fabricação, conforme descrito por Moura (1989), acaba-se duplicando ordens de fabricação para evitar a “falta de matéria-prima”.

Constatam-se alguns fatores que afetaram o trabalho envolvendo os itens no CONWIP, verificados através da análise de abastecimento dos carros kit, informações provenientes do almoxarifado de matéria-prima e monitoramento dos pedidos, com relação ao atraso na entrega das peças:

- quando o *lead time* para a fabricação do lote de peças ultrapassa o prazo de fabricação de duas semanas, podendo comprometer o estoque de segurança. Pode ser em decorrência de quebra de máquina, gargalo de produção em uma determinada máquina, ou o lote de peças que está em processo é reprovado por problema de qualidade;
- a falta de matéria-prima para iniciar a primeira operação, podendo ser proveniente de atraso do fornecedor;
- incremento de pedidos dentro do prazo firme de produção, que é de um mês;

Referente à quantidade de Ordens de fabricação produzidas a cada período, têm-se a representação na Tabela 5.

Tabela 5: Quantidade de OFs Produzidas

Quantidade de OFs Produzidas								
OFs Produzidas / Períodos	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Total
OFs (anterior)	68	105	75	51	41	55	37	432
OFS (CONWIP)	91	96	59	23	24	23	51	367
% OFs Produzidas	34%	-9%	-21%	-55%	-41%	-58%	38%	-15%

Percebe-se que no primeiro mês ocorreu um aumento de 34% na quantidade de OFs produzidas, fato este decorrente da formação dos estoques de segurança. Os períodos que mostraram uma tendência de redução na emissão de ordens de fabricação foram o terceiro, quarto, quinto e sexto meses, onde ocorreram significativas reduções nas quantidades de OFs produzidas, pois como o estoque de segurança praticamente foi montado considerando-se um mês de vendas, para alguns itens não foi emitida a OF para fabricação de peças durante o período de um mês.

No fim do período analisado, a redução na quantidade de OFs produzidas foi de 15%, constatando-se que foi possível reduzir a quantidade de OFs emitidas e, conseqüentemente, a quantidade de lotes em processo na produção.

4.1.1 – Atendimento às linhas de solda

O abastecimento das linhas de solda, com a utilização do CONWIP, apresentou os resultados representados na Tabela 6, onde o cálculo referente ao percentual de itens abastecidos no início de cada período foi realizado utilizando os seguintes critérios:

$$\frac{\text{Total de itens abastecidos no início do mês} \times 100}{\text{Total de itens programados no mês}} = \text{Valor \%}$$

Tabela 6: Percentual de abastecimento no início de cada período

Percentual de abastecimento no início de cada período								
Períodos	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Média
% abastecido (anterior)	51%	81%	51%	73%	43%	51%	73%	60%
% abastecido (CONWIP)	61%	82%	75%	73%	54%	52%	54%	64%
% em relação ao período anterior	10%	1%	24%	0%	11%	1%	-19%	4%

Observa-se que o período que apresentou o melhor índice de abastecimento foi o segundo mês, onde pelo CONWIP registrou-se um percentual de 82% da linha de solda abastecida, sendo que o menor desempenho no abastecimento foi registrado no sexto mês, que pelo CONWIP registrou 52% no abastecimento da linha de solda.

Através do trabalho buscou-se uma melhora no abastecimento das linhas de solda com relação ao período anterior, fato este ocorreu no terceiro mês, onde pelo CONWIP registrou-se uma melhora de 24%, seguido posteriormente pelo quinto e primeiro mês, onde

respectivamente as melhoras foram de 11% e 10%. Considerando uma média geral, atingiu-se uma evolução de 4% dos itens abrangidos pelo CONWIP com relação ao período anterior.

Os resultados alcançados com o CONWIP apresentaram uma variação aleatória durante o período analisado, sendo que alguns pontos foram observados durante a execução e andamento dos trabalhos, que refletem no resultado alcançado:

- os itens abrangidos pelo CONWIP são somente peças usinadas, sendo que a falta de qualquer outro componente fabricado, que é montado nestes conjuntos, já impossibilitava a montagem dos carros kit para o abastecimento da linha de solda. A quantidade de peças usadas para realizar a montagem dos carros kits, 21,8% envolvem o CONWIP, e o restante dos 78,2% são liberados via sistema de produção empurrada;

- os atrasos do fim do mês repercutem a performance do início do mês, pois a produção precisa primeiro eliminar os atrasos;

- os quatro primeiros meses do CONWIP apresentaram um desempenho no abastecimento da linha de solda com média de 73%, comparado com 64% do período anterior, representando uma melhora média de 9%. Depois nos últimos três meses este índice caiu para a média de 53%, comparado com a média de 56% no período anterior, ou seja, o índice de abastecimento caiu em 3%.

Conforme citado, anteriormente, esta queda pode estar relacionada com a variação percentual dos indicadores da produção de peças, conforme visualizado na Tabela 7, na qual se constata que no setor de estamparia foi onde ocorreu a menor variação percentual de produção do período atual em relação ao período anteriormente analisado, ou seja, em média produziu-se -3%. Entretanto a maior diferença ocorreu no setor de usinagem, onde a produção atual foi em média 40% superior ao período anterior, percebendo-se que este aumento não foi motivado pelos itens serrados, mas por demais itens que sofrem operações que não dependem da serra.

Os resultados percentuais da Tabela 7, foram obtidos utilizando-se a fórmula:

$$\left(\frac{\text{Total de peças produzidas no período anterior}}{\text{Total de peças programadas no período anterior}} \times 100 \right) - \left(\frac{\text{Total de peças produzidas no período atual}}{\text{Total de peças programadas no período atual}} \times 100 \right) = \text{Valor \%}$$

Tabela 7: Produção de peças (comparação entre os períodos anterior – atual)

Setores	Produção de peças (comparação percentual entre período anterior - atual)							Média
	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	
Diferença % Estamparia	5%	-7%	-19%	-16%	13%	5%	-1%	-3%
Diferença % Serra	38%	23%	-12%	-7%	5%	-2%	-14%	4%
Diferença % Usinagem	97%	73%	40%	11%	19%	5%	37%	40%

- os fatores citados, anteriormente, como quebra de máquina, gargalo de produção, reprovação de lote e atraso de matéria-prima podem ter contribuído para a queda no percentual dos últimos três meses do CONWIP.

4.2 – Método de Gestão das Ordens de Produção

Com o método de gestão das ordens de produção, constatou-se uma redução na emissão de planos de produção de 562 para 107. O resultado foi medido somando-se o total de planos emitidos durante os sete meses anteriores à realização do trabalho, e os sete meses atuais, com a metodologia para gestão de ordens de produção implantada.

Entretanto durante o período analisado, ocorreu a introdução de novos produtos por parte da Empresa passando de 97.872 OFs emitidas no período anterior para 133.527 OFs no período atual. Analisando-se somente os planos de produção emitidos no período anterior e simulando-se a nova metodologia de programação, constata-se uma redução média geral de 3% nas OFs a serem emitidas. E realizando a mesma análise somente para as famílias de produtos esta redução pode chegar a até 16%.

Alguns pontos foram observados durante a execução e andamento do trabalho:

- o setor de estamperia na Empresa é gargalo na produção; a implantação do almoxarifado e programação das ordens de fabricação por cores trouxe melhora no fluxo da produção, uma vez que passou a direcionar os itens considerados prioritários, porém a operação de corte continuou sendo gargalo;

- identificação visual na produção das ordens de produção pendentes em relação ao programa vigente, através do estabelecimento das cores, visando atender o quanto antes as OFs de cor amarela;

- a programação que anteriormente era liberada, os planos de corte elaborados para as máquinas de corte térmico eram realizados obedecendo-se os critérios de plano e espessura de chapa, repercutindo em planos de corte com poucas horas de corte, em média seis horas por plano. No modelo atual de programação seguiram-se os critérios de plano e espessura de chapa, porém as peças de todos os produtos que são de uma mesma espessura de chapa passaram a ser agrupadas em um mesmo plano de corte, elevando o tempo médio para mais de trinta horas de corte por plano. Desta forma, o lote das peças cortadas no corte térmico passou a girar com uma frequência menor uma vez que aumentou o tempo de processamento

do lote de peças no corte térmico, repercutindo em algumas paradas de máquinas ou linhas nas operações posteriores ao corte.

4.2.1 – Atendimento à meta mensal de produção

O índice de cumprimento da meta de produção no período anterior segue representado na Tabela 8, juntamente com o índice obtido com a implantação da metodologia atual de programação da produção, abrangendo-se também o trabalho de fluxo de movimentação dos lotes de peças através do almoxarifado e implantação do CONWIP (representados nas Figuras 11 a 14).

Constata-se que o resultado da média foi elevado nas três fábricas em, no mínimo, 7,3% na Fábrica C, chegando em 9,3% na Fábrica B.

O índice mínimo nas três Fábricas, que no período anterior foi registrado em 53,3% na Fábrica B, no segundo mês, passou para um índice mínimo registrado com a nova metodologia de 71,6%, na mesma Fábrica, no primeiro mês, elevando-se o índice mínimo registrado até então em 18,3%. Porém o índice máximo alcançado ficou praticamente o mesmo, registrando 94,9% na Fábrica A, no sexto mês, para 94,0% com a utilização da nova metodologia, envolvendo a mesma Fábrica e período, ou seja, uma redução de 0,09% no índice máximo registrado dentre os períodos analisados.

Tabela 8: Percentual atingido da meta de produção

		Percentual de atingido da meta							
		Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Média
Período Anterior	Fábrica A	67,4%	90,8%	79,9%	90,5%	69,3%	94,9%	87,0%	82,8%
Metodologia Atual	Fábrica A	80,9%	91,8%	93,9%	87,8%	92,7%	94,0%	93,2%	90,6%
	Diferença %	13,5%	1,0%	14,0%	-2,7%	23,4%	-0,9%	6,2%	7,8%
Período Anterior	Fábrica B	92,1%	53,3%	65,4%	71,6%	65,3%	83,1%	80,9%	73,1%
Metodologia Atual	Fábrica B	71,6%	87,7%	77,3%	85,1%	86,2%	78,2%	91,0%	82,4%
	Diferença %	-20,5%	34,4%	11,9%	13,5%	20,9%	-4,9%	10,1%	9,3%
Período Anterior	Fábrica C	86,0%	91,6%	86,3%	73,5%	78,8%	74,8%	74,2%	80,7%
Metodologia Atual	Fábrica C	78,7%	91,0%	93,1%	82,3%	87,3%	91,7%	92,5%	88,1%
	Diferença %	-7,3%	-0,6%	6,8%	8,8%	8,5%	16,9%	18,3%	7,3%

Outra forma de verificar sobre o resultado positivo no aumento percentual do cumprimento da meta mensal de produção é através da verificação das quantidades que foram estabelecidas para cada mês de produção. Na Tabela 9, tem-se expressa, de forma percentual, a comparação da meta no período atual em relação ao período anterior.

Os resultados percentuais da Tabela 9 foram obtidos utilizando-se a fórmula:

$$\left(\frac{\text{Meta de Produção estipulada Atual}}{\text{Meta de Produção estipulada Anterior}} \times 100 \right) - 100 = \text{Valor \%}$$

Tabela 9: Comparação percentual período atual – anterior

Análise % dos números fixados para a meta (Comparação % período atual - anterior)								
	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Média
Fábrica A	50%	45%	-5%	9%	-15%	12%	6%	15%
Fábrica B	153%	5%	19%	-7%	-10%	11%	22%	28%
Fábrica C	53%	5%	-29%	0%	-7%	-22%	-33%	-5%

Conforme Tabela 9, observa-se que na Fábrica A estabeleceu-se uma meta em média 15% superior ao período anterior e o resultado atingido foi, em média, 7,8% superior (ver Tabela 8). Para a Fábrica B a meta estabelecida ficou, em média, 28% superior e o resultado foi 9,3% superior ao período anterior (ver Tabela 8).

A Fábrica C foi a única onde o número estabelecido para a meta foi, em média, -5%, e registrou-se um resultado médio positivo de 7,3% (ver Tabela 8).

Percebe-se que no primeiro mês as metas atuais estabelecidas foram as que tiveram o maior percentual de diferença em relação ao período anterior, representando um aumento, no mínimo, de 50% no estabelecido, enquanto que as metas para a Fábrica C foram as que registraram a maior queda no estabelecido, onde a meta estabelecida foi de -33% no sétimo do mês.

A meta estabelecida repercute no total que a Empresa consegue produzir dentro do mês. Desta forma, na Tabela 10, faz-se uma comparação do que foi produzido no período atual em relação ao período anterior. Constata-se que, na Fábrica A, a meta estabelecida ficou, em média, 15% superior (ver Tabela 9) e a mesma conseguiu produzir, em média, 26% a mais no período atual do que no anterior.

Para a Fábrica B a meta estabelecida ficou, em média, 28% superior ao período anterior (ver Tabela 9) e a mesma conseguiu produzir, em média, 40% a mais, sendo que nesta Fábrica ocorreu o maior aumento na meta estipulada e a maior média de aumento percentual na produção.

Os resultados percentuais da Tabela 10 foram obtidos utilizando-se a fórmula:

$$(\% \text{ Meta Produção Atingido Atual} - \% \text{ Meta Produção Atingido Anterior}) = \text{Valor \%}$$

Tabela 10: Análise percentual da produção

Análise % da produção (Comparação % período atual - anterior)								
	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Média
Fábrica A	80%	47%	12%	6%	14%	11%	14%	26%
Fábrica B	97%	73%	40%	11%	19%	5%	37%	40%
Fábrica C	50%	11%	-27%	9%	-5%	-28%	-26%	-2%

Com relação a Fábrica C, como os números estabelecidos para a média foram menores do que o período anterior nos meses cinco, seis e sete, o percentual produzido também ficou inferior nestes três meses, repercutindo em uma produção média geral de -2% em relação ao período anterior.

Como a estamparia apresentou uma média de produção cerca de -3% em relação ao período anterior e os resultados da meta apresentaram, em média, um aumento mínimo de 7,3%, significa que foi produzida uma quantidade menor de peças em estamparia, mas o resultado não afetou a meta de forma negativa, podendo considerar-se que ocorreu consumo de peças que estavam em estoque e também se produziram os itens que eram necessários para atender à meta mensal de produção.

A Tabela 11 apresenta o percentual de participação de cada setor com relação ao total de peças fabricadas pela Empresa. Percebe-se que o setor de estamparia tem uma participação de 80% e 77% das peças fabricadas nos períodos anterior e atual respectivamente, a serra manteve o índice de 13%, enquanto que as peças usinadas representam 7% no período anterior e 9% no período atual.

Os resultados percentuais da Tabela 11 foram obtidos utilizando-se as fórmulas:

$$\left(\frac{\text{Total de peças produzidas Estamparia}}{\text{Total peças produzidas na serra, usinagem, estamparia}} \times 100 \right) = \% \text{ Estamparia}$$

$$\left(\frac{\text{Total de peças produzidas Serra}}{\text{Total peças produzidas na serra, usinagem, estamparia}} \times 100 \right) = \% \text{ Serra}$$

$$\left(\frac{\text{Total de peças produzidas Usinagem}}{\text{Total peças produzidas na serra, usinagem, estamparia}} \times 100 \right) = \% \text{ Usinagem}$$

Tabela 11: Participação percentual de cada setor na produção de peças

Setores	Participação % de cada Setor na Produção de Peças (Período Anterior)							Média
Estamparia	78%	82%	82%	80%	81%	81%	79%	80%
Serra	15%	12%	13%	12%	12%	11%	15%	13%
Usinagem	7%	6%	6%	7%	7%	8%	6%	7%

Setores	Participação % de cada Setor na Produção de Peças (Período Atual)							Média
Estamparia	70%	76%	78%	77%	81%	81%	79%	77%
Serra	18%	15%	13%	13%	11%	10%	13%	13%
Usinagem	12%	9%	9%	9%	7%	8%	8%	9%

Comparando-se os dados das Tabelas 7, 8 e 11 constata-se que a estamparia é gargalo na produção, uma vez que fabrica, atualmente, 77% dos itens e apresentou uma redução de -3% na quantidade de peças produzidas, mas com a implantação da nova metodologia de programação foi possível alcançar uma melhora no índice da meta de produção entre 7,3% a 9,3% e de 4% nos itens abrangidos pelo CONWIP.

5 – CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a implantação de uma metodologia de trabalho relacionada ao controle do fluxo de produção de peças em processo, envolvendo os processos de corte, conformação e usinagem, em uma indústria de implementos agrícolas, em condições reais de produção e com o apoio da Direção da Empresa.

Inicialmente, elaborou-se um diagnóstico pela supervisão da produção, onde foram estabelecidos os pontos a serem melhorados, envolvendo com isso as atividades realizadas pelo PCP da Empresa.

Dentre os pontos destacados percebeu-se que havia uma falha no controle do fluxo das peças que estavam em processo na produção e, em decorrência disto, eram afetados os prazos de execução e entrega das mesmas nas linhas de solda, repercutindo no índice final que é o atendimento a meta mensal de produção.

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica com os principais temas envolvidos, com enfoque nas atividades realizadas pelo PCP, os sistemas de controle de produção existentes, perdas nos sistemas produtivos, estoques e armazenagem e movimentação de materiais, constatando-se que a produção em excesso ou superprodução é a pior forma de desperdício, pois contribui para a ocorrência dos demais, fazendo com que ocorra o aumento dos níveis de materiais em processo, dificultando com isso o fluxo de controle e movimentação do mesmo entre os setores produtivos, incorrendo no aumento dos controles internos, uma vez que o sistema de controle de produção utilizado pela Empresa é de empurrar a produção, há a necessidade de assegurar que as ordens de produção, uma vez liberadas, sejam cumpridas da forma e na data certas, assegurando a taxa e nível de acuracidade do sistema.

Desta forma, através de um diagnóstico realizado constataram-se falhas referentes ao tempo de execução e aos prazos estabelecidos para a entrega dos pedidos, repetição de itens programados dentro da semana, dificuldade na visualização dos itens pendentes e atendimento das antecipações, envolvendo grande quantidade de peças em processo e apontamento das Ordens de Fabricação somente após a última operação.

Constatando-se que havia necessidade de implantação de uma metodologia de controle de peças em processo, esta necessidade determinou o objetivo geral deste trabalho que, em um primeiro momento, somente seria possível através da criação de um local de estoque onde ocorresse o apontamento do lote de peças após a realização da primeira

operação, aguardando o envio para as operações seguintes assim que a máquina estivesse disponível.

Em complemento do objetivo geral desmembraram-se os objetivos específicos que buscaram melhorar, em nível de programação da produção, a emissão e identificação das ordens de fabricação com relação ao prazo para execução das mesmas, implantando-se a liberação de no máximo dois planos de produção semanais em uma única data, com isso agrupando os produtos a serem programados, reduzindo a quantidade de planos emitidos de 562 para 107, dentro do período analisado, utilizando-se de uma emissão de OFs por cores para identificar os itens em atraso com relação aos itens pendentes. Também foi adotado o sistema de controle híbrido de produção para um grupo de 41 peças usinadas, visando estabelecer lotes mensais e um atendimento melhor à linha de solda.

Os resultados alcançados foram a melhora no atendimento às linhas de solda, em média de 4% a mais de itens abastecidos no início de cada período, e também melhora no índice da meta mensal de produção, aumento médio de 7,3% até 9,3%.

Constatou-se que o setor de estamparia da Empresa é gargalo na produção, pois processa 77% das peças que são fabricadas, apesar da redução de 3% na quantidade de peças produzidas, houve o aumento no índice da meta mensal de produção em decorrência da melhora no fluxo dos itens dentro da produção, uma vez que foi possível identificar as prioridades, reduzir o material em processo entre as máquinas operatrizes, apontar as peças após a primeira operação e direcionar o fluxo através do almoxarifado.

Considera-se que os resultados e os objetivos do trabalho foram atingidos de forma satisfatória, estabelecendo-se uma metodologia para o controle do fluxo das peças em processo, justificando-se o investimento realizado.

5.1 – Trabalhos futuros

Dentre as melhorias destacadas para trabalhos futuros, tem-se como sugestões:

- o desenvolvimento de uma aplicação referente à gestão de vendas e operações que busque aproximar as duas curvas apontadas nos gráficos entre os itens produzidos e vendidos;
- a utilização de duas gavetas no sistema CONWIP, desta forma, evitando contagens de peças para identificar a quantidade mínima em estoque, o que vai possibilitar que o controle seja realizado de forma mais visual. Como o método apresentado foi implantado

somente em itens usinados, incluir também peças fabricadas em estamparia. O uso de duas gavetas está representado na Figura 17.

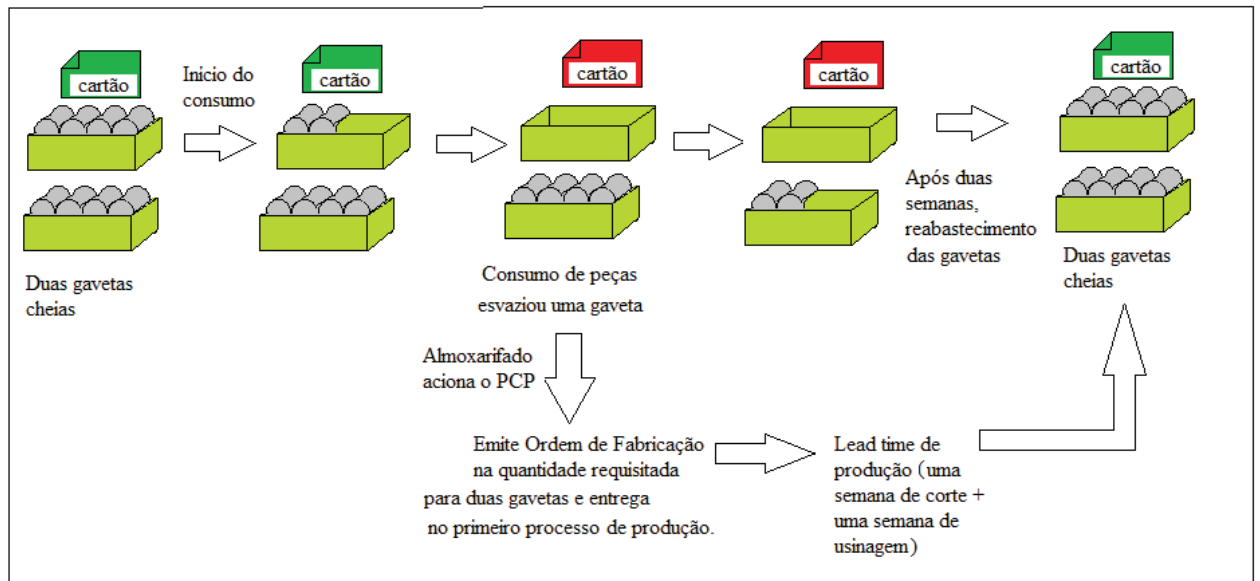


Figura 17: Fluxo de acionamento e reabastecimento com duas gavetas (CONWIP)

6 – REFERÊNCIAS

ALVES, Jakeline Aleixo; SANTOS, Aparecida Penha dos. **Logística Lean para Redução dos Efeitos da Variação da Demanda no Abastecimento de Linhas de Produção**. Revista Perspectivas Contemporâneas, v. 8, n. 1, p. 53-66, jan./jun. 2013.

BARCO, Clarissa Fullin; VILLELA, Fábio Barbin. **Análise dos Sistemas de Programação e Controle da Produção**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2008.

CASTILHOS, Clarisse Chiappini. **Bons resultados para a indústria de máquinas e equipamentos agrícolas do RS**. Indicadores Econômicos FEE, Porto Alegre, v35, n.2. p.55-60, outubro 2007.

CORREA, Henrique L.; et al. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 4ª Edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2001.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de Materiais**. 4ª edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1993.

_____, **Administração de Materiais**. 4ª edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1995.

EDWARDS, J.D. **Gerenciamento de Almoxarifado**. Disponível em: < itct.dominiotemporario.com/.../Gerenciamento_de_Almoxarifado.pdf> Acesso em: 15/11/2012. Manual Setembro de 2000.

GARCIA, Bibiana Padilha; et.al. **O Setor de Máquinas Agrícolas Brasileiro e o Comércio Internacional**. Disponível em:<<http://online.unisc.br/seer/index.php/cepe/article/view/652/435>> Acesso em: 03/11/2012.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A Meta. Um Processo de Aprimoramento Contínuo**. 17ª ed. São Paulo: Educator, 1994.

LÉXICO LEAN. **Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. São Paulo: Brokline, janeiro de 2003.

MAIA, Leonardo José da Silva; et. al. Estoques – **O que é ? Situação e sua importância no mundo da Administração da Produção**. UFERSA. Centro Acadêmico de Administração CAAD. Mossoró-RN, 14 a 16 de Agosto de 2013.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

MOURA, Reinaldo A. **Kanban. A Simplicidade do Controle da Produção**. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, IMAM, 1989.

MOURA, Reinaldo A. **Logística da Produção**. Apostila IMAM, 2004.

NETO, Luiz Macedo. **Sistema de Produção com Inventário Minimizado: abordagem técnico-financeira**. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, IMAM, 1992.

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

RIVERO, Luis Ernesto Blanco; et al. **CONWIP um Sistema de Control de producción**. LACCEI – International Latin American and Cariblean Conference for Engineering and Tecnology. Puerto Rico, 2006.

SILVA, Luís César da. **Agronegócio e Organização de Cadeias Produtivas**. II Semana Acadêmicas de Engenharia Agrícola – Engenharia do Agronegócio. Disponível em : < www.agais.com/manuscript/ms0107_agronegocio.pdf>. Acesso em: 03/11/2012.

SLACK, Nigel. **Vantagem Competitiva em Manufatura: Atingindo Competitividade nas Operações Industriais**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SPEAR, Steven; BOWEN, H. Kent. **Decodificando o DNA do Sistema Toyota**. Harvard Business Review, Setembro/outubro, 1999.

SOUZA, Fernando Bernardi de; et al. **A Interdependência entre Sistemas de Controle de Produção e Critérios de Alocação de Capacidades**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>> Acesso em: 19/09/2011.

SUCENA, Marcelo. **Engenharia de Produção. Planejamento e Controle da Produção**. Disponível em: < http://www.sucena.eng.br//eng_producao/UNESA_PCP_108_2013_1.pdf> Acesso em: 04/10/2013.

TATSCH, Ana Lúcia. **O arranjo de máquinas e implementos agrícolas do Rio Grande do Sul: infra-estrutura produtiva, educacional e institucional**. Ensaios FEE, Porto Alegre, v.28. Número Especial, p.755-774, 2008.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

ZACCOLO, Artêmio. **Planejamento e Organização Industrial**. Curso Especial de Pró-Design. Panambi, dezembro de 1998.