

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

**Planejamento, Programação e Controle da Produção em uma  
Empresa do setor Metal Mecânico: Estudo de Caso**

*Ana Cláudia Reusing*

**TCC-EP-08-2011**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

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

**Planejamento, Programação e Controle da Produção em uma  
Empresa do setor Metal Mecânico: Estudo de Caso**

*Ana Cláudia Reusing*

**TCC-EP-08-2011**

Trabalho de Graduação apresentado ao curso de  
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da  
Universidade Estadual de Maringá – UEM.  
Orientadora: *Profa. Msc. Francielle C. Fenerich*

**Maringá - Paraná  
2011**

## **DEDICATÓRIA**

Ao Guilherme Mariucci, pura e simplesmente a ele.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família, que mesmo longe sempre esteve perto, me ensinando, me amando, me formando. Meus pais Haroldo Reusing e Roseli Karnopp Reusing, meus irmãos Ana Flávia Reusing e Luis Eduardo Reusing e meu sobrinho Luis Felipe.

À professora e orientadora Francielle Cristina Fenerich, pelo apoio, incentivo e conhecimentos transmitidos durante todo o ano.

A todos os professores que tive pelos ensinamentos e dedicação para o meu desenvolvimento intelectual e pessoal.

À administração e colegas de trabalho da Teclaser Tecnologia CNC em Processamento de Chapas LTDA pela oportunidade e ajuda.

Aos meus amigos e colegas de curso que participaram direta ou indiretamente da construção de um sonho.

## RESUMO

Com o objetivo de apresentar uma proposta de PPCP na produção sob encomenda de uma empresa do setor metal mecânico, o trabalho irá abordar conceitos teóricos através da revisão bibliográfica para a prática desta atividade relatada no desenvolvimento e modelo proposto. Foram realizados estudos referentes aos processos produtivos da organização e coletados dados para subsidiar a proposta. Fica evidenciada a importância de um planejamento e programação bem estruturados e um controle eficaz dentro desse tipo de produção, o que possibilita a identificação de gargalos, uma tomada de decisão coerente e diminuição dos atrasos na entrega dos pedidos para clientes.

**Palavras-chave:** Planejamento, Programação e Controle da Produção, Produção sob encomenda, corte e dobra de chapas.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.3.1 <i>Objetivo geral</i> .....	3
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	3
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	4
2.2 PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO .....	6
2.3 PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES .....	8
2.4 SEQUENCIAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO .....	9
2.5 CAPACIDADE PRODUTIVA .....	10
2.5.1 <i>Cronometragem de Processos</i> .....	11
2.5.2 <i>Produtividade</i> .....	12
2.6 MELHORIAS NO PROCESSO PRODUTIVO.....	14
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>4. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>16</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	16
4.2 FLUXOGRAMA DO PROCESSO.....	17
4.3 TEMPOS E MÉTODOS .....	22
4.3.1 <i>Corte Laser de chapas</i> .....	23
4.3.2 <i>Dobra de chapas</i> .....	27
4.4 PRIORIZAÇÃO DE PEDIDOS.....	30
<b>5. MODELO PROPOSTO.....</b>	<b>32</b>
5.1 VENDAS X PRODUÇÃO .....	32
5.2 PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO .....	33
5.2.1 <i>Requisição de Materiais</i> .....	33
5.2.2 <i>Setor Corte Laser</i> .....	34
5.2.3 <i>Setor Dobra</i> .....	36
5.2.4 <i>Terceirização de Serviços</i> .....	38
5.3 CONTROLE DE PRODUÇÃO .....	39
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 4.1: ATENDIMENTO AO PRAZO DE ENTREGA. ....	18
FIGURA 4.2: FLUXOGRAMA GERAL. ....	18
FIGURA 4.3: ORDEM DE PRODUÇÃO. ....	19
FIGURA 4.4: FLUXOGRAMA DO PROCESSO. ....	20
FIGURA 4.5: PORCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO DE PROCESSOS POR PEDIDO. ....	23
FIGURA 4.6: MÁQUINA CNC DE CORTE LASER. ....	24
FIGURA 4.7: REGISTRO DE PRODUÇÃO – CORTE LASER. ....	26
FIGURA 4.8: MÁQUINA CNC DE DOBRA. ....	27
FIGURA 4.9: REGISTRO DE PRODUÇÃO – DOBRADOURAS. ....	29
FIGURA 4.10: QUANTIDADE DE PEDIDOS VENDIDOS X QUANTIDADE DE PEDIDOS EXPEDIDOS. ....	30
FIGURA 4.11: FLUXOGRAMA DA CAPACIDADE PRODUTIVA. ....	31
FIGURA 5.1: CONTROLE DE PEDIDOS. ....	33
FIGURA 5.2: REQUISIÇÃO DE MATERIAIS. ....	34
FIGURA 5.3: SEQUÊNCIA DE CORTE LASER. ....	36
FIGURA 5.4: SEQUÊNCIA DE DOBRA. ....	38
FIGURA 5.5: REMESSA PARA INDUSTRIALIZAÇÃO. ....	39
FIGURA 5.6: ROTEIRO DO PEDIDO. ....	40

## LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1: VARIABILIDADE DE PEÇAS EM UM MÊS. ....	17
TABELA 4.2: TURNOS DE TRABALHO NO SETOR.....	24
TABELA 4.3: GASES DE CORTE UTILIZADOS. ....	24
TABELA 4.4: MATÉRIAS - PRIMAS UTILIZADAS.....	25
TABELA 4.5: DADOS REFERENTES AO CORTE LASER. ....	25
TABELA 4.6: MÉDIAS POR CHAPA. ....	27
TABELA 4.7: DIMENSIONAMENTO DE PEÇAS NO SETOR.....	28
TABELA 4.8: TURNOS DE TRABALHO NO SETOR.....	28
TABELA 4.9: MÉDIAS POR DOBRADEIRAS. ....	29
TABELA 5.1: NOVA DIVISÃO DE TURNOS DE TRABALHO - LASER.....	35
TABELA 5.2: NOVA DIVISÃO DE TURNOS DE TRABALHO - DOBRA.....	37



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNC	Comando Numérico Computadorizado
ISO	<i>International Standard Organization</i>
MIG	<i>Metal Inert Gas</i>
MP	Matéria - Prima
OP	Ordem de Produção
PPCP	Planejamento, Programação e Controle da Produção
TIG	<i>Tungsten Inert Gas</i>

## 1. INTRODUÇÃO

Para se manter no mercado de forma competitiva, as empresas buscam atender seus clientes de maneira singular, focando no bom atendimento, qualidade de seus produtos ou serviços, flexibilidade, confiabilidade, custo baixo e agilidade no prazo de entrega. Essa realidade faz com que as organizações busquem a utilização ou renovação de estratégias de produção.

Segundo Farias *et al.* (2009), aliado à competitividade e a tecnologia, fez-se necessário surgir novas técnicas gerenciais, que buscam manter as organizações constantes a mudanças, desenvolvendo novos sistemas administrativos para os padrões estabelecidos pela nova formação econômica da sociedade, que reflete em qualidade dos produtos.

Slack *et al.* (2002) explicam a importância da função produção em uma organização que quer obter vantagem baseada na própria produção. Cinco são os fatores de desempenho para alcançar tal vantagem: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo.

Martins e Laugeni (2006) comentam ainda que, a função da produção é entendida como um conjunto de atividades que levam à transformação de um bem tangível em outro com maior valor agregado.

Essas transformações buscam atender todas as necessidades do mercado com o melhor preço, menor prazo de entrega e maior qualidade. Tais transformações envolvem um conjunto de recursos de entrada usado para transformar algo ou para ser transformado em saída de bens e serviços (SLACK *et al.*, 2002).

Atribuí-se grande importância ao Planejamento, Programação e Controle da Produção bem como sua influência na entrega dos produtos. Essa influência é causada devido à integração entre os departamentos de uma empresa, bem como a eficácia em proporcionar aos seus clientes confiabilidade no cumprimento dos prazos de entrega.

O Planejamento, Programação e Controle da Produção vêm para dar suporte e ser o elo entre clientes, fornecedores e processo produtivo. Além disso, o PPCP envolve todos os setores da

organização com a finalidade de ter um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e atender com sucesso os planos estabelecidos em níveis estratégicos, táticos e operacionais (TUBINO, 2006).

No setor metal mecânico, existe grande variação de produção, alta imprevisibilidade de demanda, com diferentes tipos de materiais, quantidades distintas de produtos e processos por pedido, além da elevada frequência de pedidos lançados em caráter de urgência e regras de priorização diferenciadas por clientes. Estes fatores estão diretamente associados às causas da não excelência no cumprimento do planejamento da produção e dos prazos de entrega, tornando a tarefa do profissional responsável pelo PPCP mais complexa e instigante.

Segundo Bastos *et al.* (2009), nos diferentes sistemas produtivos, a função do PPCP é caracterizada pela necessidade de dispor os recursos de maneira a serem utilizados na sua capacidade máxima, os materiais no momento e quantidades necessárias e o atendimento dos prazos de entrega sugeridos pela equipe de vendas.

Para Farias *et al.* (2009) o grande desafio do PPCP é planejar, programar e controlar a produção de uma fábrica de produtos sob encomenda, uma vez que somente serão produzidos os pedidos já efetuados pelos clientes e cada pedido tem suas particularidades.

Neste contexto o PPCP trabalha para analisar a capacidade fabril, avaliar técnicas, princípios, ferramentas, valores e comportamentos, e também auxiliar na previsão da produção, organizar a utilização de recursos, minimizar os desperdícios, eliminar atividades desnecessárias e otimizar o processo produtivo.

## **1.1 Justificativa**

O presente trabalho se justifica no sentido de identificar uma maneira de se planejar, programar e controlar a produção, relacionando conhecimentos teóricos e práticos para se elaborar a proposta.

O estudo de caso em uma empresa que produz de acordo com o projeto de cada cliente, permite a análise de todo o processo produtivo na fábrica, desde o contato inicial entre cliente e vendedor, até a entrega dos produtos, levando em conta a diversificação da produção.

## **1.2 Definição e delimitação do problema**

O trabalho consiste em elaborar um modo de planejar, programar e controlar a produção em uma empresa do setor metal mecânico, para minimizar os atrasos na entrega de pedidos, horas-extras e retrabalhos, de forma a otimizar o processo de produção por projeto e sob encomenda. A delimitação do estudo será o setor produção.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Desenvolver uma proposta de Planejamento, Programação e Controle da Produção em uma empresa do setor metal mecânico.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- a) Verificar capacidade produtiva;
- b) Analisar o sistema produtivo com o intuito de detectar possíveis gargalos;
- c) Fazer levantamento de tempos e métodos de produção;
- d) Identificar melhor maneira de fazer o Planejamento, Programação e Controle da Produção;

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Classificação dos Sistemas de Produção

Para Tubino (2007) a classificação dos sistemas produtivos tem por intuito facilitar o entendimento das características de cada sistema de produção e sua relação com as atividades de PPCP destes sistemas. Primeiramente deve ser definido se o sistema de produção está voltado para a geração de bens ou prestação de serviços. Em seguida a classificação ganha maior importância no que se diz respeito ao grau de padronização dos produtos e o conseqüente volume de produção demandado.

Os sistemas são assim classificados por Tubino (2007):

- a) Sistemas contínuos;
- b) Sistemas em massa;
- c) Sistemas em lotes;
- d) Sistemas sob encomenda.

Os sistemas produtivos de processo contínuos são empregados quando existe alta uniformidade na produção de bens ou serviços e que não podem ser identificados individualmente (TUBINO, 2007).

Slack *et al.* (2002) comenta que as operações em sistemas de produção em massa são repetitivas e previsíveis devido ao seu alto grau de padronização dos produtos e a produção em grande escala.

Tubino (2007) completa que o sistema de produção em massa assemelha-se ao sistema contínuo, porém não é passível de automatismo por exigir a participação de mão-de-obra especializada para a transformação do produto.

O sistema de produção em lotes é caracterizado pela produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados, com a necessidade de programação das operações à medida que o

processo é realizado. Possui flexibilidade mediana, com equipamentos de pouca especialização e mão-de-obra polivalente para se ajustar às flutuações da demanda e os diferentes pedidos dos clientes (SLACK *et al.*, 2002).

Tubino (2007) afirma que em sistemas sob encomenda o produto tem uma data específica negociada com o cliente para ser fabricado e, após a conclusão, o sistema se volta para um novo projeto. Esse tipo de produção tem uma estreita ligação com os clientes, de modo que suas especificações impõem uma organização dedicada ao projeto, que não pode ser preparada com antecedência.

Nessa estratégia, geralmente a produção só é executada após a venda do produto. Significa que o processo de negócio “vender” antecede o processo “produzir”. A ordem dos principais processos na estratégia de produção sob encomenda, geralmente é vender, planejar, produzir e entregar. Os produtos possuem um alto grau de customizações, logo o processo de produção precisa ser flexível para acomodar as variedades (FARIAS *et al.*, 2009).

Segundo Stevenson (2001), sistemas de produção sob encomenda diferem-se dos demais em termos de requisitos de processamento, materiais necessários, tempo de processamento, sequência de processamento e *setups*. Devido a essas circunstâncias a programação se torna bastante complexa.

Tubino (2007) complementa que os sistemas sob encomenda exigem alta flexibilidade dos recursos produtivos, ocasionados normalmente por certa ociosidade na produção, gerando assim custos produtivos mais elevados que outros tipos de sistemas.

Gaither e Frazier (2002) enfatiza que a empresa que tem flexibilidade de produção é capaz de responder rapidamente às necessidades dos clientes. Essa flexibilidade classifica-se de duas maneiras: flexibilidade de produto e flexibilidade de volume. A flexibilidade de produto indica a capacidade de mudar a produção de um produto/serviço para a produção de outro, é necessária quando as estratégias de negócios exigem muitos produtos/serviços projetados de forma personalizada, em volumes pequenos, ou quando novos produtos devem ser introduzidos rapidamente. A flexibilidade de volume implica na capacidade de aumentar ou reduzir rapidamente o volume de produtos/serviços produzido, é imprescindível quando a demanda está sujeita a instabilidade e não é conveniente a estocagem de produtos.

## 2.2 Planejamento, Programação e Controle da Produção

O plano é uma formalização de o que se pretende que aconteça em determinado momento no futuro, é baseado em expectativas, por isso está sujeito a não ocorrer como o esperado. E o controle é a maneira de direcionar o plano, monitorando o que realmente acontece e fazendo as mudanças necessárias (SLACK *et al.*, 2002).

Segundo Tubino (2006), dentro de um sistema produtivo, após definir as metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las, direcionar os recursos humanos e físicos, fazer o acompanhamento e corrigir os prováveis desvios. Neste contexto, as atividades acima citadas são desenvolvidas pelo Planejamento, Programação e Controle da Produção.

Russomano (2000) ressalta ainda que, PPCP é uma função de apoio de coordenação das várias atividades de acordo com os planos de produção, de modo que o que foi planejado seja atendido nos prazos e quantidades previamente estabelecidas.

O Planejamento, Programação e Controle da Produção possui quatro fases segundo Contador (2000):

- a) O planejamento de recursos: define a linha de produto, canais de distribuição e política de atendimento ao cliente;
- b) O plano de produção: determina de qual maneira a empresa irá trabalhar, sob pedidos ou fabricação em massa;
- c) A programação da produção: decide quando, quanto e como produzir;
- d) A liberação da produção: organiza o processo, alocando pessoas, máquinas e informações.

De acordo com Tubino (2006), existem três níveis hierárquicos de planejamento e controle das atividades produtivas em um sistema de produção:

- a) Nível estratégico;

- b) Nível tático;
- c) Nível operacional.

No nível estratégico, são definidas as estratégias de produção que darão suporte às vantagens competitivas da empresa a longo prazo. O planejamento estratégico é feito juntamente com a alta direção da organização, assim como com as áreas de finanças e marketing, que terão seus planos estratégicos em harmonia com os planos estratégicos da produção (TUBINO, 2006).

Tubino (2006) explana que no nível tático é desenvolvido o planejamento-mestre de produção, que dá origem ao plano-mestre da produção o qual informa quando e quanto produzir de cada produto. As funções PPCP, marketing e vendas fazem o planejamento de maneira conjunta com o intuito de prever demandas e recursos disponíveis a médio prazo.

Já no nível operacional, são utilizadas informações acerca de maquinário, matéria-prima, mão-de-obra, processos, tempos de processamento, prazos de entrega e prioridade de pedidos para o PPCP iniciar o processo de programação da produção a curto prazo (TUBINO, 2006).

Tubino (2006) ressalta ainda que as atividades de PPCP são desenvolvidas por um departamento de apoio a Produção, dentro da gerência industrial. Como departamento de apoio à Produção, o PPCP é responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível aos planos estabelecidos em níveis estratégico, tático e operacional.

O acompanhamento e controle da produção são feitos por meio de coleta e análise de dados (índices de defeitos, horas/máquinas e horas/homens consumidas, consumo de materiais, índice de quebra de máquinas), que busca garantir que o programa de produção emitido seja executado conforme planejado. Quanto mais rápido os problemas forem identificados, mais efetivas serão as medidas corretivas visando o cumprimento do programa de produção (TUBINO, 2006).

Segundo Davis *et al.* (2001) os processos de manufatura costumam ser referidos em três categorias:



- a) Processo de projeto: em geral, envolve a manufatura de um produto único;
- b) Processo intermitente: produção do mesmo item várias vezes, geralmente em tamanhos de lotes especificados;
- c) Processo de fluxo em linha: divide-se em linha de montagem e processo contínuo.

Processos por projetos exigem mão de obra altamente qualificada e treinada para trabalhar com a variedade de tarefas. Os custos nessa categoria são altos e feitos através de previsões, já que não há custos fixos (DAVIS *et al.*, 2001).

Para Tubino (1999), planejar produtos e processos de produção, em nível de projeto, que possam ser implementados de forma simples e eficiente acarreta na melhoria de tempo de processamento.

Diante dessas informações, o PPCP segundo Tubino (2007), deve dispor de um sistema de informações baseado no conceito de capacidade finita, ou seja, utilizar ferramentas que permitam simular o novo pedido frente ao carregamento atual do sistema e visualizar a data de conclusão da nova encomenda.

### **2.3 Planejamento de Vendas e Operações**

O planejamento de vendas e operações é o passo inicial para a gestão da produção visando à diminuição de problemas com estoques e desperdícios, principalmente dentro do cenário de produção sob encomenda, já que a partir dele a produção diversificada e customizada pode ser monitorada em todos os seus estágios (OLIVEIRA, 2009).

Gaither e Frazier (2002) complementam que o planejamento de vendas e operações pode e deve exercer uma função mais importante dentro do processo de gestão da empresa. Deve existir integração vertical entre níveis de decisão diferentes, estratégicos e operacionais, visando garantir que aquilo que foi decidido estrategicamente, com uma perspectiva de longo prazo, seja efetivamente realizado por meio das decisões operacionais.

## 2.4 Sequenciamento e Programação da Produção

Slack *et al.* (2002) define sequenciamento como a ordem em que as tarefas serão executadas, de acordo com prioridades dadas ao trabalho em uma operação e as decisões estabelecidas por um conjunto predefinido de regras. Algumas das regras são:

- a) Restrições físicas: a natureza dos materiais processados pode determinar a prioridade do trabalho;
- b) Prioridade ao consumidor: consumidor considerado mais importante tem seus pedidos processados antes dos outros, independentemente da ordem de chegada;
- c) Data prometida: sequenciamento de acordo com a data prometida de entrega. Essa regra melhora a confiabilidade de entrega de uma operação e a média de rapidez de entrega.
- d) Lifo: *Last in First Out* - último a entrar, primeiro a sair. É um método de sequenciamento escolhido por razões práticas, por exemplo: um elevador;
- e) Fifo: *First In First Out* – primeiro a entrar, primeiro a sair. É uma forma justa de sequenciamento, minimizando assim as reclamações dos consumidores e melhorando o desempenho do produto;
- f) Operação mais longa / tempo total mais longo da tarefa primeiro: sequenciar seus mais longos trabalhos primeiro, ocupação de centros produtivos por um longo período, alto nível de utilização;
- g) Operação mais curta / tempo total mais curto da tarefa primeiro: as regras de sequenciamento são ajustadas para atacar primeiro trabalhos mais curtos, isso influencia diretamente na disponibilidade de caixa da empresa, já que após prontos são faturados e o pagamento é efetuado para facilitar os problemas de fluxo de caixa.

Programação é um cronograma detalhado mostrando em que momento os trabalhos devem começar e quando eles deveriam terminar. É uma das mais complexas atividades do gerenciamento de produção que envolve diferentes tipos de recursos simultaneamente (SLACK *et al.*, 2002).

Em um horizonte a curto prazo de programação, onde todas as informações da demanda já devem estar definidas, é realizada a priorização das atividades e o sequenciamento de máquinas para obter um cronograma detalhado de operações (BASTOS *et al.*, 2009).

## 2.5 Capacidade Produtiva

O planejamento da produção é dependente da capacidade produtiva, que em uma unidade operacional é a peça de informação que permite aos gerentes quantificarem as possibilidades de produção, permitindo-lhes assim a tomada de decisão (STEVENSON, 2001).

Barreto *et al.* (2009) destacam que o planejamento da capacidade tem a função de verificar se a capacidade física instalada da indústria está adequada à previsão de demanda futura, e conseqüentemente, discutir como gerar um plano de adequação da empresa ao mercado. A decisão principal envolvida seria em torno da necessidade da aquisição de novos equipamentos, mais mão-de-obra e de alternativas que elevem a capacidade do sistema produtivo.

Segundo Moreira *et al.* (2009), para explorar a complexidade do planejamento da capacidade do sistema, é útil diferenciar a visão tradicional da visão moderna da função da capacidade. O objetivo da visão tradicional se restringe a determinar se há capacidade instalada suficiente para alcançar um dado nível de produção e sugere a escolha de recursos com capacidade suficiente e menor custo possível. O que a partir dos efeitos da variabilidade pode comprometer o sistema. Já a visão moderna é mais robusta, ao definir que os *lead times* e estoques em processo crescem continuamente com uma maior utilização dos recursos e são afetados pelas decisões sobre a capacidade.

Para Slack *et al.* (2002) o problema principal com a medição da capacidade é a complexidade da maior parte dos processos produtivos. Se a produção for altamente padronizada e repetitiva a tarefa de definir a capacidade se torna mais fácil, já quando existe grande variação de produtos e demandas em um processo a tarefa se torna mais difícil. Medidas baseadas em insumos são freqüentemente usadas para definir capacidade.

### 2.5.1 Cronometragem de Processos

Segundo Slack et al. (2002), um dos principais objetivos do estudo de tempos e movimentos é a determinação e análise da capacidade produtiva, que consiste na máxima produção possível de ser obtida em condições normais de trabalho e em determinado período de tempo. Desta forma, através do tempo padrão, pode-se determinar a capacidade produtiva de uma atividade ou setor.

Lima *et al.* (2010) define a cronometragem ou o estudo dos tempos como uma técnica que mede o trabalho, registra os tempos e o ritmo, padronizando sistemas e métodos sob condições específicas. Analisa os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com um nível de desempenho definido por uma pessoa qualificada em um ritmo normal e com menor custo. Junto com o estudo dos tempos está o estudo dos métodos de trabalho, havendo muitas contribuições para a padronização dos processos tendo em vista que este também é um objetivo da cronometragem.

Nesse sentido, pode-se observar a cronoanálise sob a perspectiva do estudo dos tempos, definido como uma técnica de medida e análise de operações, através da cronometragem, realizada sob condições específicas, com a finalidade de converter os tempos observados em padrões de mão-de-obra, com um nível definido de desempenho, que são expressos em minutos por unidade de produção (SLACK *et al.*, 2002).

De acordo com Martins e Laugeni (2006), a cronometragem é um dos métodos mais utilizados nas indústrias para medir os tempos de trabalho. As medidas de tempo de produção são dados importantes para:

- a) Eliminar desperdícios de esforços dos operários;
- b) Permitir o planejamento da fábrica, utilizando todos os recursos disponíveis;
- c) Avaliar o desempenho da produção em relação ao padrão já existente;
- d) Distribuição uniforme do trabalho;
- e) Fornecer dados para a formação de custos;

- f) Fornecer e analisar dados para composições da produção;
- g) Planejamentos da capacidade produtiva;
- h) Balanceamento das linhas de produção;
- i) Análise de *layout*.

A aplicação desse método é realizada por meio de um responsável cronometrando o tempo de uma operação, obtendo o tempo real da mesma, descartando atrasos e desperdícios. A eficiência do processo também pode ser obtida por meio de cronometragem (MARTINS e LAUGENI, 2006).

De acordo com Moreira *et al.* (2009), no caso do estudo de tempos, como os tempos cronometrados variam devido à ação humana, considera-se a velocidade de operação dos funcionários envolvidos no processo.

Lima *et al.* (2010) cita alguns equipamentos para a realização do estudo dos tempos de processamento, como:

- a) Cronômetro de hora centesimal: equipamento com maior frequência de uso para a aplicação da ferramenta;
- b) Filmadora: registra, além do tempo de processamento, todos os movimentos realizados pelo operador, proporcionando uma análise do método de trabalho;
- c) Folha de observações: é um registro de produção com informações acerca de características do processo e do produto;
- d) Prancheta para observações: equipamento de apoio ao cronômetro, em que se fazem as anotações das tomadas de tempo.

### **2.5.2 Produtividade**

Segundo Corrêa e Corrêa (2008), de maneira simplificada a produtividade pode ser entendida como uma medida de eficiência com que recursos de entrada (insumos e matérias-primas) de

um sistema de agregação de valor são transformados em saídas (produtos e serviços). Então se tem:

$$Pr\ odu\ t\ i\ v\ i\ d\ a\ d\ e = \frac{O\ u\ t\ p\ u\ t\ s}{I\ n\ p\ u\ t\ s} \quad (1)$$

Contador (2000) aborda o aumento da produtividade de três formas:

- a) Redução dos tempos inativos decorrentes de interrupções na produção;
- b) Redução dos tempos improdutivo;
- c) Redução das atividades improdutivo.

Existem interrupções inevitáveis, porém seu prolongamento pode ser eliminado, é o caso das trocas de turno e intervalo para refeições e repouso, que são tempos inativos decorrentes de interrupções na produção. Em suma, as trocas de turno levam de 20 à 30 minutos, considerando que o operador limpa seu local de trabalho, guarda as ferramentas, retira os equipamentos de proteção individual e repassa as informações do que está em processo para o operador que chegou, isso tudo feito com extrema lerdeza. O tempo perdido nos intervalos para refeições e repouso acarreta problemas semelhantes aos de troca de turno, já que o operador precisa deixar seu posto de trabalho e isso acontece em sua maioria com antecedência. Eliminar o tempo inativo é uma questão de disciplina (CONTADOR, 2000).

Para Contador (2000), a redução dos tempos improdutivo é essencial, pois se entende por tempos improdutivo todo o período em que a máquina ou o homem ficam sem produzir, seja por falta de matéria-prima, energia ou operador. A complexidade do problema é grande, devido às diversas causas que incidem no processo, assim a gerência deve trabalhar para reduzir tempos de espera e tempos improdutivo não apontáveis, como conversas desnecessárias entre funcionários e ausência do operador no local de operação.

As atividades improdutivo, segundo Contador (2000), são atividades que não agregam valor ao produto. Limpeza do local de trabalho é um exemplo. Geralmente essas atividades são tratadas com naturalidade, o que dificulta a identificação. Outro fator é acelerar, para atingir metas, ou diminuir, para evitar a ociosidade de funcionários, o ritmo de trabalho de acordo com o volume de serviço. Esse desbalanceamento da capacidade produtiva é evidenciado pela existência de gargalos, que limitam a produção e mascaram a produtividade.

## 2.6 Melhorias no Processo Produtivo

Atualmente, devido a mudanças constantes e muitas vezes drásticas, com a concorrência de mercado cada vez mais acirrada, é impossível para uma empresa continuar competitiva mantendo a mesma forma de trabalhar por longos períodos. A única maneira de mudar essa situação é melhorar (CORRÊA e CORRÊA, 2008).

Segundo Corrêa e Corrêa (2008), existem duas maneiras de se enxergar a melhoria:

- a) Melhoria contínua;
- b) Melhorias radicais.

Corrêa e Corrêa (2008) explicam que a melhoria contínua ou *kaizen* (palavra japonesa que significa melhoramento) é uma abordagem evolutiva que envolve todos na organização, de gestores a funcionários do chão-de-fábrica. É uma filosofia que estabelece metas ambiciosas e incentiva os colaboradores a usar continuamente as ferramentas da qualidade para procurar formas de melhorar os processos já existentes, além de tratar também os fluxos de trabalho, arranjo físico, método e divisão do trabalho, equipamento e instalações, entre outros.

As melhorias radicais muitas vezes estão associadas à reengenharia de processos, que gera alterações radicais nas operações para a obtenção de resultados mais drásticos a curto prazo, porém com riscos maiores. Repensar e reinventar o processo produtivo se torna necessário quando os esforços da melhoria contínua se esgotam e não apresentam mais resultados expressivos (CORRÊA e CORRÊA, 2008).

### **3. METODOLOGIA**

O trabalho trata-se de um estudo de caso acerca de Planejamento, Programação e Controle da Produção e estudo de caso com a finalidade entender o processo produtivo de uma empresa do setor metal mecânico que trabalha com pedidos por encomenda, para então propor a melhor maneira de fazer o PPCP.

As etapas do presente trabalho compreendem:

- a) Levantamento de estudo bibliográfico sobre planejamento, programação e da produção em ambientes de manufatura por encomenda e por projeto;
- b) Observação do ambiente estudado, mapeamento do processo e avaliação da capacidade produtiva;
- c) Extração dos tempos aproximados das atividades desenvolvidas;
- d) Estimativa da capacidade produtiva;
- e) Identificação da melhor maneira de realizar o Planejamento, Programação e Controle da Produção;
- f) Sugestão de melhorias no processo produtivo.

Pesquisa aplicada, em que a coleta de dados com caráter exploratório se deu por meio da observação direta no local e consulta a formulários da produção. A análise do conteúdo dos dados obtidos foi de forma quantitativa.



## **4. DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 Caracterização da Empresa**

A empresa em estudo iniciou suas atividades em 2005, na cidade de Maringá-PR. É uma empresa especializada em terceirização de processamento de chapas, que oferece serviços de industrialização de chapas em aço carbono, aço inox, aço galvanizado, alumínio e latão. Seu parque de máquinas contém cortes a laser, guilhotina e puncionadeira, dobradeiras, estamparia, solda, torno, prensa, além de montagem. O maquinário conta com a tecnologia CNC, operado por meio de comandos numéricos computadorizados.

A missão da empresa é proporcionar ganhos de produtividade e competitividade aos clientes.

Sua visão é ser reconhecida como a melhor empresa de terceirização de processamento de aço do Paraná.

A política de qualidade é o cumprimento da missão no mercado de terceirização de processamento de aço de alta precisão técnica, incentivando e proporcionando condições para a melhoria contínua de seus processos. A empresa conta com a certificação ISO 9001 desde 2008.

Atualmente possui um quadro de 60 funcionários que recebem treinamentos e incentivos para constante qualificação profissional, visando o aperfeiçoamento e consequentemente o reflexo positivo no atendimento ao cliente.

Os segmentos atendidos pela empresa estudada são:

- a) Automobilísticos e de auto-peças;
- b) Comunicação visual;
- c) Cozinhas industriais;
- d) Elevadores;
- e) Equipamentos e implementos agrícolas;
- f) Equipamentos médico-odontológico;

- g) Lavanderias industriais;
- h) Máquinas para pavimentação e construção civil;
- i) Móveis para escritórios e escolas;

## 4.2 Fluxograma do Processo

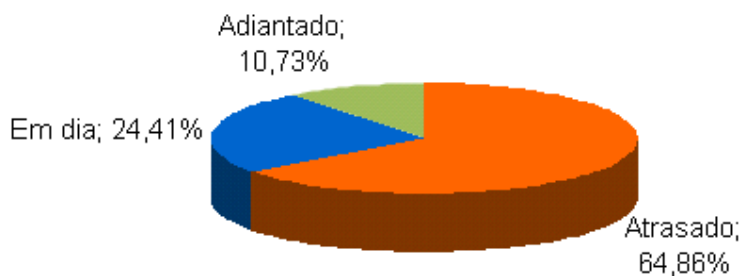
A empresa escolhida fabrica peças para todo o Brasil de acordo com as necessidades específicas de cada cliente, por isso existe grande variação de produção, alta imprevisibilidade de demanda, diversos tipos de materiais, quantidades distintas de produtos e processos por pedido, tornando o sistema de produção, denominado sob encomenda, mais complexo.

**Tabela 4.1: Variabilidade de peças em um mês.**

<b>Quantidade Pedidos</b>	<b>Quantidade Peças</b>	<b>Quantidade Itens</b>
508	84475	2678

De acordo com a Tabela 4.1, a empresa trabalha com uma média de 500 pedidos por mês, sendo que a quantidade de peças produzida fica em torno de 85000, com mais de 2600 itens diferentes, caracterizando a grande diversidade produtiva. O prazo para entrega dos pedidos é de 3 dias, porém existem muitos pedidos com caráter emergencial, que devem ser atendidos em um período menor ou até no mesmo dia da solicitação realizada pelo cliente.

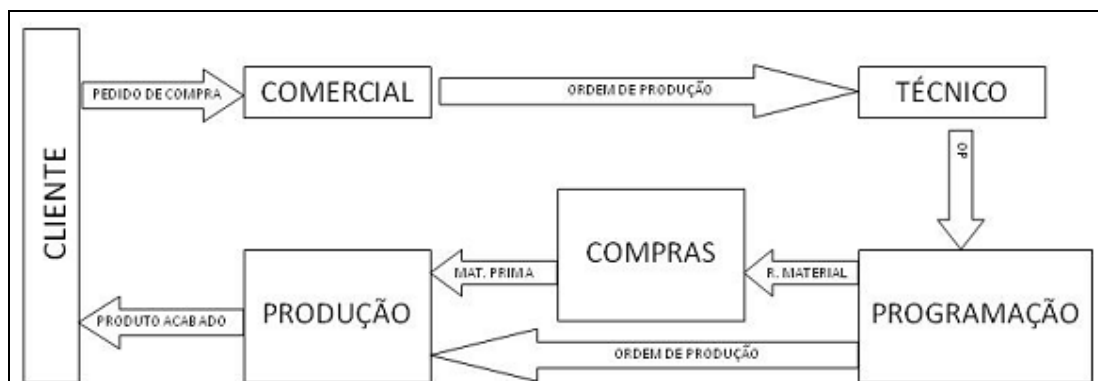
Toda essa variabilidade, imprevisibilidade e urgência acarretam em um grande problema: atraso na entrega dos pedidos. A Figura 4.1 demonstra o percentual de pedidos entregues com atraso, adiantado e no dia combinado com o cliente.



**Figura 4.1: Atendimento ao prazo de entrega.**

O pedido do cliente e a ordem de produção são elaborados pelo setor comercial, contendo informações sobre a matéria-prima, os processos envolvidos, quantidade de peças e prazo de entrega. A empresa entende que por se tratar de produção por encomenda, fica na responsabilidade do setor comercial a elaboração da ordem de produção, contendo todos os requisitos solicitados pelo cliente.

Em seguida essa documentação é enviada para o setor técnico, onde são feitos e impressos os desenhos em AutoCAD e posteriormente programados no software para corte nas chapas. Como os pedidos têm grande variedade de materiais e espessura, de acordo com a encomenda dos clientes, o setor de programação analisa todos os pedidos para que peças com materiais coincidentes sejam programadas na mesma chapa, fazendo com isso o chamado aproveitamento de material, que evita a geração de retalhos, ou seja, chapas em tamanhos menores. A Figura 4.2 demonstra o fluxograma geral da empresa.



**Figura 4.2: Fluxograma Geral.**

A Figura 4.3 é um exemplo da ordem de produção utilizada pela empresa. Este documento acompanha as peças em todo o processo e cada colaborador envolvido assina no respectivo campo de acordo com o seu setor, para sinalizar a baixa da ação.

## ORDEM DE PRODUÇÃO

**CLIENTE**

**NÚMERO: 12345**

/
PRAZO

MATÉRIA PRIMA PRÓPRIA	
MATÉRIA PRIMA CLIENTE	

	AR COMP.	
GÁS DE CORTE	NITROG.	
	OXIG.	
Serviços comuns	Dobra	X
	Solda	X
	Calandra	X
Serviços externos	Pintura	X
	Zincagem	X

	Laser	X
Corte	Puncionadeira	X
	Guilhotina	X
Serviços especiais	Torno	X
	Montagem	X

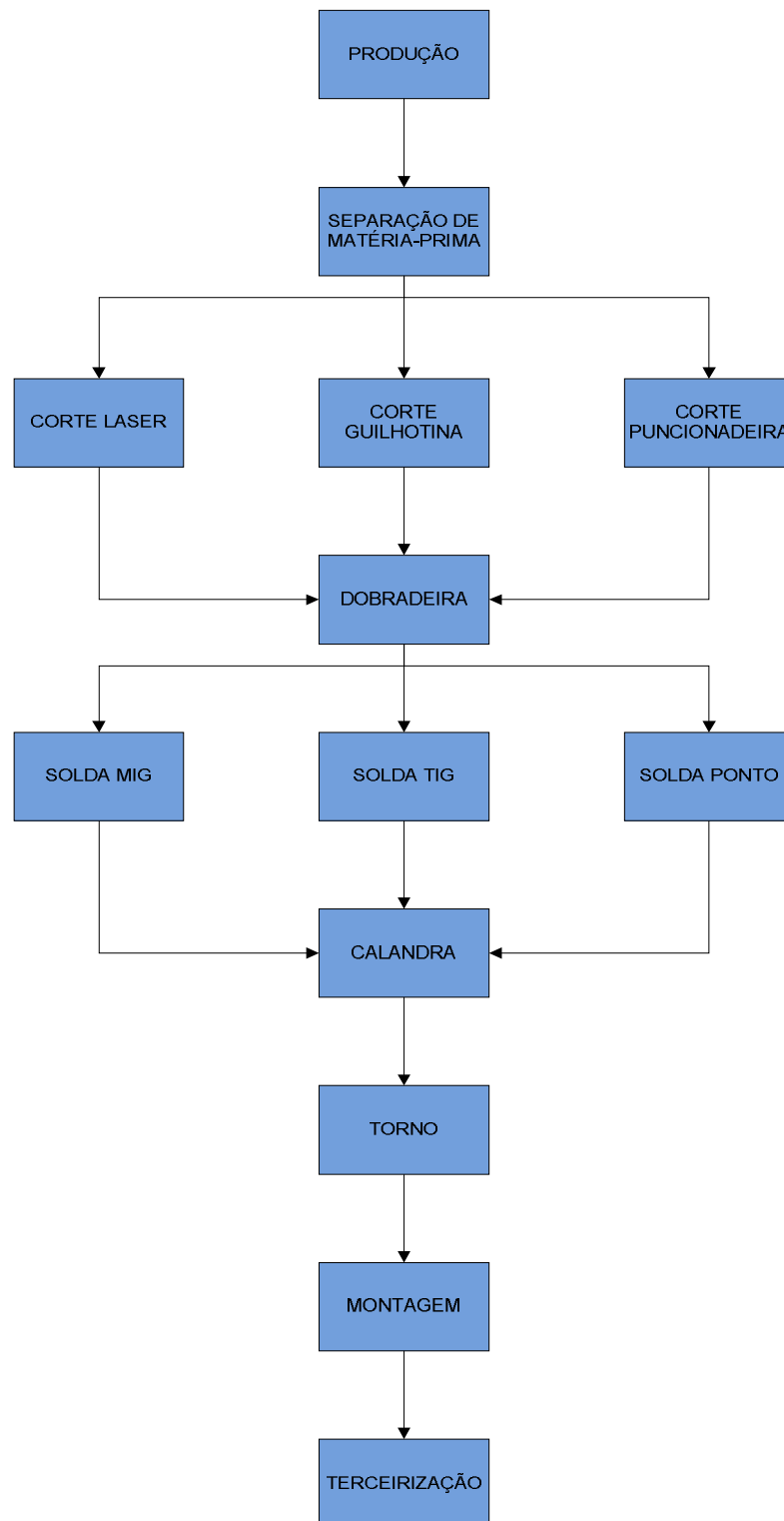
Observações:

AUTORIZADO PCP	TÉCNICO	PROGRAMAÇÃO	APROV. PCP	SEPARAÇÃO MP
Data: / /	Data: / /	Data: / /	Data: / /	Data: / /
Hora: :	Hora: :	Hora: :	Hora: :	Hora: :
Ass: _____	Ass: _____	Ass: _____	Ass: _____	Ass: _____
CORTE LASER	CORTE PUNCION.	C. GUILHOTINA	DOBRA	SOLDA
Data: / /	Data: / /	Data: / /	Data: / /	Data: / /
Hora: :	Hora: :	Hora: :	Hora: :	Hora: :
Ass: _____	Ass: _____	Ass: _____	Ass: _____	Ass: _____
CALANDRA	TORNO	MONTAGEM	PINTURA	ZINCAGEM
Data: / /	Data: / /	Data: / /	Data: / /	Data: / /
Hora: :	Hora: :	Hora: :	Hora: :	Hora: :
Ass: _____	Ass: _____	Ass: _____	Ass: _____	Ass: _____
PRÉ-CONFER.	INSPEÇÃO	QUANT.	EXPEDIÇÃO	FATURAMENTO
Data: / /	Data: / /	ESPESSURA	Data: / /	Data: / /
Hora: :	Hora: :	QUALIDADE	Hora: :	Hora: :
Ass: _____	Ass: _____	MATERIAL	Ass: _____	Ass: _____

Observações

**Figura 4.3: Ordem de produção.**

O detalhamento das etapas do processo de produção é apresentado na Figura 4.4:



**Figura 4.4: Fluxograma do Processo.**

- a) Separação de matéria – prima: as chapas em aço carbono, aço inox, aço galvanizado e alumínio são empilhadas em frente à máquina de corte laser, guilhotina ou puncionadeira de acordo com a espessura, sendo que as chapas mais pesadas, por possuírem uma espessura maior ficam embaixo e as chapas mais leves vão sendo posicionadas em cima.
- b) Corte Laser: é uma máquina de grande precisão, através de desenhos em AutoCAD e do CNC, o programa executa o corte de chapas em aço de até 19,00 mm de espessura, 1500 mm de largura e 3000 mm de comprimento. O processo é feito de acordo com os materiais que já estão separados e ordenados em frente à máquina.
- c) Corte Guilhotina: o corte é realizado por meio do cisalhamento, chapas em aço de até 9,52 mm de espessura e 4000 mm de largura podem ser processadas nessa máquina, que produz peças com geometrias quadradas e retangulares.
- d) Corte Puncionadeira: através do punção, as chapas em aço de até 3,75 mm de espessura, 2000 mm de largura e 4000 mm de comprimento são perfuradas de acordo com diâmetros de furos e oblongos especificados pelo cliente.
- e) Dobradeira: é uma operação feita pela aplicação de uma ferramenta curva ao material produzido, o esforço de flexão com intensidade provoca uma deformação permanente no material. Chapas em aço compatível com dobra de até 19,00 mm de espessura podem ser trabalhadas em diversas angulações. A empresa possui quatro máquinas para dobra, denominadas dobradeira 1, dobradeira 2, dobradeira 3 e dobradeira 4, com capacidade para dobrar peças de 1000 mm, 2000 mm, 3000 mm e 4000 mm de largura e comprimento, respectivamente.

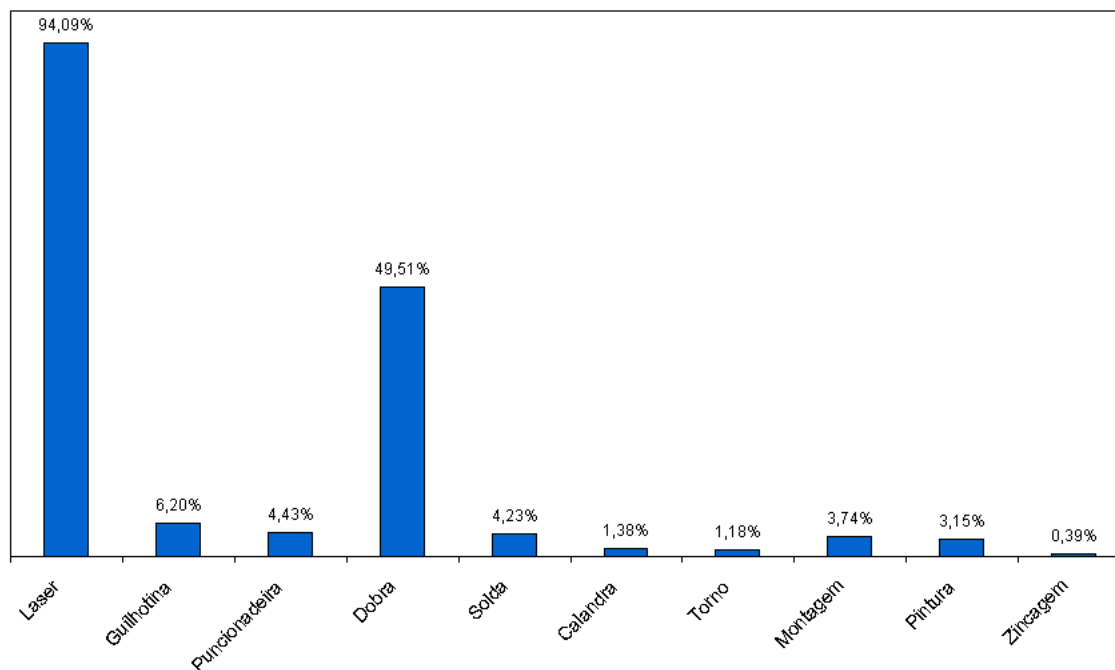
A soldagem é um processo que visa a união localizada de materiais, de forma permanente, baseada na ação de forças em escala atômica é a forma mais importante de união durável de peças usada industrialmente.

- f) Solda MIG: é de fácil operação, alta produtividade e baixo custo, porém sua regulagem é bastante complexa e o processo pode gerar porosidade e respingos nas peças.

- g) Solda TIG: proporciona excelente qualidade, menor aquecimento e ausência de respingos, porém é limitada a chapas de até 6,35 mm.
- h) Solda Ponto: também chamada de ponteadeira, trabalha de forma a fazer a junção de duas peças com o aquecimento de ambas, proporciona rapidez no processo, porém solda chapas com espessura de até 1,90 mm.
- i) Calandra: é constituída por um conjunto de rolos, com movimentos giratórios e pressão regulável. O material de até 6,35 mm a ser curvado é colocado entre rolos que giram e pressionam até que o raio formado esteja de acordo com as dimensões desejadas pelo cliente.
- j) Torno: é utilizado na confecção ou acabamento de peças, possui ferramentas de usinagem e corte que operam fazendo a peça girar removendo o material de acordo com as especificações do cliente.
- k) Montagem: é a etapa final dentro da empresa, a partir de todas as peças processadas, a montagem é feita através do projeto do cliente.
- l) Terceirização: as peças podem ser zincadas, protegendo assim as peças da oxidação e podem também ser pintadas com diversos tipos e cores de tinta.

### **4.3 Tempos e Métodos**

Como a produção da Empresa analisada é extremamente detalhada e extensa, optou-se em focar o estudo nos serviços mais procurados pelos clientes, como mostra a Figura 4.5.



**Figura 4.5: Porcentagem de utilização de processos por pedido.**

De acordo com o gráfico, considerando 100% dos pedidos analisados no período de 01 de maio de 2011 à 30 de junho de 2011, 94,09% dos pedidos processados foram cortados na máquina a laser, enquanto que apenas 6,20% e 4,43% utilizaram os cortes na guilhotina e puncionadeira respectivamente, podendo haver cortes combinados como laser e guilhotina, laser e puncionadeira, guilhotina e puncionadeira ou os três tipos de corte juntos. A dobra também se destacou em relação aos outros processos, sendo que 49,51% dos pedidos têm serviço de dobra. Serviços de solda e montagem processam cada um cerca de 4,00% dos pedidos, ao mesmo tempo em que calandra processa 1,38% e torno 1,18% dos pedidos. Serviços de pintura e zincagem também têm pouca procura, sendo apenas 3,15% e 0,39% respectivamente. Diante dessas informações, o estudo teve foco nos serviços de corte laser e dobra de chapas.

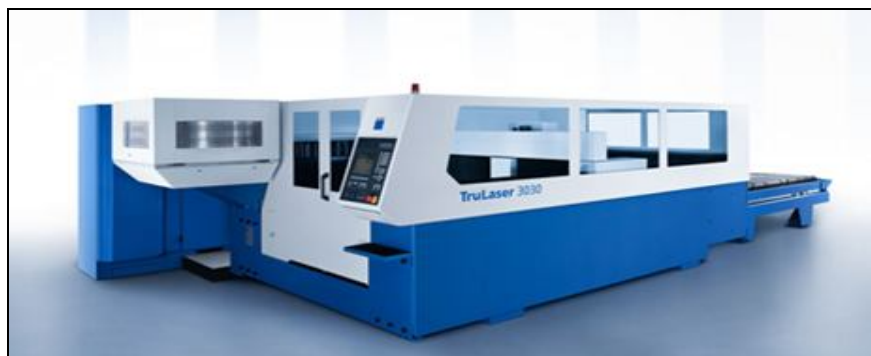
#### **4.3.1 Corte Laser de chapas**

No plano de corte, gerado pelo software programador das peças na chapa, está disponível o tempo de corte que é mensurado através de quantidade de peças por chapa, tipo e espessura da matéria-prima. Chapas em aço inox, aço galvanizado e alumínio requerem um cuidado



especial em seu manuseio, por se tratar de materiais mais leves, finos e sensíveis a riscos e batidas, por isso são preferencialmente prioritárias no corte.

A Figura 4.6 ilustra uma máquina CNC para corte laser em chapas:



**Figura 4.6: Máquina CNC de Corte Laser.**

A empresa trabalha com dois turnos no setor, de acordo com a Tabela 4.2:

**Tabela 4.2: Turnos de trabalho no setor.**

<b>Turno</b>	<b>Período</b>	<b>Horário entrada</b>	<b>Horário saída</b>	<b>Quantidade de colaboradores</b>
1	2 <sup>a</sup> à 6 <sup>a</sup>	00h00min	08h00min	5
2	2 <sup>a</sup> à 6 <sup>a</sup>	08h00min	18h00min	5

Cada tipo de matéria-prima requer um gás específico para corte, demonstrado na Tabela 4.3:

**Tabela 4.3: Gases de corte utilizados.**

<b>Gás</b>	<b>Material</b>	<b>Espessura Máxima</b>
Ar Comprimido	Aço Inox	3,00 mm
	Aço Galvanizado	1,90 mm
	Aço Inox	9,52 mm
Nitrogênio	Aço Galvanizado	1,90 mm
	Alumínio	3,00 mm
	Oxigênio	Aço Carbono

A lista de matérias-primas processadas pela empresa segue conforme Tabela 4.4:

**Tabela 4.4: Matérias - primas utilizadas.**

<b>Material</b>	<b>Espessura</b>	<b>Material</b>	<b>Espessura</b>
Aço Carbono	0,75 mm	Aço Inox	0,60 mm
	0,90 mm		0,80 mm
	1,20 mm		1,00 mm
	1,50 mm		1,20 mm
	1,90 mm		1,50 mm
	2,00 mm		2,00 mm
	2,25 mm		2,50 mm
	2,65 mm		3,00 mm
	3,00 mm		4,75 mm
	3,75 mm		6,35 mm
	4,25 mm		8,00 mm
	4,75 mm		9,52 mm
	6,35 mm		0,80 mm
	8,00 mm		1,20 mm
	9,52 mm		1,50 mm
12,70 mm	1,90 mm		
16,00 mm	1,50 mm		
19,00 mm	3,00 mm		
		Aço Galvanizado	1,50 mm
			1,90 mm
		Alumínio	1,50 mm
			3,00 mm

A máquina é ajustada de acordo com o tipo de material, espessura e gás utilizado, então o CNC é executado. A retirada das peças e a reposição de uma nova chapa acontecem enquanto o operador faz os ajustes para o próximo corte.

A Tabela 4.5 refere-se a médias diárias relacionadas a tempo de corte, troca de MP, setup, número de chapas e peças cortadas:

**Tabela 4.5: Dados referentes ao corte laser.**

<b>Tempo Corte(h)</b>	<b>Tempo Troca MP (h)</b>	<b>Setup (h)</b>	<b>Chapas Cortadas</b>	<b>Peças Cortadas</b>
16h19min	01h20min	00h17min	52	1944

Diariamente são cortadas em média 52 chapas, com tamanho padrão de 3000 mm x 1200 mm, mas esse número é variável, já que as peças tem diferentes tamanhos e nem sempre é possível

preencher toda a chapa, então sobram retalhos. Esses retalhos, chapas com tamanhos menores que o padrão, são aproveitados para cortar pequenas peças ou peças que tenham o tamanho semelhante ao da chapa restante.

O processo de corte laser é controlado por um registro de produção, que contém informações sobre o cliente, o material, tempo estimado e tempo real de corte, turno e operador, como mostrado na Figura 4.7:

REGISTRO DE PRODUÇÃO - CORTE LASER									MANHA( )
DATA: ___/___/___									TARDE( )
LASER ON = _____ RAI0 ON = _____ NÍVEL OXIGÊNIO = _____ NÍVEL NITROGÊNIO = _____									NOITE( )
[ ] = Raspagem do Protetor do Coletor [ ] = Limp. da Manta [ ] = Limp. Interna [ ] = Limp. da Gaveta [ ] = Alinhamento do Foco _____									
[ ] = Limpeza Externa [ ] = Outros [ _____ ] [ ] Hora : Responsável _____									
Nº	PEDIDO	CLIENTE	MATERIAL	ESP.	DURAÇÃO	INÍCIO	TÉRMINO	BAIXA	OPERADOR
OBS: PREENCHER TODOS OS CAMPOS. O INÍCIO E O TÉRMINO DOS CORTES ANOTAR HORA/MINUTO/SEGUNDO									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
#									
11									
#									
#									
#									
#									
OBSERVAÇÕES									
ANTES DE DESLIGAR A MÁQUINA OU MUDAR DE FOLHA ANOTAR. Laser on = _____ Raio on = _____									
LASER ON (HORAS) = _____ RAI0 ON (HORAS) = _____ PRODUTIVIDADE = _____ %									

FORMPR08.02

Figura 4.7: Registro de Produção – Corte Laser.

Cada chapa tem o tempo médio de corte de 19 minutos, sendo o tempo de troca de matéria – prima, ou seja, a retiradas das peças cortadas e a reposição de uma nova chapa de 1 minuto e meio. O setup refere-se ao tempo que a máquina demora a ligar, sendo uma média de 17 minutos. Esses dados estão demonstrados na Tabela 4.6:

Tabela 4.6: Médias por chapa.

<b>Tempo Corte por Chapa</b>	<b>Tempo Troca MP por Chapa</b>	<b>Setup (h)</b>	<b>Peças por Chapa</b>	<b>Peças por hora</b>
18min47seg	01min33seg	17min04seg	37	122

Finalizado o corte, as peças são conferidas através de desenhos cotados em AutoCAD e encaminhadas para o próximo setor, que na maioria das vezes é o setor de dobra.

### 4.3.2 Dobra de chapas

No processo de dobra, ou deformação permanente as máquinas são programadas de acordo com o tipo de dobra que será feita, assim como espessura, material e tamanho das peças também afetam essa programação, refletindo diretamente no tempo gasto para a produção. A Figura 4.8 ilustra uma máquina CNC de dobra de chapas:



Figura 4.8: Máquina CNC de dobra.

Durante o serviço de dobra, o operador confere as cotas do desenho e as confronta com suas tolerâncias, incluindo sentido da dobra, comprimentos e angulação. Feito isso dimensiona as peças para cada máquina de acordo com os tamanhos existentes como demonstrado na Tabela 4.7.

Tabela 4.7: Dimensionamento de peças no setor.

Máquina	Comprimento Máximo (mm)	Distância Máxima entre Dobras (mm)	Força de Dobra (kN)
1	1000	240	250
2	2000	400	600
3	3000	500	1200
4	4000	800	2500

A empresa trabalha com três turnos no setor de acordo com a Tabela 4.8:

Tabela 4.8: Turnos de trabalho no setor.

Turno	Período	Horário entrada	Horário saída	Quantidade de colaboradores
1	2 <sup>a</sup> à 6 <sup>a</sup>	00h00min	08h00min	4
2	2 <sup>a</sup> à 6 <sup>a</sup>	08h00min	16h00min	4
3	2 <sup>a</sup> à 6 <sup>a</sup>	16h00min	00h00min	4

O processo de dobra é controlado por um registro de produção, que contém informações sobre o cliente, quantidade de peças, quantidade de dobras por peça, horário de início e fim do processo, como demonstrado na Figura 4.9.



#### 4.4 Priorização de Pedidos

Na priorização de pedidos são considerados os prazos de entrega combinados entre os vendedores e o cliente, porém ocorre com grande frequência ter uma quantidade superior de pedidos para corte e dobra que ultrapassam o limite de horas diárias de trabalho, então são feitas horas extras. Se as horas extras não forem o suficiente para finalizar os processos e entregar as peças a tempo os pedidos ficam em atraso.

Com os pedidos em atraso a incidência de erros aumenta devido à pressão para a conclusão das peças, o que acarreta em um atraso maior ainda. Outra consequência dos atrasos é a insatisfação dos clientes, que podem até deixar de fazer pedidos na empresa.

Uma amostra de dez dias confrontou a quantidade de pedidos vendidos pelo setor comercial com a quantidade de pedidos processados pela produção e expedidos pelo setor de expedição, numa relação considerando o prazo de entrega de três dias, como ilustra a Figura 4.10.

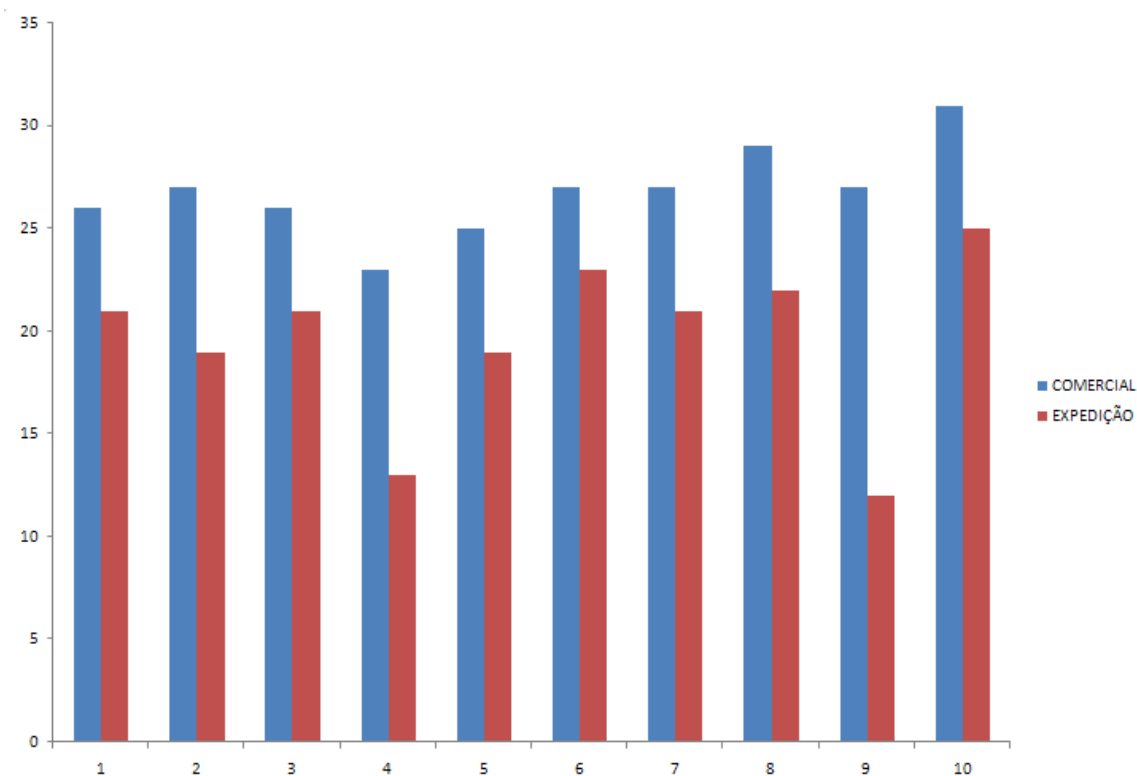
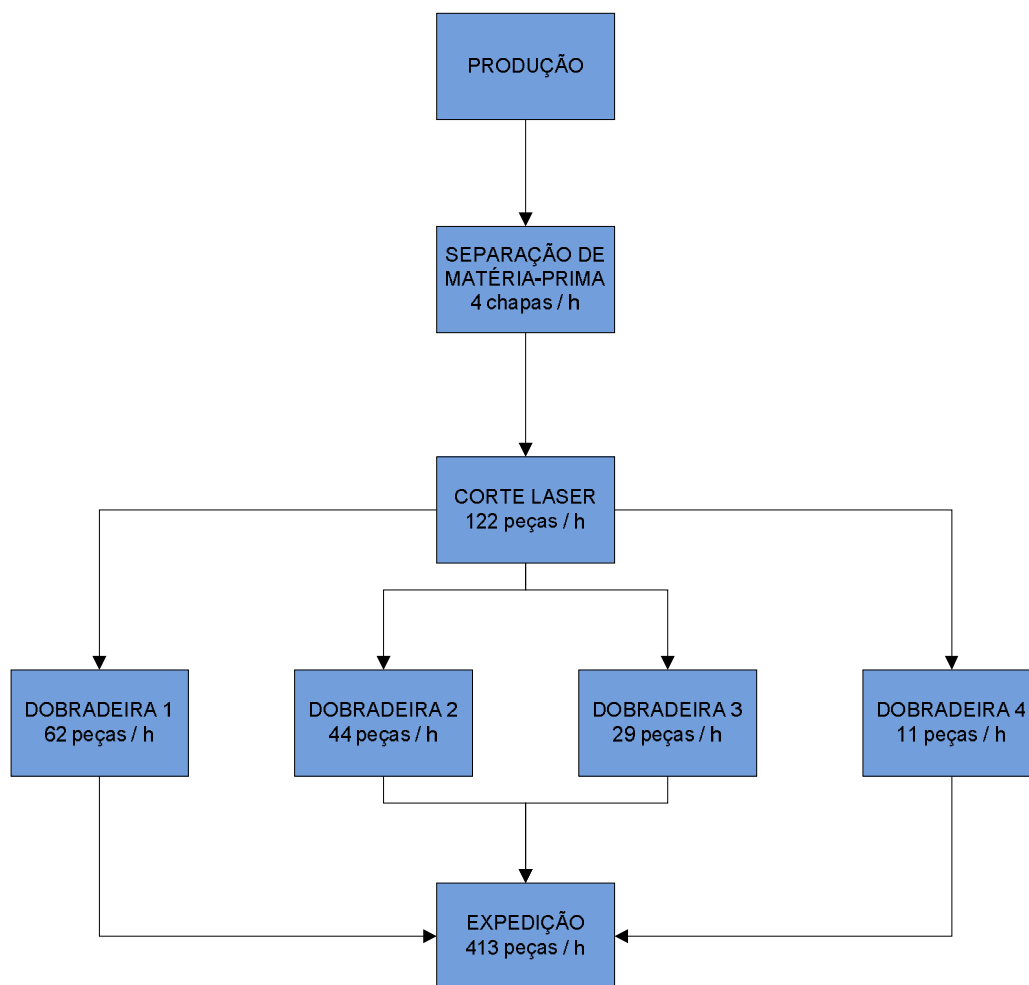


Figura 4.10: Quantidade de pedidos vendidos X Quantidade de pedidos expedidos.

A Figura 4.11 demonstra um novo fluxograma do processo produtivo, considerando apenas os setores de corte laser, dobra e expedição dos produtos acabados, bem como a capacidade produtiva em peças por hora em cada serviço.



**Figura 4.11: Fluxograma da Capacidade Produtiva.**

A separação de matéria – prima tem a capacidade média de 4 chapas / h, com base nos dados da Tabela 5.6 cada chapa faz em média 37 peças, logo é possível separar material para cortar 148 peças. O corte laser tem a capacidade média de cortar 122 peças / h, já as dobradeiras têm suas capacidades inversamente proporcionais ao seu tamanho, a dobradeira 1 com 62 peças / h, a dobradeira 2 com 44 peças / h, a dobradeira 3 com 29 peças / h e a dobradeira 4 com 11 peças / h, totalizando 146 peças produzidas por hora no setor. Finalmente o setor de expedição tem a capacidade de conferir, embalar e entregar 413 peças / h.



## **5. MODELO PROPOSTO**

### **5.1 Vendas X Produção**

De acordo com a Figura 4.10, a quantidade de pedidos vendidos é maior do que a quantidade de pedidos expedidos, isso acarreta em um constante atraso de produção e conseqüentemente de entrega. São vendidos em média 28 pedidos por dia, com prazo médio de entrega de 3 dias, e finalizados e entregues em média 21 pedidos.

Para diminuir essa diferença, o setor comercial informa ao PPCP através da planilha Controle de Pedidos exemplificada na Figura 5.1, o número do pedido, nome do cliente, quantidade de peças, número de itens e assinala com um “X” os processos que o pedido irá percorrer dentro da produção. A capacidade de processamento não pode ser excedida, por isso a quantidade máxima de pedidos diários é de 20. A planilha foi desenvolvida com o intuito de renegociar prazos de entrega com o cliente e remanejar pedidos.

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Controle de Pedidos". The spreadsheet is displayed in a window with the following menu items: Arquivo, Editar, Exibir, Inserir, Formatar, Ferramentas, Dados, Janela, Ajuda. The toolbar includes various icons for file operations, editing, and formatting. The spreadsheet itself has a header row (row 2) with the following columns: Nº Pedido, Cliente, Qtde Peças, Nº itens, Sep. MP, Laser, Guilh., Puncion., Dobra, Solda, Calandra, Torno, Montagem, Terceir., and Observações. The rows are numbered 1 to 31, with row 1 containing the title "Controle de Pedidos". The spreadsheet is currently showing rows 1 through 20.

	Nº Pedido	Cliente	Qtde Peças	Nº itens	Sep. MP	Laser	Guilh.	Puncion.	Dobra	Solda	Calandra	Torno	Montagem	Terceir.	Observações
1															
2															
3															
4	1														
5	2														
6	3														
7	4														
8	5														
9	6														
10	7														
11	8														
12	9														
13	10														
14	11														
15	12														
16	13														
17	14														
18	15														
19	16														
20	17														
21	18														
22	19														
23	20														
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															

Figura 5.12: Controle de Pedidos.

## 5.2 Planejamento de Produção

No modelo proposto o enfoque será nos processos de corte e dobra, visto que a Figura 4.5 ilustra com destaque esses serviços mais procurados pelos clientes.

### 5.2.1 Requisição de Materiais

O PPCP faz a requisição de materiais através das informações contidas na OP de acordo com o projeto final do cliente. A necessidade é identificada, listada e solicitada pelo PPCP. Os materiais mais requeridos são chapas para corte e dobra, parafusos, porcas, rebites e tubos para montagem, além de materiais para acabamento como discos de corte, flap e desbaste. A Figura 5.2 ilustra a planilha para requisição de materiais.



Tabela 5.10: Nova divisão de turnos de trabalho - Laser.

Turno	Período	Horário entrada	Horário saída	Quantidade de colaboradores
1	2 <sup>a</sup> à sábado	21h00min	04h00min	4
2	2 <sup>a</sup> à sábado	04h00min	11h00min	4
3	2 <sup>a</sup> à sábado	11h00min	18h00min	4

Com três turnos de trabalho e uma jornada semanal de 36hs, são eliminadas as horas-extras e a utilização da eletricidade no horário das 18hs às 21hs. A manutenção preventiva e limpeza das máquinas, que hoje são feitas aos sábados, seriam feitas em horário normal de trabalho. O tempo de utilização do laser aumentaria de 18hs para 21hs diárias, isso reflete em 36hs a mais na semana ou 144hs no mês.

No sequenciamento de corte, as prioridades envolvidas são o prazo de entrega, os processos que o pedido será submetido, a espessura e o tipo de material, o cabeçote da máquina e o gás. A separação de material desenvolve seu trabalho de acordo com a sequencia de corte feita pelo PPCP, empilha as chapas em frente à máquina de corte através de paletes. Para não danificar o material, colocando chapas mais pesadas em cima de chapas mais leves, o PPCP leva em consideração o peso das chapas através do seguinte cálculo:

$$Peso\ Teórico = E \times C \times L \times K \quad (2)$$

Em que:

- E = espessura do material;
- C = comprimento do material;
- L = largura do material;
- K = constante = 7,85.

Chapas em aço inox, alumínio e aço galvanizado devem ficar em cima das chapas de carbono, por se tratar de materiais frágeis.

Com relação ao prazo de entrega, os pedidos com o prazo mais próximo são os primeiros a serem cortados, em casos de vários pedidos com o mesmo prazo de entrega, corta-se primeiro o que tem outros processos como dobra, solda e montagem. Os tempos médios de corte são



operador cada, e as máquinas 3 e 4 precisam de 2 operadores cada, devido ao tamanho das peças processadas. A Tabela 5.2 demonstra a proposta:

**Tabela 5.2: Nova divisão de turnos de trabalho - Dobra.**

<b>Turno</b>	<b>Período</b>	<b>Horário entrada</b>	<b>Horário saída</b>	<b>Quantidade de colaboradores</b>
1	2ª à sábado	21h 00min	04h 00min	6
2	2ª à sábado	04h 00min	11h 00min	6
3	2ª à sábado	11h 00min	18h 00min	6

No setor de dobra, a prioridade é o prazo de entrega e os pedidos que percorrerão outros processos, como solda, montagem e pintura. A Tabela 4.9 auxilia o PPCP para estimar o tempo médio de processamento, como tempos de setup e de dobras em cada máquina, possibilitando com isso fazer um sequenciamento de produção.

As informações necessárias para o sequenciamento de dobra estão ilustradas em uma planilha através da Figura 5.4. O número do pedido, nome do cliente, prazo de entrega e quantidade de peças são informações retiradas da OP. A quantidade de dobras por peça é extraída dos desenhos em AutoCAD, possibilitando calcular por meio do número de peças, a quantidade total de dobras. O tempo médio gasto por dobra e o tempo médio de setup, são valores tabelados, que proporcionam estimar o tempo total de dobra, sendo este a quantidade total de dobras multiplicada pelo tempo médio por dobra, além de estimar o início do setup, início e fim da dobra.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	<b>SEQUÊNCIA DE DOBRA</b>											
2												
3												
4												
5	PEDIDO	CLIENTE	PRAZO DE ENTREGA	QTDE PEÇAS	QTDE DOBRAS / PEÇA	QTDE TOTAL DOBRAS	TEMPO MÉDIO / DOBRA	TEMPO DE DOBRA	TEMPO MÉDIO SETUP	INÍCIO SETUP	INÍCIO DOBRA	FIM DOBRA
6	12345	ABCDE	10/set	50	4	200	00:01:54	6:20:00	0:08:36	21:00:00	21:08:36	3:28:36
7							00:01:54		0:08:36			
8							00:01:54		0:08:36			
9							00:01:54		0:08:36			
10							00:01:54		0:08:36			
11							00:01:54		0:08:36			
12							00:01:54		0:08:36			
13							00:01:54		0:08:36			
14							00:01:54		0:08:36			
15							00:01:54		0:08:36			
16							00:01:54		0:08:36			
17							00:01:54		0:08:36			
18							00:01:54		0:08:36			
19							00:01:54		0:08:36			
20							00:01:54		0:08:36			
21							00:01:54		0:08:36			
22							00:01:54		0:08:36			
23	<b>TOTAL</b>			50	4	200		06:20:00				

Figura 5.4: Sequência de Dobra.

#### 5.2.4 Terceirização de Serviços

Apesar de o foco do trabalho ser o corte e dobra de chapas, um processo importante que merece atenção é a terceirização, o que acontece com a pintura e a zincagem de peças.

O PPCP negocia prazos com os fornecedores com o intuito de entregar o pedido dentro do previsto. As peças e os desenhos são enviados com a remessa para industrialização, que é uma planilha para programação dos processos fora da empresa, bem como a entrega e finalização das peças. Informações do fornecedor, responsável pelo serviço, data de envio e prazo combinado, quantidade de peças, número do pedido e informações sobre o serviço, cor da tinta ou tipo da zincagem estão contidas no formulário como demonstrado na Figura 5.5:

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'REMESSA PARA INDUSTRIALIZAÇÃO [Somente leitura]'. The spreadsheet contains two identical forms, one for the '1ª via - Empresa' (rows 1-13) and one for the '2ª via - Fornecedor' (rows 14-24). Each form is structured as follows:

1ª via - Empresa		REMESSA PARA INDUSTRIALIZAÇÃO	
Fornecedor:		Contato:	
Data da Remessa:	Prazo Combinado:	Qtde de peças:	
Material:	Desenho/Rev.:	Pedido:	
Descrição dos serviços (incluir especificações de camada, cor, etc):			
Tipo de embalagem:		Enviado por (Responsável):	

The second form, '2ª via - Fornecedor', follows the same structure as the first. The spreadsheet interface includes the standard Excel menu bar (Arquivo, Editar, Exibir, Inserir, Formatar, Ferramentas, Dados, Janela, Ajuda) and a toolbar with various icons. The status bar at the bottom shows 'Pronto' and 'NÚM'.

**Figura 5.5: Remessa para Industrialização.**

### 5.3 Controle de Produção

A coleta de dados para o controle da produção se dá através dos formulários ou registros de produção já demonstrados nas Figuras 4.7 para corte laser e 4.9 para dobra. Através desses dados o PPCP tem subsídios para mensurar tempos de produção dentro de um processo produtivo sob encomenda, o qual apesar de possuir repetibilidade possui também grande variedade de peças. Além de tempos de produção, o PPCP estima horas/máquina e horas/homem consumidas por pedido ou diariamente.

A identificação de problemas se torna mais rápida por meio da análise dos registros e das observações escritas pelos operadores, logo a solução dos problemas também fica mais acelerada.



A empresa possui um sistema de informação, porém não há o módulo de PPCP, isso justifica a utilização de planilhas, porém foi possível através do sistema criar uma roteirização de pedido.

A Figura 5.6 demonstra o roteiro de produção criado no sistema da empresa, nele cada setor possui um código de identificação e quando o processo está finalizado o colaborador faz o lançamento no sistema e encaminha a OP para o próximo setor.

SEQ	SETOR	DESCRIÇÃO	DATA	HORA
1	1	COMERCIAL	13/09/2011	08:00
2	2	PROJETOS	13/09/2011	14:27
3	3	PROGRAMACAO	14/09/2011	02:41
4	4	SEPARACAO DE MATERIAL	14/09/2011	09:03
5	5	CORTE	14/09/2011	17:28
6	6	DOBRA	15/09/2011	07:45
7	10	EXPEDICAO	15/09/2011	10:00
8	11	FATURAMENTO	15/09/2011	13:30

**Figura 5.6: Roteiro do pedido.**

O início do roteiro acontece quando o setor comercial (código 1) emite a OP, então os desenhistas fazem o projeto (código 2), os programadores programam para corte e a OP é conferida e autorizada para produção pelo PPCP (código 3), a separação de matéria-prima é feita (código 4), as chapas são cortadas (código 5), dobradas (código 6), conferidas e expedidas (código 10) e finalmente o pedido é faturado (código 11). Cada setor tem um código para dar baixa quando finalizado o processo.

## 6. CONCLUSÃO

O estudo teórico e prático do processo produtivo sob encomenda possibilitou a elaboração de um Planejamento, Programação e Controle de Produção de maneira estruturada. É importante salientar que grande parte dos dados estudados já era apontada nos registros de produção, porém não tinham uma finalidade até então.

Foi constatada a importância que o PPCP tem dentro de uma organização, tanto para conseguir um processo produtivo otimizado através da minimização de erros, eliminação de gargalos, produção com qualidade e entrega dentro dos prazos previstos, quanto para consequentemente conquistar mais clientes e manter os clientes atuais por meio de um elo de confiança que nasce entre empresa e cliente.

De maneira geral, os objetivos do trabalho foram alcançados. A capacidade produtiva pôde ser mensurada através do estudo de tempos e métodos que possibilitou o cálculo das médias de produção. Já os gargalos flutuam com a demanda, para evitá-los ou minimizá-los o PPCP deve estar afinado com o setor comercial e então passar uma posição da ocupação dos setores de corte e dobra para que os vendedores renegociem prazos com os clientes ou se possível preencham os períodos ociosos.

A proposta do Planejamento, Programação e Controle da Produção da empresa estudada consistiu em analisar a OP, fazer a solicitação de materiais necessários ao setor de compras, fazer sequenciamento de corte e dobra analisando todas as especificações necessárias e acompanhar dos processos terceirizados. Além de fazer um processo de conscientização da importância da utilização do sistema já existe para o lançamento do roteiro do pedido, o que facilita o acompanhamento da produção. Outra melhoria proposta foi o aumento de um turno de trabalho para a otimização de tempo e redução de horas-extras.

Apesar de não ter sido implantada, a proposta deu início à organização dos dados para futuramente o PPCP ser efetivamente implementado, não em forma de planilhas e sim em um sistema de informação integrado.

## REFERÊNCIAS

- BARRETO, Ronaldo M.; ANTUNES JUNIOR, José A. V. **Análise da Capacidade versus Demanda e a Formulação da Estratégia de Produção: um estudo de caso.** In: XVI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... Bauru, 2009.
- BASTOS, André L. A. et al. **Planejamento e Programação da Produção em Sistemas Produtivos por Projeto (*make-to-order*) – evidências dos desafios enfrentados pelos fornecedores de um fabricante de máquinas e equipamentos.** In: XVI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... Bauru, 2009.
- CONTADOR, José C. **Gestão de Operações.** 2. Ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2000.
- CORRÊA, Carlos A.; CORRÊA, Henrique L. **Administração de Produção e Operações.** 2. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.
- DAVIS, M. Mark; AQUILANO, J. Nicholas; CHASE, B. Richard. **Fundamentos da Administração da Produção.** 3 Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- FARIAS, Marcelo M. de. et al. **Análise da Implantação dos Conceitos de Produção Enxuta no ambiente de Produção sob Encomenda.** In: XVI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... Bauru, 2009.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações.** 8. Ed. São Paulo: Editora Pioneira Thomson, 2002.
- LIMA, Vanessa G.; STABILE, Samuel; SILVA, José A A **Aplicação do Método de Estudo de Tempos e Movimentos como Ferramenta para Melhoria da Produtividade: um estudo de caso em uma indústria de calçados.** In: XVII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... Bauru, 2010.
- MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção.** 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- MOREIRA, Bruna B. *et al.* **O Estudo de Tempos e Movimentos para a Análise da Capacidade Produtiva de uma Panificadora.** In: XVI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... Bauru, 2009.
- OLIVEIRA, Raphael I.; ROTONDARO, Roberto G. **Desenvolvimento de Sistema de Planejamento no Regime *Make-to-order*: o caso de uma Indústria de Móveis Corporativos.** In: XVI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... Bauru, 2009.
- RUSSOMANO, Victor H. **Planejamento e Controle da Produção.** 6. Ed. São Paulo: Editora Pioneira, 2000.
- SLACK, N.; CHAMBERS; S. JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 2. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

STEVENSON, William J. **Administração das Operações de Produção**. 6. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

TUBINO, Dalvio F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e prática**. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

TUBINO, Dalvio F. **Sistemas de Produção: A produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookamn, 1999.

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