

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

**DIMENSIONAMENTO DOS LOTES DE PRODUÇÃO
APLICADO A UMA LINHA DE PRODUTOS DE UMA
INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO DE LINGERIE**

Hugo José Menezes

TCC-EP-47-2012

Maringá - Paraná
Brasil

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

**DIMENSIONAMENTO DOS LOTES DE PRODUÇÃO
APLICADO A UMA LINHA DE PRODUTOS DE UMA
INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO DE LINGERIE**

Hugo José Menezes

TCC-EP-47-2012

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador: Prof. Rafael Germano Dal Molin Filho

RESUMO

O presente trabalho será realizado para a melhoria do processo produtivo de uma indústria de confecção, que apresenta falhas como falta de matéria prima, postos com sobrecarga e conseqüentemente atraso na entrega dos pedidos. A implementação de um plano de dimensionamento de produção para uma classe de produtos desta empresa tem como propósito a correção desses erros, gerando redução de custos relacionados com estoques e nível de utilização da variação da capacidade produtiva, bem como a melhoria dos prazos de entrega, aumentando a flexibilidade para atender as variações da demanda e dos recursos produtivos. O caminho metodológico adotado foi um estudo das características da empresa levantando as principais informações para a realização de uma previsão de demanda que será usada como base para dimensionar o plano de produção através de lotes dos produtos, obtendo desse modo, uma melhor programação das atividades do setor produtivo preparada para as variações do mercado.

Palavras-chave: Planejamento e controle de produção; Confecção.

SUMÁRIO

RESUMO	3
SUMÁRIO.....	4
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS.....	7
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	8
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 OBJETIVO GERAL	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE SISTEMAS DE PROCESSOS PRODUTIVOS.....	4
2.2 TIPOS DE ARRANJOS FÍSICOS	6
2.2.1 SELECIONANDO UM TIPO DE ARRANJO PRODUTIVO ATRAVÉS DA ANÁLISE VOLUME-VARIEDADE.....	9
2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	12
2.4 PLANO DE PRODUÇÃO	16
2.4.1 CAPACIDADE PRODUTIVA	18
2.4.2 PREVISÃO DE DEMANDA	18
2.4.2 PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO	25
2.5 BALANCEAMENTO.....	26
3. METODOLOGIA	29
3.1 (ETAPA 1) CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	30
3.2 (ETAPA 2) CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO.....	31
3.3 (ETAPA 3) TÉCNICAS PARA O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA LINHA DE PRODUÇÃO	32
3.3.1 (ETAPA 3.1) PREVISÃO DE DEMANDA	32
3.3.2 (ETAPA 3.2) DIMENSIONAMENTO DO LOTE DE PRODUÇÃO.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1 (ETAPA 4.1) – CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	36
4.2 (ETAPA 4.2) – CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO.....	36
4.3 (ETAPA 4.3.1) – PREVISÃO DE DEMANDA	38
4.4 (ETAPA 4.3.2) – DIMENSIONAMENTO DOS LOTES DE PRODUÇÃO	40
5. CONCLUSÃO	41
5.1 SUGESTÃO PARA FUTUROS TRABALHOS	41
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE A – LAYOUT INDUSTRIAL E FLUXO DE MATERIAIS	44
APÊNDICE B – COMPORTAMENTO DO FATURAMENTO REFLEXO DE SAZONALIDADE.....	46
APÊNDICE C – LISTA DE TODOS OS PRODUTOS DA LINHA ESTÉTICA.....	48

APÊNDICE D – TABELA DE CORES DOS PRODUTOS.....	51
APÊNDICE E – PREVISÃO DE DEMANDA.....	53
APÊNDICE F – DIMENSIONAMENTO DOS LOTES DE PRODUÇÃO.....	54

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: RELAÇÃO ENTRE TIPOS DE PROCESSO E TIPOS BÁSICOS DE ARRANJO FÍSICO.....	7
FIGURA 2: POSIÇÃO DO PROCESSO NO CONTÍNUO VOLUME – VARIEDADE.	10
FIGURA 3: COMPARAÇÃO ENTRE OS TIPOS BÁSICOS DE ARRANJO FÍSICO.....	11
FIGURA 4: FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA.....	29
FIGURA 5: EXEMPLO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE PRODUTOS.	37
FIGURA 6: (ETAPA 3) PLANEJAMENTO E CONTROLE DA LINHA DE PRODUÇÃO.	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS TIPOS BÁSICOS DE ARRANJO FÍSICO.....	11
TABELA 2: EXEMPLO DE CONFIGURAÇÃO DO ARQUIVO DE PROGRAMAÇÃO DE PMP.....	26
TABELA 3: EXEMPLO DE PLANILHA DE PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO POR PRODUTO.....	35
TABELA 4: PREVISÃO DE DEMANDA.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCP Planejamento e Controle da Produção

PMP Plano Mestre de Produção

MPE's Micro e Pequenas Empresa

1. INTRODUÇÃO

A competitividade do mercado está cada vez mais acentuada pela globalização, isso se reflete tanto em pequenas, como nas médias e grandes empresas. Conseqüentemente, as organizações passaram a investir. Com ações de planejamento, diretamente na função produção com decisões importantes e precisas na busca de eficiência. Desta forma, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) se tornou um elemento estratégico fundamental dentro da organização produtiva (VASCONCELOS, 2006).

Segundo Barros e Tubino (1998) apesar do assunto Planejamento e Controle da Produção parecer dominado, ou até ultrapassado, quando se trata do contexto de Micro e Pequenas Empresas (MPE's) e até médias empresas, pode se notar que ainda há muito por fazer. Desde o pós-guerra, o setor de produção não participava das decisões estratégicas tomadas pela empresa, apenas as cumpria. Nos últimos anos, esse panorama tem se modificado. As razões por trás deste renovado interesse, é a crescente pressão por competitividade que os mercados mundiais tem demandado, o potencial competitivo que representam as novas tecnologias de processo de gestão de manufatura, e a importância do papel estratégico que a produção pode e deve ter no atingimento dos objetivos globais da organização (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Observa-se que as áreas ligadas à manufatura estão revalorizadas, lembrando a época do artesão que era considerado como artista e respeitado por todos. É essencial produzir cada vez mais com cada vez menos, considerando aspectos como flexibilidade, qualidade, prazos de entrega, etc. É neste contexto que estão inseridos os sistemas produtivos, de maior ou menor tamanho (BARROS, TUBINO, 1998). A importância do PCP para os sistemas de produção é indiscutível, tornando-se mais relevante quando se relacionam suas atividades ao ambiente de concorrência vivenciado atualmente pelas empresas (GOMES, 2002).

Para realizar seus objetivos, os sistemas produtivos devem exercer diversas funções operacionais, que podem ser agrupadas em três funções básicas: Finanças, Produção e Marketing. O sucesso de um sistema produtivo depende da forma como estas três funções se relacionam (GOMES, 2002).

Segundo Tubino e Filho (2001), as atividades desenvolvidas pelo PCP em um sistema produtivo com metas e estratégias a serem definidas, procuram formular planos, administrar

os recursos humanos e físicos com base nestes planos, direcionar a ação dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação permitindo a correção de prováveis desvios. Ainda de acordo com este mesmo autor, é necessário o desenvolvimento de planos para atingir as metas e estratégias pré-definidas em um sistema produtivo. As atividades de administração de recursos humanos e físicos, de direcionamento da ação dos recursos humanos sobre os físicos, assim como o acompanhamento destas ações e a correção de prováveis desvios são funções desenvolvidas pelo PCP.

Além das atividades para organização e planejamento dos processos de fabricação das empresas, o PCP também possui objetivos voltados para a otimização dos recursos e materiais necessários para a produção, estabelecendo e coordenando o tempo de criação dos produtos (GOMES, 2002). As informações geradas no balanceamento são utilizadas dentro do PCP no sequenciamento da capacidade produtiva e tempo do processo (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Para Rocha (2005), balancear uma linha de produção é ajustá-la às necessidades da demanda, maximizando a utilização dos seus postos ou estações, unificando o tempo unitário de execução do produto. Uma linha de produção é formada por uma sequência de postos de trabalho, compondo estações, dependentes entre si, cada uma com função definida e voltada à fabricação ou montagem de um produto. Os postos são as etapas que permitem a construção do item a ser fabricado.

Este trabalho propõe analisar o sistema produtivo da Indústria e Comércio de Confecções Mondress LTDA, que está iniciando as atividades para a criação de um departamento de Planejamento e Controle da Produção, para administrar os recursos materiais, produtivos e humanos. Para isso, a proposta foi realizar um estudo de previsão de demanda e dimensionar e preparar a produção para a devida capacidade.

1.1 Justificativa

O presente trabalho foi realizado para a melhoria do processo produtivo de uma indústria de confecção, que apresentava falhas como falta de matéria prima, postos com sobrecarga e conseqüentemente atraso na entrega dos pedidos. A realização do estudo sobre a previsão de demanda e a implementação de um dimensionamento dos lotes de produção desta empresa tem como propósito a correção desses erros, gerando redução de custos relacionados com

estoques e nível de utilização da variação da capacidade produtiva, bem como a melhoria dos prazos de entrega, aumentando a flexibilidade para atender as variações da demanda e dos recursos produtivos.

Todos esses estudos mencionados de início foram realizados sobre uma determinada classe de produtos, para nível de experiência para após ser realizado nos demais produtos da indústria em estudo.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

Foi abordado neste trabalho um estudo do dimensionamento dos lotes de produção que faz parte do planejamento e controle da produção, para uma classe de produtos dentro de uma indústria de confecção. Também foi analisado o processo de produção desses produtos, estoque de materiais e regras em geral das características da empresa, que se fazem necessários para atingir os objetivos, tais como: a diminuição do prazo de entrega, a correção de falta de material e o dimensionamento dos postos de trabalho com carga de trabalho semelhantes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Dimensionar os lotes de produção de uma classe de produtos de uma indústria de lingerie.

1.3.2 Objetivos específicos

Para o desenvolvimento do objetivo geral do trabalho, geram-se os seguintes objetivos específicos:

- Projetar as demandas de produtos para a família selecionada;
- Determinar os planos de produção pelas classes de produtos definidas;
- Dimensionar lotes médios de produção;
- Agrupar os lotes de produção em atendimento à previsão de demanda.

2. Revisão de Literatura

Neste capítulo será realizada uma introdução do estudo do tema planejamento e controle da produção. Para tanto, serão estudados alguns termos necessários para a melhor compreensão do assunto, são eles: tipos de processos produtivos, tipos de arranjos físicos, plano de produção e por fim uma compreensão básica sobre balanceamento de linha de produção.

2.1 Classificação dos Tipos de Sistemas de Processos Produtivos

Antes de iniciar a discussão sobre o planejamento e controle da produção, é necessário explicitar alguns conceitos que segundo Slack (1999) e Gaither e Frazier (2002) auxiliam a compreensão do assunto. Dentre estes, pode-se citar os tipos de processos produtivos (processo por projeto, processo jobbing, processo em lotes ou bateladas, processo em massa e processo contínuo) e layout (arranjo físico posicional, arranjo físico por processo, arranjo físico celular, arranjo físico por produto, arranjo físico combinado)

Segundo Slack (2002) e Gaither e Frazier (2002), tanto o fator de escolha dos tipos de processos produtivos quanto a seleção de layouts, dependem das características de volume e variedade produzida.

A classificação dos tipos de sistemas de processos produtivos faz parte do campo das estratégias funcionais que define os principais elementos condicionantes para o projeto de uma unidade industrial. Dentro destas, nos interessa considerar em especial as estratégias de produção. São exemplos: os paradigmas da produção em massa que prevalecem até meados dos anos 60 e os novos paradigmas da produção, agrupados em torno da produção enxuta, fortemente influenciadora das novas tecnologias de gestão, decorrentes das mudanças no cenário econômico mundial (CAMAROTTO, 2005).

De modo geral, os sistemas produtivos podem ser classificados em Contínuos (o processo produtivo não pode ser interrompido, como em uma indústria química); Repetitivos (o produto é processado em lotes); e Intermitentes (os produtos são feitos sob encomenda dos clientes, como ocorre nas micro e pequenas e empresas) (CAMAROTTO, 2005).

A seguir, serão apresentados e explicados os tipos de processos produtivos: o processo por projeto são os que fabricam produtos discretos, usualmente customizados. O tempo para se fazer o produto ou serviço é longo. Tem como principais características o baixo volume de

produção e alta variedade. As operações de sua manufatura podem ser mal definidas ou até mesmo incertas mudando com o desenvolver da produção. São exemplos de processos de projeto, a construção de navios, grande parte das atividades das construtoras, produção de filmes e perfuração de poços de petróleo. Cada trabalho tem início e fim definidos. O tempo de início entre diferentes trabalhos é longo e os recursos são organizados de forma especial para cada trabalho (SLACK, 1999).

Os processo de *jobbing* se caracterizam pela variedade muito alta de produtos e baixo volume. Os recursos são compartilhados com cada produto em operação, ou seja, não tem recursos disponíveis individuais, assim como no processo de projeto. Os recursos de produção processam uma série de produtos, mas diferem entre si pela necessidade e características únicas. São exemplos: mestre ferramenteiros de ferramentas especiais, restauradores de móveis, alfaiates, e gráficas que produzem ingressos para o evento local (SLACK, 1999).

Processos em lotes ou bateladas podem parecer com o processo em *jobbing*, mas sem o mesmo grau de variedade, justamente por esse tipo de processo poder ter a capacidade de trabalhar em lotes possibilitando a repetição de no mínimo dois ou três vezes o produto, ou ter uma repetição grande. Esse processo pode ser baseado em uma gama mais ampla de níveis de volume e variedade do que outros tipos de processos. Exemplos: produção de alguns alimentos congelados, fabricação da maior parte dos produtos ou peças montadas em massa, como automóveis e roupas (SLACK, 1999).

O processo de produção em massa produz bens em grande quantidade de volume, sendo a variabilidade relativamente pequena. Variantes de seu produtos não afetam o processo básico de produção, as operações em massa são essencialmente repetitivas e amplamente previstas. Pode-se citar como exemplos, as fabricas de automóveis e a maioria dos bens duráveis, como aparelhos de televisão, produção de CDs e fábrica de engarrafamento de cerveja (SLACK 1999).

Processos contínuos operam em volumes ainda maiores do que o processo de produção em massa, uma variabilidade ainda mais baixa, geralmente por períodos de tempo mais longo, e até mesmo contínuo no sentido do produto ser inseparável, fluxo ininterrupto, também pode ser considerado como contínuos, pelo fato de uma operação ter que suprir o produto sem uma

parada. Geralmente ligados a tecnologias inflexíveis, caras, com fluxo altamente definido. Exemplos: refinarias de petróleo, siderúrgicas e fábrica de papel (SLACK, 1999).

2.2 Tipos de Arranjos Físicos

Para Gaither e Frazier (2002), o layout da instalação significa planejar a localização das máquinas, estações de trabalho, áreas de atendimento ao cliente, áreas de armazenamento de materiais, corredores, banheiros, refeitórios, bebedouros, divisórias internas, escritórios, salas de servidores (computadores), fluxo de materiais e de pessoas. A fim de se alcançar a meta de produzir produtos e serviços que atendam as necessidades dos clientes, rapidamente e entregá-los no tempo certo, minimizando os custos de processamento, transporte e armazenamento.

De acordo com Camarotto (2005), a definição dos espaços de trabalho busca obter um arranjo espacial que tenha um melhor desempenho do custo, flexibilidade, segurança, condições de trabalho, de controle e qualidade para o processo produtivo.

Gaither e Frazier (2002) sugerem que o planejamento do layout das instalações deve ser visto como uma extensão natural da discussão a respeito do planejamento do processo produtivo, pois descreve que no estudo sobre processos produtivos se define a relação entre volume e variedade de produção e, conseqüentemente, seus possíveis tipos de máquinas, produtos, materiais. E com o layout, é fornecida a disposição destes itens dentro e ao redor da instalação da empresa. À medida que os dois planejamentos (processo e layout) progredem, há um intercâmbio de informações entre estas atividades.

O tipo de processo está ligado à escolha do tipo de arranjo produtivo a ser adotado. Arranjo físico é um conceito mais restrito, mas é a manifestação física de um tipo de processo. O que determina essa seleção é a característica de volume-variedade que dita o tipo de processo (SLACK, 2002).

A figura 1 demonstra a relação entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico. Nela pode-se observar que é possível que mais de um tipo de processo esteja enquadrado em um tipo de arranjo físico. Nestes casos, a importância relativa dos objetivos de desempenho da operação pode influenciar na decisão. Como prova disso, quanto mais importante for o objetivo de minimizar o custo da operação, mais provável será que ela adote um tipo de processo próximo ao extremo do alto volume e baixa variedade de produtos (SLACK *et al*, 1999).

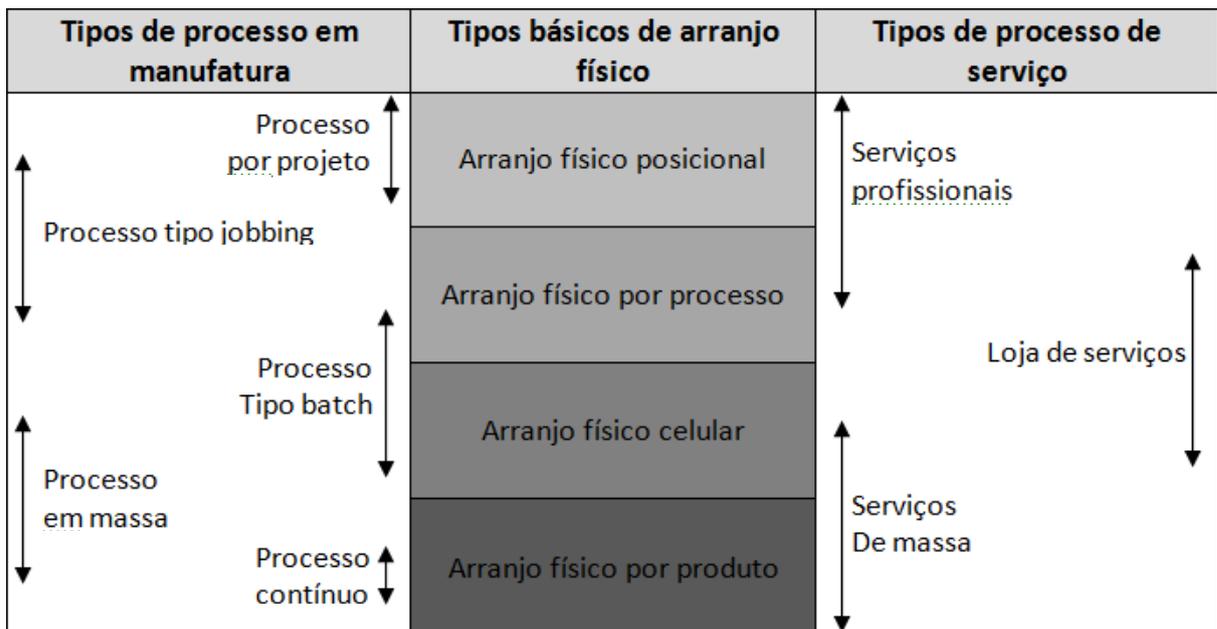


Figura 1: Relação entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico
 Fonte: Adaptado de (SLACK et al, 1999).

O arranjo físico posicional, por posição fixa, ou por localização fixa do material, é usado para montagens complexas. O material ou componente principal fica em um lugar fixo (BORGES, 2001). A principal característica do layout por posição fixa é a organização dos fatores de produção em torno do produto. Está associado a grandes montagens, como a automobilística e obras civis de grande porte (CAMAROTTO, 2005).

Segundo Matos (1998), o layout posicional tem as seguintes vantagens: o transporte de unidades montadas é reduzido; não é afetado por mudanças nos produtos; não requer estudo muito custoso. E pode ser usado quando as operações de conformação do material utilizarem apenas ferramentas manuais ou máquinas simples; estiverem sendo feitas poucas unidades de certo tipo e o custo de movimentação for alto.

No arranjo físico funcional ou por processo, agrupam-se todas as operações de um mesmo “tipo” de processo (BORGES, 2001). O critério de agrupamento dos equipamentos é estabelecido pela similaridade, devido à variedade de itens a serem produzidos, assim como da incerteza da demanda. Por isso é flexível. Como exemplo é utilizado nas ferramentarias e cozinhas industriais (CAMAROTTO, 2005).

Matos (1998) enumera as vantagens deste layout. Primeiramente, a melhor utilização das máquinas. É adaptado a uma variedade de produtos e mudanças na seqüência e operação e à

demanda intermitente. Por fim, é mais fácil manter a continuidade de produção no caso de quebra de máquina e falta de material. Usa-se Layout funcional quando: as máquinas forem de difícil movimentação; tiver grande variedade de produtos; tiver grandes variações nos tempos requeridos para diferentes operações; tiver demanda pequena ou intermitente.

No layout linear, linha de produção, ou arranjo físico por produto, o material é que se move (BORGES, 2001). As máquinas ou as estações de trabalho são posicionadas segundo a seqüência das operações e executadas do mesmo modo. O material percorre um caminho previamente determinado. Este layout é indicado para a produção com pouca diversificação e em grandes quantidades. Requer alto investimento e gera estresse aos operários (MARTINS; LAUGENI, 2005). Classicamente, está associado as indústria de papel (CAMAROTTO, 2005).

As vantagens do layout em linha são: manuseio reduzido de materiais; quantidades reduzidas de material em processo; uso mais efetivo da mão-de-obra; facilidade de controle; melhor uso do espaço. Este é recomendável quando tiver grandes quantidades de peças; o produto for mais ou menos padronizado; a demanda for estável; puder ser mantida a continuidade do fluxo de material - operações balanceadas (MATOS, 1998).

Arranjo físico celular é a configuração que pode ser apresentada por um processo específico de fabricação, na qual estão organizados e agrupados todos os recursos (equipamentos, ferramentas e pessoas) necessários para a manufatura de uma família de produtos. Em geral, a célula de produção apresenta um layout em forma de "U", a fim de facilitar intervenção consecutiva do operador sobre vários postos de trabalho, bem como economizar seus movimentos no interior da célula (AGUIAR, 2003).

Portanto, o arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação na qual todos os recursos transformadores necessários a atender a suas necessidades imediatas de processamento se encontram (AGUIAR, 2003).

O layout celular arranja em um só local, máquinas diferentes que fabricam o produto inteiro. Devido à flexibilidade quanto ao tamanho de lotes, garante um elevado nível de qualidade e produtividade. Também diminui o transporte do material e os estoques (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Além dos 4 tipos de arranjos físicos apresentados, pode-se obter o arranjo físico combinado, também chamado de misto ou híbrido, recebe tal denominação por se tratar de uma combinação de tipos de arranjos físicos dentro de uma linha principal, com *layout* específico, podendo ter outra linha secundária, com *layout* para atender uma fase específica da produção (SCHROEDER, 2008).

Conforme Martins e Laugeni (2005), os arranjos físicos híbridos são utilizados para que se aproveitem as vantagens dos arranjos físicos por processo e por produto, tendo-se áreas seqüenciais com mesmo tipo de equipamento como no arranjo por processo, sendo seguida por uma linha clássica, utilizada nos arranjos físicos por produto. Em síntese, combina as vantagens do layout funcional e da linha de montagem, em um determinado processo.

Geralmente, as empresas adotam diferentes tipos de layouts, agrupando-os (CAMAROTTO, 2005). Os departamentos são organizados de acordo com os tipos de processos, mas o produto flui através de um determinado tipo de *layout* (SCHROEDER, 2008).

2.2.1 Selecionando um tipo de Arranjo produtivo através da análise volume-variedade

Podemos examinar através das análises seguintes o efeito volume e variedade representado na figura 2. Quanto maior for o volume, maior a importância de gerenciar bem os fluxos. Já reduzindo a variedade sobem a viabilidade de um arranjo físico de fluxo regular (SLACK *et al*, 1999).

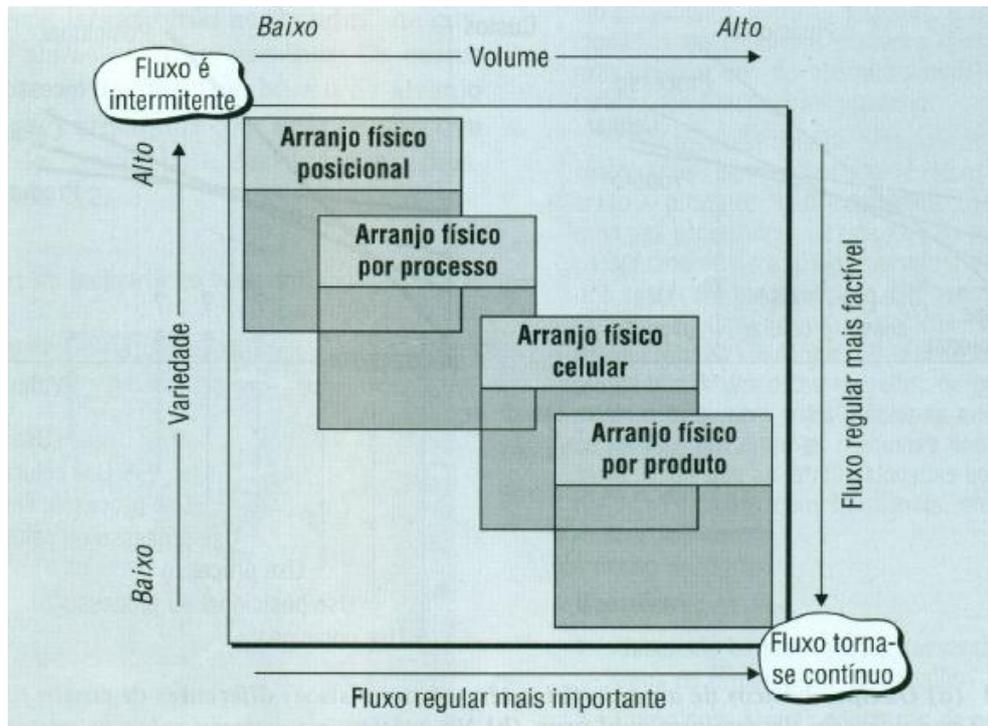


Figura 2: Posição do processo no contínuo volume – variedade. Influência do processo no contínuo volume – variedade, arranjo físico e fluxo dos processos transformados.
 Fonte: SLACK *et al*, 1999.

Quando o volume é baixo e a variedade é alta, o "fluxo" não é uma questão central. A maior probabilidade é de usar um arranjo físico posicional, porque cada produto é diferente dos outros e porque produtos movimentam pela operação muito pouco (SLACK *et al*, 1999).

Com volumes maiores e variedade menor, o fluxo dos recursos transformados torna-se uma questão mais importante. Se a variedade ainda for alta, um arranjo completamente por fluxo torna-se difícil, porque produtos terão diferentes padrões de fluxo (SLACK *et al*, 1999).

Quando a variedade de produtos se reduz de forma que um grupo de produtos com operações similares possa ser identificado, com uma certa variedade grande, um arranjo celular torna-se mais adequado. Quando a variedade de produtos é relativamente pequena, o fluxo de materiais, pode-se utilizar de um arranjo físico por produto, como no caso de uma montadora de veículos (SLACK *et al*, 1999).

Essa decisão de qual tipo de arranjo físico adotar fica mais definida com as características de volume e variedade de uma operação que reduz a escolha, a uma ou duas opções. Mas mesmo assim, como ilustra a Figura 2, as linhas contidas em cada tipo de arranjo físico sobrepõem-se. Já a decisão sobre qual arranjo escolher é influenciada por um entendimento correto das

vantagens e desvantagens de cada um. A Tabela 1 mostra algumas das mais significativas vantagens e desvantagens (SLACK *et al*, 1999).

Tabela 1: Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico.

	Vantagens	Desvantagens
Posicional	Flexibilidade muito alta de mix e produto Produto ou Cliente não movido ou perturbado Alta variedade de tarefas para a mão-de-obra	Custo unitários muito altos Programação de espaço ou atividades pode ser complexa Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra
Processo	Alta flexibilidade de <i>mix</i> e produto Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas Supervisão de equipamento e instalações relativamente fácil	Baixa utilização de recursos Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes Fluxo complexo pode ser difícil de controlar
Celular	Pode dar um bom equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta Atravessamento rápido Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação	Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual Pode requerer capacidade adicional Pode reduzir níveis de utilização de recursos
Produto	Baixos custos unitários para altos volumes Dá oportunidade para especialização de equipamento Movimentação conveniente de clientes e materiais	Pode ter baixa flexibilidade de mix Não muito robusto contra interrupções Trabalho pode ser repetitivo

Fonte : SLACK *et al*, 1999.

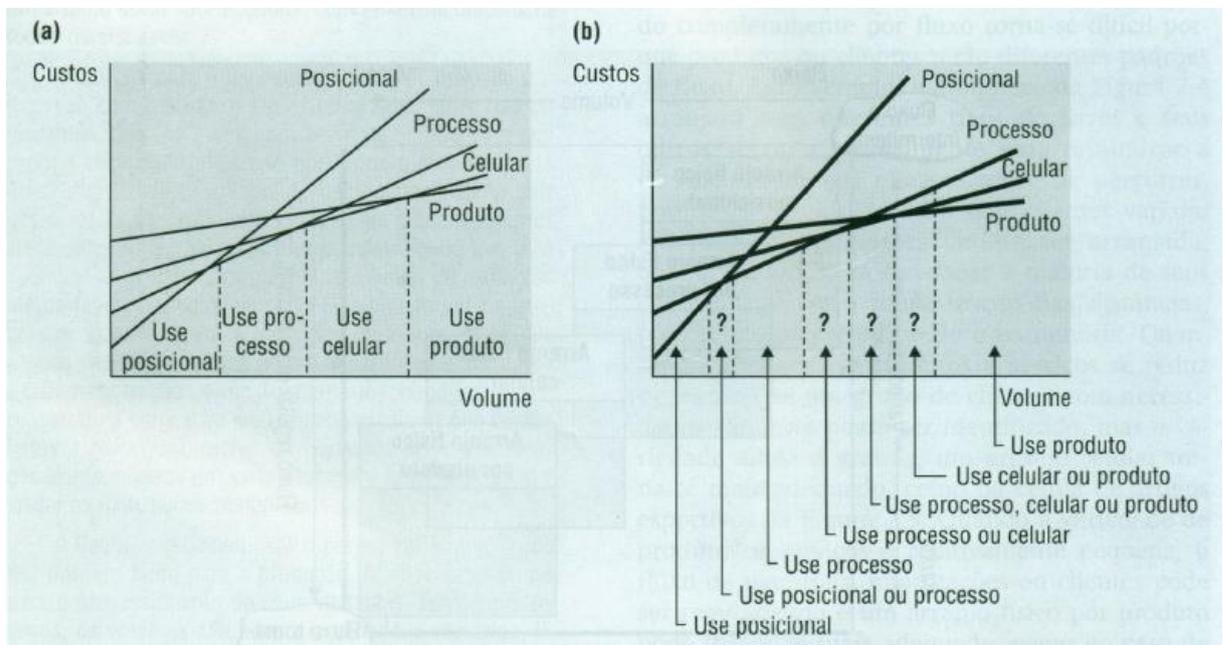


Figura 3: (a) Os tipos básicos de arranjo físico têm características diferentes de custos fixos e variáveis que parecem determinar qual usar. (b) Na prática, a incerteza sobre os custos fixos e variáveis exatos de cada tipo de arranjo físico significa que raramente a decisão pode basear-se exclusivamente na consideração de custo

Fonte: (SLACK *et al*, 1999).

De todas as características dos vários tipos básicos de arranjo físico, a mais significativa, é dos custos unitários, na escolha do tipo de arranjo físico. Que pode ser mais bem definida sobre os elementos de custo fixo e variável ao se adotarem os diversos tipos básicos de arranjo físico (SLACK *et al*, 1999).

Para qualquer produto, o custo fixo de se estabelecer um arranjo físico posicional é relativamente baixo quando comparado com qualquer outra forma de se produzir os mesmos produtos. Porém, os custos variáveis de se produzir cada produto ou serviço particular são relativamente altos quando comparados a qualquer outro tipo de arranjo físico. Portanto, os custos fixos aumentam à medida que se muda do arranjo posicional, passando pelos arranjos por processo e celular para o arranjo por produto. Já os custos variáveis por produto, tendem a decrescer (SLACK *et al*, 1999).

Os custos totais para cada tipo básico de arranjo físico dependerão dos volumes de produtos ou serviços produzidos e são mostrados na Figura 3 (a). Esta lógica tende a informar que para cada volume haveria um tipo ideal básico de arranjo físico de custo mínimo. Porém, esta análise de custo para a seleção do arranjo físico são difíceis de prever e dependerá de fatores numerosos e quantitativos (SLACK *et al*, 1999).

Já o uso de intervalos, dentro das quais, com maior probabilidade, os custos reais vão cair, é provavelmente a abordagem mais adequada, Figura 3 (b). O que define o uso deste método é a razão entre certeza e incerteza de custo, pois quanto menor a certeza a respeito dos custos, mais largas serão as faixas de custos, e menos claras serão as escolhas. Os custos prováveis de se adotar um tipo básico de arranjo físico devem ser entendidos com uma perspectiva mais ampla, de vantagens e desvantagens, mostrada na Tabela 1. (SLACK *et al*, 1999).

2.3 Planejamento e Controle da Produção

Durante muitos anos, a produção foi considerada como quase um mal necessário, suportado pelos outros setores ditos mais nobres na empresa, que consideravam que a fábrica era a origem principal dos problemas, pois insistia em grandes lotes quando o marketing os queria pequenos. Não atingia níveis de qualidade, confiabilidade e metas de entrega. Resistia a mudanças de programas solicitadas pelas vendas. Dificultava a introdução de novos produtos projetados pela engenharia, solicitando alterações de projeto, alegando-os infabricáveis.

Nunca se livrava dos estoques e não atingia as metas de utilização de equipamentos, orçamentadas pela controladoria (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Segundo Tubino (2007), nas últimas décadas a globalização da economia acirrando a concorrência entre as empresas, o surgimento de novas tecnologias, produtos e um mercado cada vez mais exigente faz com que ocorram mudanças profundas nos sistemas produtivos. Dentro deste contexto, as empresas que não se adaptarem não terão espaço no mercado e estarão ao rumo da inexistência.

“A natureza dos problemas de gestão de manufatura nas últimas décadas tem mudado radicalmente. De um ambiente de demanda e tecnologia, em termos mundiais, relativamente estáveis, tem-se hoje um ambiente onde os ciclos de desenvolvimento de produtos reduziram, a diversidade de produtos aumentou e o atendimento das necessidades dos clientes tornou-se primordial. A concorrência entre as empresas tornou-se virtualmente global, as organizações aumentaram de tamanho através de fusões e incorporações que estenderam a atuação das empresas por muitos países, como consequência, o acesso à diversidade de produtos por parte do mercado consumidor ampliou-se significativamente em comparação ao passado recente” (JUNQUEIRA *apud* VASCONCELOS, 2006, p.20).

Deste modo, as empresas devem possuir um sistema flexível de produção, que desenvolva e implante novos produtos com baixo *lead times* e estoques que atendam as necessidades dos clientes (TUBINO, 2007).

O termo sistema produtivo não se refere somente a produção em fabricas, mas também a área de serviços, como restaurantes, hospitais, escolas. Logo, esses sistemas também devem ser adaptados as tendências do mercado. O sistema produtivo deve executar diversas atividades para atingir seus objetivos, mas de forma geral as suas principais funções são: Finanças, Produção e Marketing. O sucesso do sistema esta relacionado em como essas funções se relacionam. Convencionalmente estas funções limitam-se à esfera imediata de sua autoridade, ou seja, o ponto de contato com outras funções tende a ser uma barreira bilateral e fechada (TUBINO, 2007).

Atualmente, as empresas sabem que essas barreiras devem ser quebradas, e o compartilhamento de informação deve ser facilitado (TUBINO, 2007).

A função produção consiste em todas as atividades que estão relacionadas com a produção de bens ou serviços. Transforma insumos em bens ou serviços por meio de um ou mais processos

de conversão. A essência da função produção é adicionar valor aos bens ou serviços durante o processo de transformação (TUBINO, 2007).

Já a função marketing está encarregada de vender bens ou serviços da empresa, tomando decisões sobre estratégias, publicidade e preços. Está encarregado de entrar em contato com o cliente e ter estimativa de mercado. Gerar informações sobre demanda e de potenciais clientes que podem ser conquistados com a geração de novos produtos ou serviços (TUBINO, 2007).

E, a função finanças visa administrar os recursos financeiros e alocar onde forem necessários, deve acompanhar os orçamentos, receitas e despesas (TUBINO, 2000).

As atividades do planejamento e controle da produção são responsáveis pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender aos planos estabelecidos nos níveis estratégico, tático e operacional (TUBINO, 2007).

Para realizar com perfeição suas atividades, o PCP utiliza informações vindas dos diversos departamentos gerados a partir das funções básicas que segmentaram devido ao crescimento do sistema produtivo. Da engenharia do produto, informações como, lista de materiais e desenhos técnicos, da engenharia do processo os roteiros de fabricação com os tempos padrões de atravessamento (*lead times*), do Marketing, as previsões de venda e pedidos firme de carteira, da manutenção, planos de manutenção, de compras/suprimentos as informações de entrada e saída de materiais, do recursos humanos os treinamentos, de finanças informa o plano de investimento e fluxo de caixa. O PCP, de forma direta ou indireta se relaciona com todas as funções do sistema produtivo. *As atividades do PCP são exercidas nos três níveis hierárquicos dos quais planejamento e controle das atividades produtivas de um sistema de produção* (TUBINO, 2007).

No planejamento estratégico, onde são formuladas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa, o PCP formula o *Planejamento Estratégico da Produção*, gerando um plano de produção que determina com base em estimativas de venda a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos, deste modo pode incrementar ou reduzir a capacidade produtiva que é fator limitante. Este plano de produção é pouco detalhado, geralmente trabalha com família de produtos, tendo como finalidade a adequação dos recursos produtivos à demanda esperada (TUBINO, 2007).

Segundo Tubino (2007), no nível tático, são formados os planos de médio prazo para a produção, gerando o *Plano-mestre de Produção* (PMP), que detalha os produtos finais de período a período desde o plano de produção, usa as previsões de vendas de médio prazo, os pedidos em carteira, e especifica todos os itens das família de produtos considerada no plano de produção, e analisa o roteiro de fabricação e a estrutura dos produtos fornecidos (informações fornecidas pela engenharia).

A partir do momento em que o PMP, analisa estas informações, o sistema produtivo passa a assumir compromisso de fabricação e montagem. Pois, ao realizar o PMP, deve analisado e verificado se a quantidade de recursos produtivos, tanto de máquinas, equipamento e mão de obra, são o suficiente para cumpri-las. Deste modo, deve ser realizadas ações para prevenir possíveis gargalos, estabelecendo um PMP viável (TUBINO, 2007).

No nível operacional, são preparados os programas de curto prazo de produção, o PCP prepara a *Programação da Produção*, com base no PMP, gerenciando estoques, sequenciamento, emitindo e liberando ordens de compras, produção e montagem, e também o *Acompanhamento e Controle da Produção*, que é responsável por gerar relatórios de desempenho (TUBINO, 2007).

Em resumo no PCP, as informações geradas pelo sequenciamento como capacidade produtiva e tempo do processo, são utilizadas no plano-mestre da produção, com o intuito de analisar se a capacidade produtiva consegue atingir a demanda planejada. Já com relação ao arranjo produtivo, segundo Martins e Laugeni (2005), o objetivo do layout em linha de montagem é otimizar o tempo dos operadores e das máquinas, realizando o que denomina balanceamento da linha.

A partir da exposição de Rocha (2005), pode-se concluir que, após os gerentes de produção realizarem os cálculos para encontrar a quantidade de postos de trabalho necessários para proporcionar um fluxo de produção constante, reduzindo ao máximo as ociosidades de equipamentos e pessoas, as perdas são evitadas, a produtividade alcança menores custos, de acordo com os patamares esperados.

Slack (1999) complementa que o planejamento e controle da produção preocupam-se em gerenciar as atividades de operações produtivas de modo a satisfazer de forma continua à demanda dos consumidores.

2.4 Plano de Produção

O plano de produção é a formalização do planejamento estratégico da produção, por isso se faz necessário compreender o planejamento estratégico da produção antes de entrar no assunto de plano de produção.

Segundo Gaither e Frazier (2002), “a estratégia de produção é um plano de longo prazo para a produção de produtos e serviços de uma empresa e constitui um mapa daquilo que a função de produção deve fazer se quiser que suas estratégias de negócios sejam realizadas”.

O planejamento estratégico consiste em maximizar os resultados das operações, minimizar riscos nas decisões da empresa e gerar condições para que as empresas possam agir de modo a garantir suas vantagens competitivas. Suas ações tem repercussão a longo prazo e garantem o atendimento a missão. Para realizar um planejamento estratégico as empresas devem saber os seus limites e habilidades (TUBINO, 2000).

O planejamento estratégico subdivide-se em três níveis hierárquicos em uma empresa, o nível corporativo onde se defini a estratégia corporativa, apontando a área de negócio que a empresa atua ou irá atuar e garante a distribuição de recurso para os setores envolvidos. O nível da unidade de negocio cria a estratégia competitiva que defini como o negocio se comporta no mercado e os resultados esperados, e por fim o último nível cria a estratégia funcional, onde estão associadas as políticas de operação das diversas áreas da empresa (TUBINO, 2000).

São gerados com base em uma estratégia funcional os planos de ação das três áreas básicas da empresa: Plano Financeiro, Plano de Marketing e o Plano de Produção. Esses planos são detalhados e apresentados em nível tático fornecendo a direção que os vários setores da empresa tem que seguir para alcançar tal estratégia (TUBINO, 2000).

O plano de produção está ligado ao nível estratégico consolidado com o plano financeiro e de marketing. Um nível abaixo no nível tático o plano de produção é detalhado no plano-mestre de produção e no nível operacional resulta na programação e acompanhamento da implementação do plano-mestre (TUBINO, 2000).

Como resultado deste planejamento estratégico para a produção temos o Plano de Produção, que “tem por meta direcionar os recursos produtivos para as estratégias escolhidas”

(TUBINO, 2000). O plano de produção é elaborado em longo prazo com o intuito de prever os recursos necessários (humanos, máquinas e instalações) e estoques necessários para atender a uma determinada demanda prevista. É importante que para a elaboração deste plano haja uma consonância entre Produção, Finanças, Marketing e Recursos Humanos.

O plano de produção trabalha com informações agregadas geralmente agrupadas em famílias de produtos e apresentados em valores financeiros. O período é de trimestre abrangendo um ou mais anos. Em nível tático servirá de base para o planejamento-mestre da produção em que as informações serão desmembradas. Em virtude do horizonte longo de tempo há necessidades de readaptá-lo quando necessário (TUBINO, 2000).

As principais informações necessárias para um plano de produção é recursos como, equipamentos, instalações, taxa de produção. Também inclui a previsão de demanda em família de itens, políticas alternativas de produção no caso subcontratações e turno extra e por fim dados de custos (TUBINO, 2000).

Existem três estratégias básicas para o plano de produção. Manter a taxa de produção constante; geralmente os estoques são formados nos meses com menores vendas e consumidos nos meses em que estas são maiores. Manter a taxa de produção casada com a demanda, não ha formação de estoques significativos. Variar a taxa de produção em patamares onde as duas alternativas anteriores são combinadas, há formação de estoques, mas estes são reduzidos devido ao fato da taxa de produção variar de acordo com a variação da demanda (TUBINO, 2000).

Pode-se dividir em duas as técnicas utilizadas na elaboração de um plano de produção, as matemáticas que utilizam modelos matemáticos (programação linear, simulação, etc) e as informais de tentativa e erro (utilizam tabelas e gráficos). Essa última é mais utilizada pelo fato das quantidades de variáveis serão na maioria das vezes grande, tornando o método matemático inviável. Os passos básicos para gerar um plano de produção são:

1. Agrupar os produtos em famílias afins;
2. Estabelecer o horizonte e os períodos de tempo a serem incluídos no plano;
3. Determinar a previsão da demanda destas famílias para os períodos, no horizonte de planejamento;

4. Determinar a capacidade de produção pretendida por período, para cada alternativa disponível (turno normal, turno extra, sub-contratações, etc.);
5. Definir as políticas de produção e estoques que balizarão o plano (por exemplo: manter um estoque de segurança de 10% da demanda, não atrasar entregas, ou buscar estabilidade para a mão-de-obra para pelo menos 6 meses, etc.);
6. Determinar os custos de cada alternativa de produção disponível;
7. Desenvolver planos de produção alternativos e calcular os custos decorrentes;
8. Analisar as restrições de capacidade produtiva;
9. Eleger o plano mais viável estrategicamente.

Para apoio ao desenvolvimento desse método são utilizadas planilhas para facilitar cálculos, resumir alternativas e permitir a melhor tomada de decisão apresentando os resultados em gráficos (TUBINO, 2000).

2.4.1 Capacidade produtiva

Um bom planejamento estratégico deve confrontar as necessidades futuras de capacidade e a capacidade atual e a previsão de expansão pretendida, para atender a demanda com uma carga adequada para os recursos da empresa. Deve ajustar a falta ou a sobra de recursos disponíveis (TUBINO, 2000).

2.4.2 Previsão de demanda

Segundo Russomano (2000), a previsão de demanda é um pré-requisito do PCP que consiste em conjecturar acerca das possíveis vendas futuras dos produtos ou serviços da empresa através de um processo sistemático e racional. Informação essa que é utilizada para o acerto do plano de produção conciliando com a capacidade de produção e com os recursos disponíveis.

Corrêa e Giancesi (2001) ressalta que assim como a produção, a demanda da empresa também deve ser gerenciada, algumas das razões são:

- As empresas não são tão flexíveis a ponto de que possam mudar de forma eficiente e substancial seus volumes de produção ou mix de produtos de produtos produzidos de um período para outro, atendendo a variação da demanda;
- Algumas empresas, principalmente as multidivisionais, parte da demanda não vem do ambiente externo e sim de outro setores, demanda esta que deve ser gerenciada;
- Relações entre empresas e clientes permitem negociar quantidade e momento da demanda de modo a melhorar o atendimento;
- A demanda pode ser alterada pelas atividades de marketing, promoções, propaganda, esforço de venda, entre outras;
- Empresas que atuam em outros ramos de negocio podem influenciar a demanda por meio de ações de força de venda.

Para Corrêa e Gianesi (2001) a demanda não se trata apenas de uma previsão de estimativa para o futuro e sim de uma gestão que abrange cinco áreas fundamentais: previsão da demanda, comunicação com o mercado, influência sobre a demanda, promessa de prazos de entrega, priorização e alocação.

Martins e Laugeni (2005) complementam a importância da previsão da demanda, para a utilização das máquinas de maneira adequada, realização de reposição de materiais no momento e quantidade certa e programação das demais atividades industriais. Justamente por ter essa importância as estimativas devem ser cuidadosamente realizadas para que os erros nela contidos sejam minimizados.

A habilidade para prever a demanda é um importante instrumento que a empresa deve saber utilizar para que possa desfrutar de todas as ferramentas disponíveis para conseguir se antecipar a demanda futura com alguma precisão. Para isso é necessário gerar uma base de dados históricos de vendas, informação de variação de demandas passadas, modelos matemáticos corretos e coletar informações relevantes do mercado (CORRÊIA; GIANESI, 2001).

Pouco importa qual área da empresa será o responsável pela gestão da demanda, pois se esta não estiver com o comprometimento e envolvida com a área comercial, área de planejamento e de outras áreas da empresa que são necessárias para o desempenho da gestão e alcance de possibilidade de competição no mercado de trabalho o processo será falho. A

responsabilidade então fica a cargo dessa equipe multifuncional formada pelos representantes de cada setor da empresa (CORRÊIA; GIANESI, 2001).

Segundo Corrêa e Gianesi (2001) um dos principais resultados gerados através de uma boa gestão da demanda é um plano de vendas que seja coerente com o plano-mestre de produção e que sirva de base para as ações da área comercial.

“Sistema de previsão de vendas é o conjunto de procedimentos de coleta, tratamento e análise de informações que visa gerar uma estimativa das vendas futuras, medidas em unidades de produtos (ou famílias de produtos) em cada unidade de tempo (semana, meses etc.). As principais informações que devem ser consideradas pelo sistema de previsão são: dados históricos de vendas; informações que expliquem o comportamento atípicos das vendas passadas; verificação atual e futura das variáveis que podem afetar as vendas futuras; informações de clientes; informações de concorrentes e informações da área comercial” (CORRÊIA; GIANESI, 2001, p.245).

O processo de previsão de vendas é de vital importância para uma boa gestão de demanda, mas para tanto nunca se consegue uma previsão 100% correta, na maioria dos casos nem se consegue chegar perto disso. Ou seja, qualquer processo de planejamento está sujeito a erros em virtude das incertezas e do erro da previsão de vendas que provem de duas fontes: a primeira corresponde ao próprio mercado e a segunda ao método utilizado. Em virtude do fator mercado ser mais sujeito a variações incontroláveis o que resta ao responsável por essa tarefa é realizar o melhor método de previsão de vendas possível, sempre pensando no fator concorrência para estimular a superação na aplicação do método (CORRÊIA; GIANESI, 2001).

É fácil aceitar que empresas que produzem com antecipação precisam da previsão de demanda para planejar sua produção, mas também empresas que produzem sob encomenda precisam dessa informação para preparar com antecedência as peças, componentes, matéria-prima e recurso de produção que se façam necessários para a fabricação do produto. Dependendo do ambiente produtivo algumas dessas informações têm que ser geradas com grande antecedência (RUSSOMANO, 2000).

Entretanto o setor comercial dificilmente oferece as informações com grande precisão, eles só vão estimar melhor a demanda à medida que se aproxima da data de realização. Isso entra em um fator problemático, pois a produção necessita dessas informações e o setor de vendas só as fornece com a aproximação da data (RUSSOMANO, 2000).

Russomano (2000) oferece um método para resolver esse problema ou minimizá-lo. Para conciliar a necessidade de produção com a possibilidade de vendas, divide-se as informações de vendas em 3 etapas de entrega de informação reduzindo a dificuldade do departamento de venda em gerar toda informação inicialmente. Longo prazo (9 meses), apresenta pequena precisão é chamada de planejamento agregado; médio prazo (3 meses), com uma média precisão já com uma estimativa de vendas e finalmente curto prazo (1 mês), com grande precisão garantida pelo pedido firme.

Para Corrêa e Giansi (2001) na previsão de curto prazo (até cerca de 4 meses) aceitamos que o futuro seja uma continuação do passado, ou seja, o mesmo comportamento de tendência crescimento e decréscimo ocorridos tendem a acontecer novamente, ex: sazonalidade e ciclicidade. Para isso a técnica utilizada é chamada modelos temporais que respeitam a conduta da demanda para o período. Quanto mais dados históricos disponíveis melhor vai ser a modelagem.

Os métodos de elaboração da demanda podem ser qualitativos, quantitativos ou mistos. O primeiro, exclusivamente intuitivo, baseia-se no julgamento dos gerentes e vendedores da empresa, bem como a opinião dos consumidores e fornecedores. Já os métodos quantitativos utilizam as informações passadas para gerar informações futuras e é fundamental que exista uma certa repetição dos acontecimentos das informações ou um comportamento de tendência. Por exemplo: Para elaborar um estudo de demanda no verão deve ser utilizada a informação do verão passado e não do inverno que é a mais recente (RUSSOMANO, 2000).

Nos métodos quantitativos os dados históricos são analisados, plotados, ajustados a curva representativas e extrapolados. Esse processo pode ser feito a mão livre ou através do método da média móvel ponderada, método dos mínimos quadrados, entre outros (RUSSOMANO, 2000).

O primeiro passo a ser realizado é a modelagem matemática e análise dos dados e a seleção de uma hipótese de comportamento da demanda. São quatro hipóteses básicas: hipótese de permanência, em que se admite que as vendas tem comportamento estável e uniforme; hipótese sazonal com permanência, em que se admite que há sazonalidade que possa ser identificada; hipótese de trajetória, em que se admite que as vendas têm comportamento de aumento ou decréscimo a determinada taxa uniforme; hipótese sazonal com trajetória, a mais

complexa, em que se admite que há sazonalidade que pode ser identificada e justificada (CORRÊIA; GIANESI, 2001).

Uma vez selecionada a hipótese de comportamento para o período, trata-se de escolher um modelo adequado. Os modelos mais comuns para curto prazo são a média móvel, média móvel ponderada e suavizamento exponencial (CORRÊIA; GIANESI, 2001).

A média móvel é um modelo adequado para a hipótese de permanência, sem aumento ou decréscimo acentuado nas vendas futuras. As variações das vendas só ocorrem por fatores aleatórios, neste caso assume que a melhor previsão é suavizar essas variações, assumindo que a melhor previsão é a média dos últimos N valores das vendas passadas, como mostra a fórmula:

$$P_t = \frac{V_{t-1} + V_{t-2} + V_{t-3} + \dots + V_{t-N}}{N} \quad (1)$$

P_t = Previsão no período t;

V_{t-n} = Venda realizada nos períodos anteriores;

N = Número de períodos utilizados

Quanto maior for o valor de N, mais suavizada das variações aleatórias e menor a sensibilidade do modelo a mudanças de patamar nas vendas. Ou seja um modelo muito útil na busca por uma solução simples e de baixo custo para prever a venda de muitos itens com histórico de pequena flutuações, sem indicio de tendência.

Um outro modelo é a média móvel ponderada, sendo uma variação do modelo anterior que permite que se dê uma maior importância nos valores dos períodos mais recentes atribuindo um peso respectivo para cada um, geralmente os pesos somados resultam em 1.

$$P_t = \omega_1 V_{t-1} + \omega_2 V_{t-2} + \omega_3 V_{t-3} + \dots + \omega_n V_{t-N} \quad (2)$$

ω_n = Peso atribuído cuja soma seja igual a 1.

Já o modelo de suavizamento exponencial, é similar ao da média móvel ponderada, com a diferença que são utilizados todos os valores do histórico de dados, juntamente com

coeficientes de ponderação que decrescem exponencialmente. A seguir temos o modelo básico da equação.

$$S_t = \alpha \times V_t + (1 - \alpha) \times S_{t-1} \quad (3)$$

$$P_t = S_{t-1} \quad (4)$$

S_t = Valor da BASE calculado no instante t;

α = Constante de suavizamento, $0 < \alpha < 1$;

V_t = Valor das vendas reais no período t;

P_t = Previsão das vendas para o período t.

Logo pode-se notar que o período t é uma média ponderada entre as vendas feitas no período t-1 e a previsão no mesmo intervalo de tempo. Analisando a equação e fazendo as modificações necessárias chega-se na equação geral, que apresenta um maior destaque na constante de ponderação e suavizamento α , pelo fato de que quanto maior a constante mais representatividade terá o período recente.

$$P_{t+1} = S_t = \alpha V_t + \alpha(1 - \alpha)V_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 V_{t-2} + \alpha(1 - \alpha)^3 V_{t-3} + \alpha(1 - \alpha)^4 V_{t-4} + \dots \quad (5)$$

Está equação sobre alterações quando aplicada há hipóteses diferentes da de permanência, os modelos modificados podemos conferir a seguir:

Hipótese sazonal com permanência

$$P_t = S_{t-1} \times F_t \quad (6)$$

$$S_t = \alpha \times \left(\frac{V_t}{F_t} \right) + (1 - \alpha) \times S_{t-1} \quad (7)$$

Onde:

F_t = Valor do coeficiente de sazonalidade para o período t.

Hipótese de tendência.

$$P_t = S_{t-1} \times R_{t-1} \quad (8)$$

$$P_{t+n} = S_{t-1} \times R_{t-1} \times (n + 1) \quad (9)$$

$$S_t = \alpha \times V_t + (1 - \alpha) \times (S_{t-1} - R_{t-1}) \quad (10)$$

$$R_t = \beta \times (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \times R_{t-1} \quad (11)$$

Onde:

R_t = Valor da taxa de tendência calculada no período t;

β = Constante de suavizamento da tendência.

Hipótese sazonal com tendência.

$$P_t = (S_{t-1} \times R_{t-1}) \times F_t \quad (12)$$

$$P_{t+n} = [S_{t-1} \times R_{t-1} \times (n + 1)] \times F_{t+n} \quad (13)$$

$$S_t = \alpha \times \left(\frac{V_t}{F_t} \right) + (1 - \alpha) \times (S_{t-1} - R_{t-1}) \quad (14)$$

$$R_t = \beta \times (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \times R_{t-1} \quad (15)$$

Onde:

F_t = Valor do coeficiente de sazonalidade para o período t.

Partindo para uma visão de longo prazo, o planejamento agregado apresenta as informações em termos de unidades comum como toneladas, metros ou unidades, devido a grande antecedência. Apesar disso várias estratégias de ação podem ser adotadas. São elas que visam o objetivo de conciliar a demanda de produtos com a capacidade produtiva e recursos financeiros, mesmo com uma certa imprecisão são aceitas informações deste tipo (RUSSOMANO, 2000).

Algumas estratégias básicas que podem ser adotadas são:

- Que alteram a demanda para cima, promoções de vendas, descontos de preços, abertura de novos mercados, oferta de brindes, aumento de publicidade, entre outros.
- Que alteram a demanda para baixo, aumento de preços, fechamento de mercado, corte publicitários, e outros modelos.
- Que alteram a oferta para cima, contratação de pessoal, contratação de mão-de-obra temporária, terceirização, horas-extra, etc.
- Que alteram a oferta para baixo, demissão de pessoal, redução da carga de trabalho, rescisão de contratos, férias compulsórias, etc.

De forma geral, o planejamento agregado através da estratégia tomada prepara a fábrica para atender a demanda e produção. Além dessas informações a empresa toma outras decisões com base no planejamento agregado como: formulação de política de estoques; melhoria de produção; medida de eficiência; eliminação ou substituição de produtos não lucrativos. Dessa forma o PCP terá os recursos financeiros e produtivos dimensionados de acordo com as necessidades da solicitação de vendas (RUSSOMANO, 2000).

2.4.2 Plano mestre de produção

O plano mestre de produção é a conexão do planejamento-mestre da produção com o planejamentos estratégico de longo prazo. Com o planejamento-mestre a empresa assume compromisso de fabricação de produtos, desta forma ele desmembra os planos produtos de longo prazo em planos específicos de médio prazo, direcionando as etapas de programação e execução das atividades operacionais da empresa (TUBINO, 2000).

O resultado do planejamento-mestre da produção é o plano mestre de produção (PMP), que formaliza as decisões tomadas com relação a necessidade de produtos acabados para cada período definido. Seu funcionamento é a através de um processo de tentativa e erro onde busca verificar a disponibilidade de recursos para sua execução (TUBINO, 2000).

A diferença entre PMP e plano de produção está no horizonte de tempo analisado e nível de agrupamento de produtos. No plano mestre trabalhamos com meses, trimestre e anos e os produtos são agrupados em famílias. Já no PMP trabalha com produtos individuais, pois é

voltado para a produção e o tempo adotado é de semanas e meses no máximo (TUBINO, 2000).

O PMP na sua elaboração envolve varias áreas da empresa e suas informações, na área de Finanças temos os gastos com estoque, Marketing temos a previsão de demanda, Engenharia fornece tempos e consumo de materiais, Produção limitação da capacidade e instalações, Recurso Humanos plano de contratação e treinamento de pessoal. Em contra partida após pronto o PMP gera informações de retorno para essa áreas, Finanças terá o seu planejamento de necessidade de capital, Marketing o plano de vendas com previsão de entrega, e algumas outras. Por fim, a Produção terá o seu PMP para programa suas atividades (TUBINO, 2000).

Na construção do PMP, é definido quais itens devem compor o PMP, o horizonte de tempo planejado, produtos em estoque, mas de inicio é elaborado um arquivo com as informações do item que será planejado, onde constam as informações de demanda prevista e real, os recebimentos programados os estoques em mãos e planejados e a quantidade prevista de produção do item (TUBINO, 2000). A tabela 2 ilustra um exemplo de montagem desse arquivo.

Tabela 2: Exemplo de configuração do arquivo de programação de PMP.

Produto – Ex. Modelador														
Meses	Agosto					Setembro				Outubro				
Semana	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	5º
Previsão	18	19	18	18	18	32	32	33	32	18	19	19	18	19
Lote Planejado	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Lote - Prev	2	1	2	2	2	-12	-12	-13	-12	2	1	1	2	1
PMP	20	20	20	20	20	40	20	40	20	20	20	20	20	20
Estoque	2	3	5	7	9	17	5	12	0	2	3	4	6	7

Fonte: Próprio do Autor.

2.5 BALANCEAMENTO

Para Rocha (2005), balancear uma linha de produção é ajustá-la às necessidades da demanda, maximizando a utilização dos seus postos ou estações, unificando o tempo unitário de execução do produto. Uma linha de produção é formada por uma sequência de postos de trabalho, compondo estações, dependentes entre si, cada uma com função definida e voltada à fabricação ou montagem de um produto. Os postos são as etapas que permitem a construção do item a ser fabricado.

Para Assis (2010), uma linha de produção consiste num conjunto de Postos de Trabalho cuja posição é fixa e sequencial, ditada pela lógica das sucessivas operações a realizar, descritas na gama operatória. Um posto de trabalho pode ser constituído por um único operador ou por vários operadores, realizando operações manuais assistidas por ferramentas ou pequenos equipamentos. Portanto, o balanceamento de uma linha de produção consiste em distribuir a carga das várias operações o mais uniformemente possível, pelos vários postos de trabalho.

De acordo com Silva Júnior (2010), o balanceamento de linhas de montagem consiste em alocar as tarefas de montagem a estações de trabalho, atendendo algumas restrições tecnológicas. Costuma-se considerar uma demanda estática a partir da qual o tempo de ciclo da linha é calculado. Porém, sabe-se que uma boa parte das empresas opera sob incerteza quanto às demandas que enfrentarão ao longo do tempo. Logo, se a linha for projetada para um dado padrão de demanda, pode facilmente se tornar ociosa ou sobrecarregada no futuro. Por isso, talvez seja preciso reconfigurá-la mais de uma vez ao longo do seu ciclo de vida.

Segundo Silva Júnior (2010), entende-se por reconfiguração da linha, a redistribuição das tarefas entre as estações, acompanhada, ou não, de variações da quantidade de estações e trabalhadores empregados. A mudança de alocação de uma tarefa, pode gerar custos de adaptação dos equipamentos às novas estações, ao passo que a variação do número de estações pode trazer custos de compra de novas estações e contratação de mão de obra.

Segundo Bellido (2007), as etapas necessárias para se balancear uma linha, são:

- a) especificar a relação sequencial entre as tarefas;
- b) determinar o tempo de ciclo necessário;
- c) determinar o número mínimo teórico de estações de trabalho;
- d) selecionar uma regra básica nas quais as tarefas têm de ser alocadas às estações de trabalho e uma regra secundária para desempatar;
- e) delegar tarefas, uma de cada vez, à primeira estação, até que a soma dos tempos seja igual ao tempo de ciclo. Repetir o processo nas estações seguintes;
- f) avaliar a eficiência da linha.

Portanto, para que um balanceamento de linha seja realizado de maneira eficiente faz-se necessário realizar um estudo sobre tempos e métodos. O estudo de tempos é um método empregado na indústria para medir o trabalho. É influenciado pelo tipo do fluxo de material, processo escolhido, tecnologia e características do trabalho analisado. A eficiência e os tempos padrões de produção são os dados mais importantes gerados neste estudo, e são utilizados para (MARTINS; LAUGENI, 2005):

- a) determinação dos custos padrões;
- b) estabelecer padrões para os programas de produção, planejamento da fábrica e avaliar o desempenho de produção;
- c) fornecer dados para o estudo de balanceamento de estruturas da produção.

A metodologia utilizada varia de acordo com os dados disponíveis, objetivo da medição ou por escolha da própria empresa. Os equipamentos mais utilizados são: o cronômetro de hora centesimal, mas também é permitido o uso de cronômetros comuns; filmadora, apresenta a vantagem de registrar fielmente os movimentos; folha de observações, para os tempos e demais informações sobre a operação seja registrada; prancheta para observações e apoio para folha de observação (MARTINS; LAUGENI, 2005).

O estudo dos métodos consiste em fazer uma observação intermitente em um tempo considerado adequado para análise, por meio de observação instantânea. Verifica-se se um determinado método está ou não sendo executado de maneira regular e também se há possível melhoria para sua realização (MARTINS; LAUGENI, 2005).

3. METODOLOGIA

Em seguida será apresentada a classificação metodológica da pesquisa e suas etapas para a realização deste trabalho que tem como principais referências os trabalhos de Tubino (2000) e Martins e Laugeni (2005).

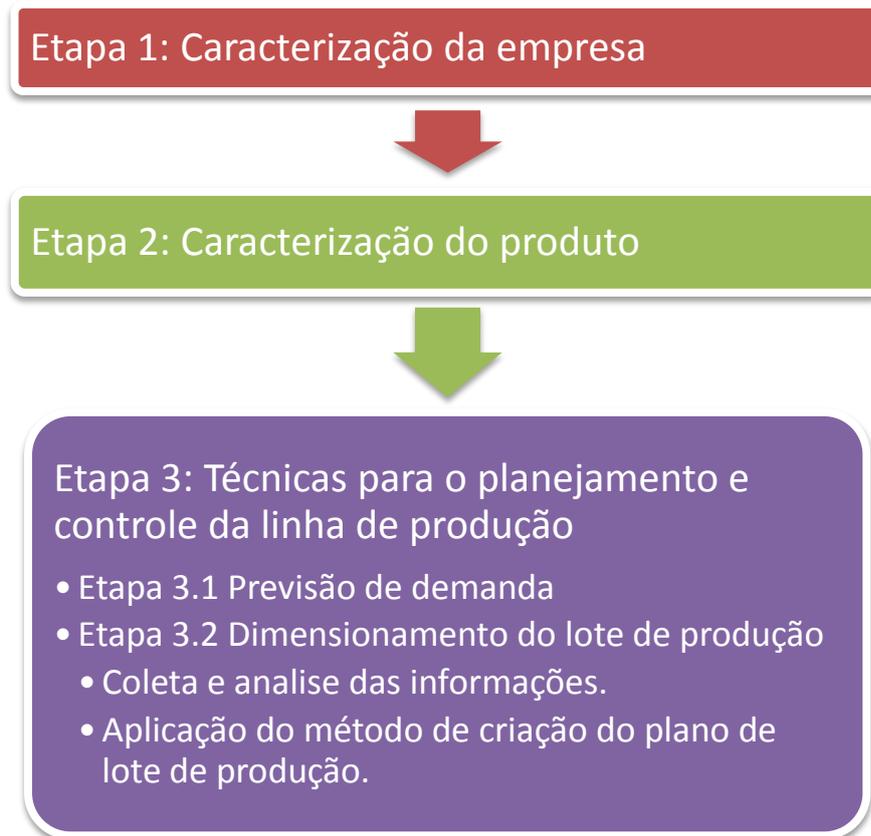


Figura 4: Fluxograma da Metodologia

Esta pesquisa objetiva gerar conhecimento para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, por isso segundo Silva e Menezes (2001) do ponto de vista de sua natureza é do tipo pesquisa aplicada. Baseando-se em Silva é uma pesquisa qualitativa, pois o ambiente é a fonte de informação e os processos e seus significados são o foco da abordagem.

Gil (2001) classifica, do ponto de vista de seus objetivos, como uma pesquisa exploratória, por visar proporcionar maior compreensão do problema através de estudos bibliográficos, exemplos, entrevistas com pessoas afim com o problema, experiências praticas.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, segundo Gil (2001), se encaixa em uma pesquisa de estudo de caso quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Pesquisa Documental quando elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico. A escolha do tipo de amostragem a ser adotado será a de amostra não-probabilísticas intencionais, pois neste tipo de amostra, escolhem-se indivíduos já determinados para representar a população do local.

3.1 (ETAPA 1) Caracterização da Empresa

A empresa alvo da aplicação deste estudo é a Indústria e Comércio de Confeções Mondress Ltda, que tem como objetivo oferecer produtos de qualidade com preços acessíveis, esta localizada na Av. Ver. José Fernandes Araújo, 675 Sarandi - PR. É uma pequena empresa, seus produtos envolvem vestimentas íntimas e linha estética (cinta modeladora), num total de 207 produtos (com variação de cores) ela não faz a prática de venda direta aos consumidores, ela utiliza vendedores que atendem diversas regiões sendo seus principais clientes os lojistas.

Neste ano completou 20 anos de serviço e durante este período tem evoluído constantemente. Partindo do seu início com uma produção semi-artesanal, continha apenas três tipos de máquinas e três funcionários, chegando até o nível de hoje, de uma empresa setorizada com RH, financeiro, expedição, acabamento, produção, corte, plotagem, TI, criação e desenvolvimento, marketing, loja, estoque de materiais e de produtos acabados, e com uma equipe de 60 colaboradores e aproximadamente 55 máquinas de costuras industriais para tecidos finos.

Apesar de ter tido muitas mudanças no sentido de tamanho, número de funcionários, número de máquinas, estrutura do prédio, ainda existe algo que não mudou neste período de progresso da empresa, que é o seu método de realizar a sua produção (empurrada) que só é iniciada quando se recebe um pedido. Somente a partir daí é feita a análise de quantidade de materiais e recursos produtivos necessários para atender os clientes, levando um lead time de 30 dias desde emissão do pedido.

O fato é que mesmo com esse tempo de produção pode ocorrer da empresa não ter matéria prima suficiente para atingir uma determinada demanda e até mesmo ter demais uma determinada matéria prima que não vai ser usada de imediato, gerando gastos extras como

atraso ou cancelamento de uma determinada peça do pedido e o acúmulo desnecessário de materiais.

Sabendo disso o próximo passo para essa empresa é ter uma produção mais controlada e eficiente, de tal forma que atenda de maneira mais rápida os seus clientes, função que o departamento de PCP deve cumprir.

Por se tratar de uma empresa de confecção outra informação importante é sobre o ciclo de lançamento dos produtos que é de 6 em 6 meses para cada nova coleção. O que dificulta o trabalho de análise de histórico de venda, mas a Mondress tem uma característica peculiar ela não tira de venda todos os produtos da coleção anterior, ela avalia os produtos que estão apresentando baixa venda e os tira do mercado, sempre mantendo uma média de 200 tipos de produtos no seu mix.

Também foi necessário através de uma entrevista descrever e levantar as informações junto com a direção sobre qual é a missão da empresa, sua estratégia e metas, financeiras, produtivas e comerciais.

Coletadas essas informações ou até mesmo no decorrer, fez-se necessário criar o plano de produção, depois o plano mestre de produção e as técnicas que foram utilizados para o controle da mesma.

3.2 (ETAPA 2) Caracterização do Produto

A fábrica produz vários tipos de produtos com um total de 207 que são divididos em famílias, são eles; Lingerie (cueca, calcinha, fio, calçola e sutiã), pijama, estético que tem a função de modelar e proteger a pele inclui modeladores, blusa, cintas, bermudas e sutiãs.

A escolha da família de produtos alvo de estudo deste trabalho foi feita em duas fases. A primeira foi através da família que apresenta maior representação em vendas para a empresa considerando um período de 01/01/2012 até 31/07/2012, para isso gerou informações através do sistema ERP e um estudo através do gráfico de Pareto. A segunda fase foi uma pesquisa sobre o histórico de informações que a empresa armazena do ciclo de vida da família de produtos selecionada anteriormente, pois essa informação é de vital importância para a etapa seguinte que é a geração da previsão de demanda do produtos.

3.3 (ETAPA 3) Técnicas Para o Planejamento e Controle da Linha de Produção

A seguir será descrito as informações que devem ser geradas e como devem ser geradas para a realização do estudo.

3.3.1 (Etapa 3.1) Previsão de demanda

Nesta etapa foi definida qual a técnica de previsão de demanda utilizada para o estudo e sua aplicação sobre um determinado período (horizonte a ser estudado) para gerar as informações que foram necessárias para o correto funcionamento de um plano de produção ou PMP, visto que é uma das principais informações empregadas por ele na elaboração de suas atividades.

A previsão da demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa. Com ela as empresas direcionam suas atividades e o rumo que o seu negocio andar. Permite que os administradores destes sistemas antevejam o futuro e planejem adequadamente suas ações.

Para isso foi necessário estudar o histórico de demanda da família de produtos selecionada com informações das quantidades dos produtos em cores e datas. Essas informações foram encontradas em recurso computacionais, como sistema ERP, visitas e conversas com encarregados.

Após a coleta, organização dos dados em planilhas e análise destas informações foi gerado a previsão de venda de médio prazo ou de um grau de acuracidade desejada, para o período de 01/08/2012 até 31/12/2012. O método adotado para essa previsão segue os seguintes passos:

1. Obter as metas do planejamento comercial e financeiro para o período de estudo no caso de agosto até dezembro de 2012, geralmente são expressas em valores monetários;
2. Transformar esses valores monetários estipulados para cada mês da previsão em valores quantitativos geral das peças que serão vendidas neste período, isso pode ser feito considerando um mês onde já ocorreu as vendas e compara-lo com um período futuro e através de uma regra de três simples obter a quantidade para cada mês;

3. Com a família de produtos selecionada para a previsão fazer uma busca em seus históricos e chegar em um percentual de representação para cada item, da seguinte maneira: O total de peças vendidas para um período definido (no caso foi o histórico de 01/01/2012 até julho 2012) dividido pelo total de peças vendidas daquele exato item vezes 100 para transformar em porcentagem;
4. Multiplicar o percentual de representação de um determinado produto pelo valor total de peças que se pretende produzir em um determinado mês, o resultado é o valor de previsão para aquele mês. Esse processo é feito para todos os itens e em todos os meses.

3.3.2 (Etapa 3.2) Dimensionamento do lote de produção

Esta etapa se utiliza de muitas informações das etapas anteriores e será definida em primeiro lugar como resultado das decisões estratégicas no âmbito da produção. Foi definida a elaboração de um plano de médio prazo que têm por meta direcionar os recursos produtivos no sentido das estratégias escolhidas. Esta etapa será dividi em duas, coleta e análise das informações e aplicação do método de criação do plano de lote de produção:

- **Coleta e análise das informações.**

Este plano trabalha com informações agregadas de vendas e produção, normalmente com o agrupamento de produtos em famílias afins e servirá de base para equacionar os níveis de produção, estoques, recursos humanos, máquinas e instalações necessárias para atender a demanda prevista de bens e serviços. Neste caso foi possível ter feito um melhor detalhamento das informações e foi calculado o lote de produção de item por item em cada período do horizonte de tempo selecionado.

Há uma série de informações que foram necessárias para a elaboração desse plano, são:

- Análise de recursos: equipamentos, instalações, força de trabalho, taxa de produção.
- Previsão da demanda: demanda prevista para as famílias de itens.
- Políticas alternativas: sub-contratações, turno extras, postergar a produção, estoques, etc.

Após ter traçado os rumos estratégicos da produção, foi escolhida entre as estratégias de produção que são: produção em patamares, em uma taxa de produção constante, em uma taxa de produção casada com a demanda ou até mesmo utilizar de soluções que aproveitam-se da experiência e do bom senso do planejamento. A utilizada com maior predominância foi a produção variada em patamares por acompanhar melhor a taxa de demanda e de recursos da produção.

Para tanto deve-se realizar uma visita na empresa, para levantamento das informações da fábrica com os diretores e nos departamentos necessários e também a obtenção de informações através do sistema ERP da empresa.

- **Aplicação do método de criação do plano de lote de produção**

As etapas para a criação do plano de produção seguirá o roteiro abaixo:

1. Estabelecer o horizonte e os períodos de tempo a serem incluídos no plano;
2. Determinar a previsão da demanda destas famílias para os períodos, no horizonte de planejamento;
3. Determinar o lote médio de cada produção para todo o período em estudo do produto. Para isso soma os valores do item para os meses e divide-se no caso pelo número de semanas;
4. Com o resultado respeitar a condição da empresa produzir em múltiplos de 5 peças. Logo foi arredondado sempre que necessário;
5. Para cada demanda mês de cada produto dividir o valor da demanda pelo número de semanas do mês;
6. Criar uma planilha para cada produto e cor. A primeira linha nome do produto, segunda linha indica os meses, terceira linha qual número da semana do mês, quarta linha previsão, quinta linha lote planejado, sexta linha lote menos previsão, sétima linha de cálculo da quantidade do lote que está sendo utilizada no período, no caso foi chamado de PMP, oitava linha estoque que é calculado pelo PMP menos a previsão;
Exemplo:

Tabela 3: Exemplo de planilha de planejamento de produção por produto.

009R -002														
Meses	Agosto					Setembro				Outubro				
Semana	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	5º
Previsão	18	19	18	18	18	32	32	33	32	18	19	19	18	19
Lote Planejado	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Lote - Prev	2	1	2	2	2	-12	-12	-13	-12	2	1	1	2	1
PMP	20	20	20	20	20	40	20	40	20	20	20	20	20	20
Estoque	2	3	5	7	9	17	5	12	0	2	3	4	6	7

Fonte: Próprio do Autor.

7. Realizar o dimensionamento de cada item, respeitando as características da empresa, como: lotes tem que ter entre 5 a 50 peças, produção semanal...

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 (ETAPA 4.1) – Caracterização da Empresa

Complementando as informações descritas na metodologia a Mon'dress Lingerie assim chamada pelo seu nome fantasia apresenta como atividade econômica principal a confecção de roupas íntimas e cintas modeladoras. É uma empresa com produção empurrada, pois os clientes ao realizar os pedidos dão início ao processo de fabricação. O sistema produtivo adotado é o processo em lotes (ou bateladas) por ter uma gama ampla de volume e variedade de seus produtos. Em virtude ao atendimento dos seus pedidos é gerada obrigatoriamente uma Ordem de Corte semanal, isso facilita tanto a entrega dos pedidos como também o planejamento financeiro da empresa.

O arranjo físico predominante é o funcional também conhecido por processo, apresentando agrupamentos de máquinas segundo suas funções. Toda a produção é feita internamente sem que haja terceirização assegurando melhor qualidade do produto final. No apêndice A apresenta-se o layout da empresa.

A visão de futuro da Mon'dress é ser uma empresa reconhecida pela excelência na criação de moda com valores de beleza e conforto com atuação nos mercados nacional e internacional, respeitada pelo seu padrão de qualidade e pelo cumprimento dos prazos de entrega de seus produtos. Objetivando auxiliar no desenvolvimento dos colaboradores, agindo com responsabilidade socioambiental.

A empresa está em uma fase inicial de amadurecimento do seu planejamento estratégico, mas apresenta algumas metas financeiras e comerciais que serão apresentadas a seguir no item 4.3.1. Completando as informações coletadas da empresa no apêndice B temos o comportamento do faturamento da empresa que prova a sazonalidade de vendas de seus produtos, no eixo das ordenadas onde aparecem valores zerados são as representações financeiras que foram ocultadas por sigilo das informações da Mondress.

4.2 (ETAPA 4.2) – Caracterização do Produto

Os produtos fabricados pela empresa se dividem em famílias, são eles; Lingerie (cueca, calcinha, fio, calçola e sutiã), pijama, estético que tem a função de modelar e proteger a pele inclui modeladores, blusa, cintas, bermudas e sutiãs.

A seleção da família de produtos foi feita em duas fases, a primeira foi uma pesquisa sobre qual linha de produtos que apresenta maior importância em vendas, pois se esse grupo de produtos são os mais vendidos, consequentemente, eles são uns dos mais importantes para a empresa, por representar uma boa fatia do seu faturamento. Posteriormente, para isso buscou-se os devidos valores de histórico de vendas no sistema ERP da empresa e o resultado pode ser verificado através do gráfico de Pareto que demonstra o item de maior representação em vendas.



Figura 5: Exemplo dos principais tipos de produtos.

Os valores do eixo das ordenadas no gráfico de Pareto foi zerado pelo motivo de sigilo de informação da empresa, o período selecionado que vai de 01/01/2012 até 31/07/2012 foi estipulado pois a pesquisa tem que envolver apenas produtos que estão sendo realmente vendidos. Por meio da porcentagem apresentada no gráfico fica visivelmente claro que a família de produtos com maior representação é a linha estética com 63,93% das vendas para o período selecionado.

A outra fase do processo de escolha da família de produtos foi a quantidade de registro de histórico acumulado para a linha de produtos, uma informação de vital importância pois uma boa previsão de demanda depende diretamente desses dados. Após feita essa pesquisa pode-se concluir que a linha estética é a que apresenta maior informação por ter produtos com mais de

8 anos, isso é possível pelo fato da linha não ter que acompanhar as tendências de moda que ocorre nas outras famílias de produtos da empresa, mas em virtude do sistema ERP da empresa ser de junho de 2009 nossa pesquisa ficou restrita neste intervalo de tempo até a data de sua realização. O apêndice C contém uma lista completa de todos os produtos contidos nesta família de produtos.

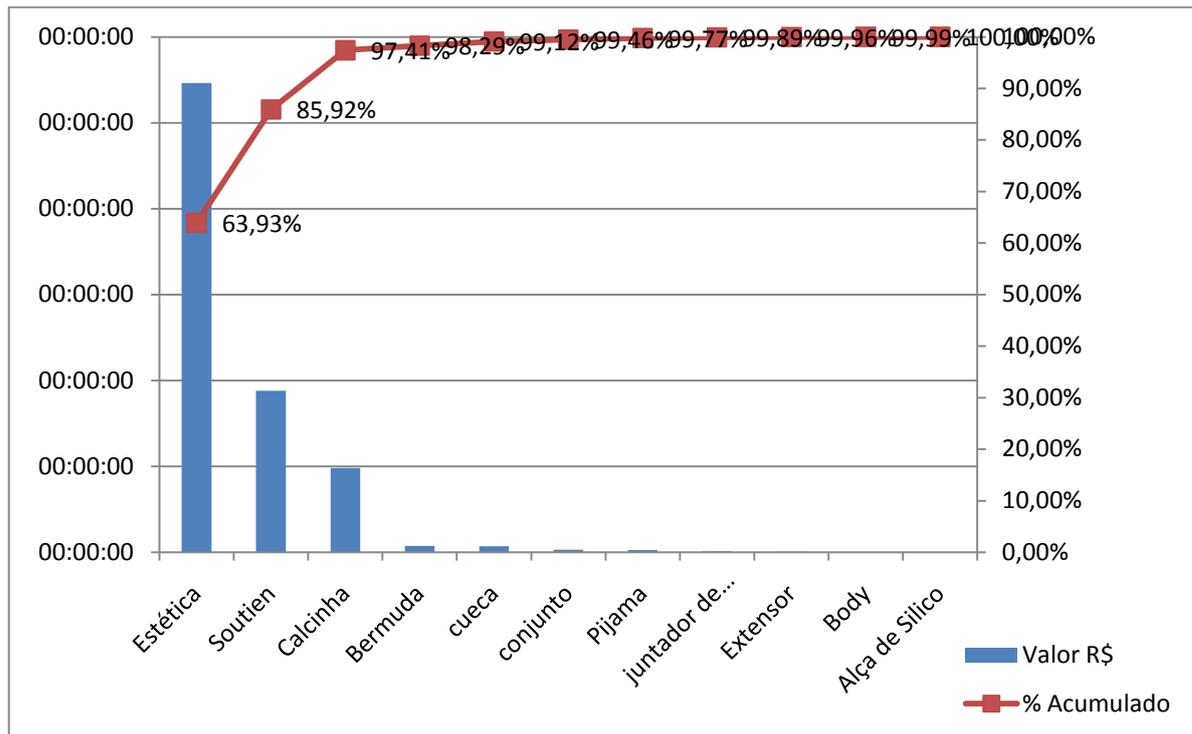


Figura 6: (Etapa 3) Planejamento e Controle da Linha de Produção.

4.3 (ETAPA 4.3.1) – Previsão de Demanda

Com base nos resultados alcançados na etapa anterior foi realizado uma pesquisa no histórico de 52 produtos cuja suas somas pelo número de cores resulta em 114 produtos da família selecionada, levantando informações de vendas de cada item em cada cor, considerando o maior período de informações disponíveis no sistema ERP da empresa, que é de julho de 2009 até julho de 2012.

Esses dados foram obtidos, analisados e estruturados para uma melhor compreensão e uso. O resultado obtido foi uma tabela para cada peça com o código do produto seguido do código da cor (apêndice D tabela de cores) em seu cabeçalho, colunas em meses e linhas em anos. Valores em preto são os dados do histórico e em vermelho é o resultado da previsão de demanda aplicado à fórmula.

Tabela 4: Previsão de Demanda.

009R -002												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	78	73	186	67	15	57	98	135	94	47	7
2012	16	116	91	29	41	16	86	91	129	93	42	15

Fonte: Próprio do Autor.

Juntamente com essa análise do histórico dos produtos foi feito um estudo levando em consideração a estratégia competitiva da empresa, informações do departamento comercial e entrevistas esporádicas com representantes de vendas (falta de acesso a eles) sobre o melhor modelo de estimativa de previsão de demanda. Após algumas tentativas de alguns modelos o que apresentou melhor resultado foi um modelo customizado.

O período adotado para a previsão se enquadra em médio prazo que vai de um a até no máximo 4 meses de antecedência para entrega da previsão de demanda. Para esse período aceitasse que o futuro é uma continuação do passado, mesmo comportamento de tendência crescimento ou decréscimo ocorrido, isso pode justificar o modelo aqui utilizado, que também se encaixa na hipótese sazonal com trajetória como pode ser observado no apêndice B. O período que se deseja obter os valores demandados é de agosto até dezembro de 2012.

A técnica utilizada customizada utilizada neste trabalho levou em consideração a estratégia competitiva da empresa (que só não é apresentada neste trabalho por conter informações confidenciais), informações comerciais e históricos de vendas o que fundamenta a sua utilização. A técnica utilizada foi a mencionado na metodologia e seguindo cada passo descrito.

O resultado desse método pode ser conferido pelo apêndice E. As informações obtidas por esse método possibilitou um resultado extra para a empresa que aproveitou essa informação juntamente coma a ficha técnica dos produtos e realizou um planejamento de compra de matéria prima para o período analisado. O que de fato já é uma contribuição do trabalho das informações garantindo o abastecimento de materiais.

4.4 (ETAPA 4.3.2) – Dimensionamento dos Lotes de Produção

Seguindo o roteiro descrito na metodologia.

- **Coleta e análise das informações.**

Por meio de entrevistas, conversas com encarregados e visitas na fábrica foi levantado algumas informações da produção. Para ter um ritmo de atendimento de suas vendas e um fluxo semanal do caixa, uma das estratégias da empresa é lançar uma ordem de produção por semana, no caso toda terça-feira.

Ficou limitado um lote máximo de 50 unidades, pelo fato das peças da linha selecionada serem maiores, dificultando a locomoção na produção e com um grau de dificuldade maior de produção o que pode causar acúmulo para uma operação e espera na próxima (gargalo). A empresa só produz em múltiplos de 5 pelo motivo de facilitar e render mais o tecido no momento do corte, logo o menor lote possível é 5.

Um outro fator da capacidade máxima do lote é no momento da estocagem, dificilmente caberia um lote maior que 50 unidades. Isso pode ser visto no dimensionamento dos lotes de produção que foi respeitado.

Em virtude da previsão ter sido calculada no horizonte de médio prazo esse plano de dimensionamento também ficou restrito neste tempo, mas os valores da programação dos lotes podem terminar em valores maiores que zero, pois o ciclo de vida desses produtos foi analisada na etapa de previsão de demanda o que garante que seu estoque será utilizado.

- **Aplicação do método de criação do plano de lote de produção**

O resultado desta aplicação pode ser visto no Apêndice F. A geração dessa informação possibilita um melhor planejamento de produção, até mesmo um planejamento de parada de máquina se for o caso.

5. CONCLUSÃO

A realização deste trabalho foi muito importante por se tratar de uma pesquisa com níveis de informações muito úteis para o planejamento estratégico da empresa em estudo, garantindo até mesmo a sua competitividade no mercado. A utilização das informações da previsão de demanda junto com as fichas técnicas gerando um plano de compras de materiais realizado pela empresa é uma garantia que o trabalho foi realizado com seriedade e competência, pois o plano de compra dos materiais está sendo realizado com sucesso.

O êxito deste trabalho está sendo a continuidade de sua utilização. O dimensionamento de lotes de produção para planejamento dos recursos produtivos da empresa. Permite a realização de um plano onde se pode se preparar com antecedência para os períodos de picos de demanda real ou para as de baixa demanda, tomando sempre as melhores decisões. Também melhorando os prazos de entrega da empresa para estes períodos.

5.1 Sugestão Para Futuros Trabalhos

- Cronoanálise e dimensionamento de mão-de-obra, visando maior aproveitamento dos recursos de mão-de-obra disponíveis;
- Implantação do sistema *Kanban* no estoque de componentes prontos e geração de ordem de preparação de componentes, visando a redução dos custos com estoque e produção de lotes econômicos;
- Implantação do PPCP na empresa visando um aprofundamento no setor de produção, aproveitando todo o recurso que se pode ter com um planejamento e controle.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Renato. **Células de Manufatura, uma abordagem**. 2003. Monografia. (Graduação em Engenharia de Produção) Departamento de Engenharia de Produção, Administração e Economia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- ASSIS, Rui. **Balanceamento de uma Linha de Produção**. 2010. Disponível em: <www.rassis.com> Acesso em: 29/03/2011.
- BARROS, José Roberto Filho. TUBINO, Dalvio. Ferrari.;1998. **O Planejamento e Controle da Produção nas Pequenas Empresas – Uma Metodologia de Implantação**. p.1-8. Disponível em www.abep.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART262.pdf. Acessado em 13/03/2012.
- BELLIDO, Rosangela. **Estudo de movimentos e de tempos**. Cronoanalista, 2007.
- BORGES, Fabrício Quadros. **Layout. Lato & Sensu**. Belém, v. 2, n.3-4, p.90-92, dez, 2001.
- BORGES, Mirna. **Arranjo Físico**. Florianópolis, Universidade Federal Santa Catarina. Apostila do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, 1998.
- CAMAROTTO, J.A. **Projeto de Instalações Industriais**. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos. Apostila do curso de Engenharia de Produção, 2005.
- CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.
- CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N. **Planejamento , Programação e Controle da Produção : MRP II/ERP : conceito, uso e implantação**. São Paulo: Atlas, 2001.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G., **Administração da Produção e Operações**. 8ª ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007. 175 p.
- GOMES, Maria de Lourdes B. **Um Modelo de Nivelamento da Produção à Demanda para Indústria de Confecção do Vestuário Segundo os Novos Paradigmas da Melhoria dos Fluxos de Processos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção/ UFSC). Florianópolis, 2002.
- LEE, Quaterman et al. **Projeto de Instalações e do Local de trabalho**. São Paulo: Imam, 1998.
- MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.
- MATOS, Antonio Carlos de, **Layout – Passos**; 1998, São Paulo.
- ROCHA, D. R. **Balanceamento de linha – Um Balanceamento de Linha – Um enfoque simplificado: material preparado por Duílio Reis da Rocha**. 2005. Disponível em <<http://www.fá7.edu.br/rea7/artigos/volume2/artigos/read3.doc>> Acesso em 29/03/12.
- RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento e controle da produção**. 6. ed. São Paulo: Editora Guazzelli, 2000.
- SCHROEDER, Patrícia Roberta. **Proposta de estudo de um novo projeto de fábrica e layout em uma empresa do ramo de plástico**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas). Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.
- SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121p.

SILVA JUNIOR, Ormeu Coelho da. **Reconfiguração Dinâmica de Linhas de Montagem**. **Pesquisa Operacional**. v.30, n.1, p.237-258, janeiro-abril de 2010.

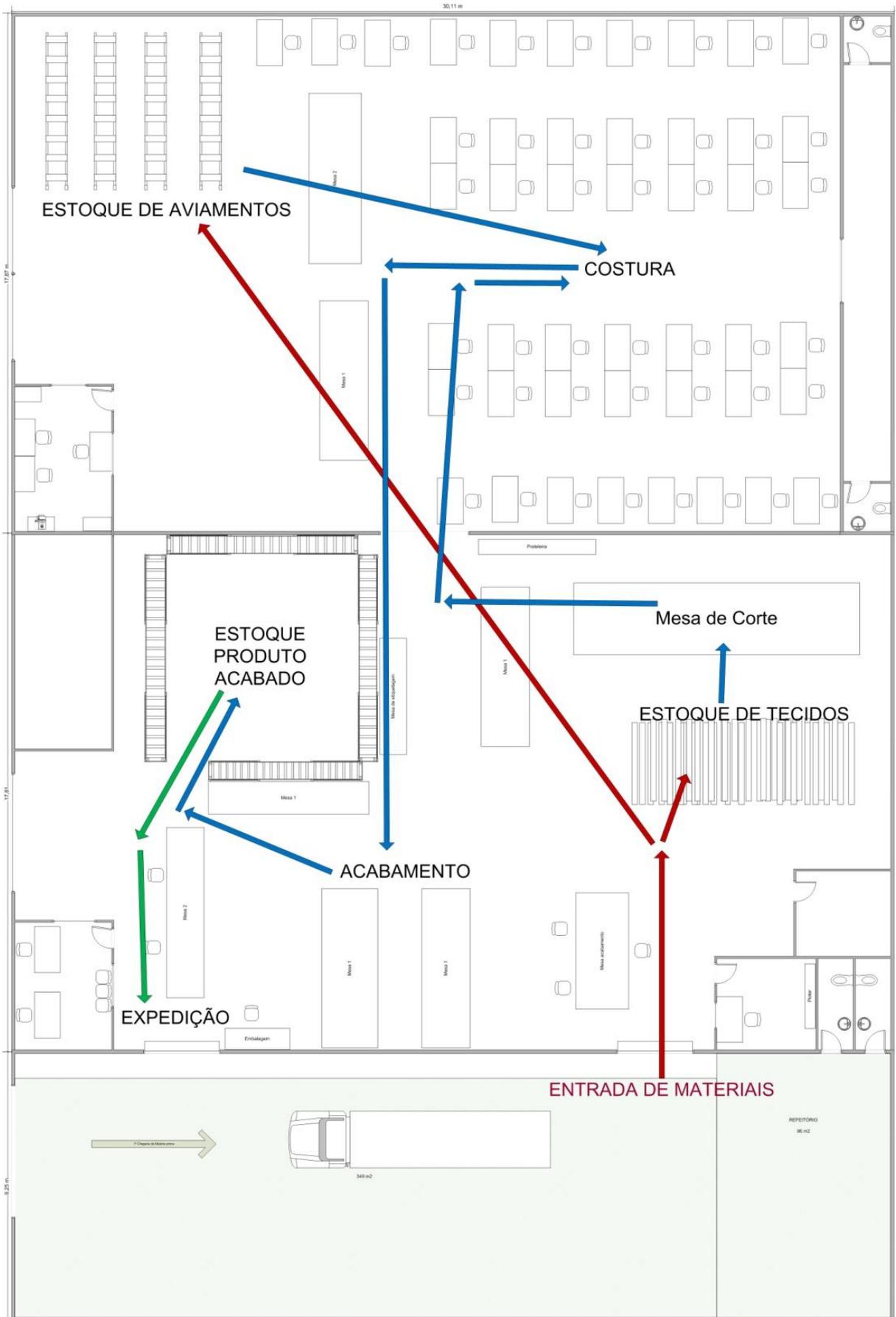
TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo, Atlas, 2000.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção. Teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO, Dalvio Ferrari; FILHO, José Roberto. **O Planejamento e Controle da Produção nas Pequenas Empresas – Uma Metodologia de Implantação**. 2001.

VASCONCELOS, Giancarlo R. **Método para Prevenção e Correção de erros de Planejamento e Programação da Produção em Ambiente MRP**. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica/ UFSC). Florianópolis, abril 2006.

APÊNDICE A – Layout Industrial e Fluxo de Materiais



APÊNDICE B – Comportamento do Faturamento Reflexo de Sazonalidade

APÊNDICE C – Lista de Todos os Produtos da Linha Estética

LINHA ESTÉTICA			
COD.	DESCRIÇÃO DO PRODUTO	TAMANHO	CORES
01RA	Cinta calça com abertura frontal	P/M/G/GG	Chocolate(003)
02RA	Modelador c/ abertura	P/M/G/GG	Chocolate(003)/bege(005)
05R	Soutien reforçado	M/G/GG	Chocolate(003)/bege(005)
06RA	Cinta calça c/ abertura	P/M/G/GG	Chocolate(003)/bege(005)
07	Cinta modeladora c/ abertura	P/M/G/GG	Chocolate(003)/bege(005)
009R	Cinta modeladora	PP/P/M/G/GG	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
160	Cinta calça curta	P/M/G	Chocolate(003)/bege(005)
160	Cinta calça curta	GG/EG	Chocolate(003)/bege(005)
165	Blusa reforçada	PP/P/M/G/GG	Chocolate(003)/preto(002)
320	Cinta calça c/ perna	P/M/G	Chocolate(003)/preto(002)
320	Cinta calça c/ perna	GG/EG	Chocolate(003)/preto(002)
325	Soutien reforçado	46/48/50/52	Chocolate(003)/bege(005)
325	Soutien reforçado	54/56	Chocolate(003)/bege(005)
330	Cinta calça c/ coz	P/M/G	Chocolate(003)/bege(005)
330	Cinta calça c/ coz	GG/EG	Chocolate(003)/bege(005)
335R	Blusa modeladora	P/M/G/GG	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
340	Modelador	P/M/G	Chocolate(003)/bege(005)
340	Modelador	GG/EG	Chocolate(003)/bege(005)
345R	Modelador c/ bojo esticado	P/M/G/GG	Chocolate(003)/bege(005)
350R	Cinta calça c/ renda	P/M/G/GG	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
355	Soutien reforçado c/ fecho frontal	PP/P/M/G/GG	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
360	Cinta calça c/ perna s/ renda	P/M/G	Chocolate(003)/bege(005)
360	Cinta calça c/ perna s/ renda	GG/EG	Chocolate(003)/bege(005)
365	Soutien reforçado c/ bojo s/ costura	46/48/50/52	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
370	Tanga cinta	P/M/G	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
370	Tanga cinta	GG/EG	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
375	Soutien reforçado c/ renda	46/48/50/52	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
375	Soutien reforçado c/ renda	54/56	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
380R	Cinta modeladora e tassel	P/M/G	Chocolate(003)/bege(005)
380R	Cinta modeladora e tassel	GG/EG	Chocolate(003)/bege(005)
385R	Modelador de amamentação	P/M/G	Chocolate(003)/bege(005)
385R	Modelador de amamentação	GG/EG	Chocolate(003)/bege(005)
395	Soutien reforçado	46/48/50/52	Chocolate(003)/bege(005)
3402	Modelador c/ bojo	P/M/G	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
3402	Modelador c/ bojo	GG/EG	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
405R	Modelador com bojo e renda	P/M/G	Chocolate(003)/preto(002)
405R	Modelador com bojo e renda	GG/EG	Chocolate(003)/preto(002)
415R	Macacão	P/M/G/GG	Chocolate(003)/bege(005)
420R	Cinta modeladora com renda	P/M/G	Chocolate(003)/preto(002)
420R	Cinta modeladora com renda	GG/EG	Chocolate(003)/preto(002)
425R	Soutien reforçado com renda	P/M/G	Chocolate(003)/preto(002)
425R	Soutien reforçado com renda	GG/EG	Chocolate(003)/preto(002)
430R	Calcinha modeladora com renda	P/M/G	Chocolate(003)/preto(002)
430R	Calcinha modeladora com renda	GG/EG	Chocolate(003)/preto(002)

COD.	DESCRIÇÃO DO PRODUTO	TAMANHO	CORES
433R	Cinta modeladora localizada com renda	P/M/G	Chocolate(003)/preto(002)
433R	Cinta modeladora localizada com renda	GG/EG	Chocolate(003)/preto(002)
435R	Soutien reforçado com renda	P/M/G	Chocolate(003)/preto(002)
435R	Soutien reforçado com renda	GG/EG	Chocolate(003)/preto(002)
445R	Modelador nadador	P/M/G/GG	Chocolate(003)/preto(002)
455R	Modelador frente única	P/M/G/GG	Chocolate(003)/preto(002)
460R	Cinta modeladora	P/M/G/GG	Chocolate(003)/preto(002)
465R	Top esportivo nadador	P/M/G/GG	Chocolate(003)/preto(002)
470R	Cinta modeladora esportiva	P/M/G	Chocolate(003)/preto(002)
470R	Cinta modeladora esportiva	GG/EG	Chocolate(003)/preto(002)
475R	Top esportivo	P/M/G	Chocolate(003)/preto(002)
475R	Top esportivo	GG/EG	Chocolate(003)/preto(002)
480R	Bermuda esportiva masculina	P/M/G/GG	Preto(002)
485R	Modelador nadador sustentare	P/M/G	Chocolate(003)/arabesco pérola(047)
485R	Modelador nadador sustentare	GG/EG	Chocolate(003)/arabesco pérola(047)
490R	Cinta com abertura higiênica emana	P/M/G	Chocolate(003)
490R	Cinta com abertura higiênica emana	GG/EG	Chocolate(003)
495R	Top pós operatório c/ alças largas emana	P/M/G	Chocolate(003)
495R	Top pós operatório c/ alças largas emana	GG/EG	Chocolate(003)
500R	Modelador pós operatório c/ bojo esticado	P/M/G	Chocolate(003)
500R	Modelador pós operatório c/ bojo esticado	GG/EG	Chocolate(003)
510R	Cinta modeladora pós-parto	P/M/G	Chocolate(003)
510R	Cinta modeladora pós-parto	GG/EG	Chocolate(003)
515R	Soutien de amamentação reforçado	P/M/G	Chocolate(003)
515R	Soutien de amamentação reforçado	GG/EG	Chocolate(003)
520R	Cinta calcinha reforçada sustentare	P/M/G	Chocolate(003)/arabesco pérola(047)
520R	Cinta calcinha reforçada sustentare	GG/EG	Chocolate(003)/arabesco pérola(047)
525R	Soutien reforçado c/ alça de espuma sustentare	P/M/G	Chocolate(003)/arabesco pérola(047)
525R	Soutien reforçado c/ alça de espuma sustentare	GG/EG	Chocolate(003)/arabesco pérola(047)
530R	Bermuda esportiva feminina	P/M/G/GG	Chocolate(003)/preto(002)
535R	Soutien esportivo c/ bojo	P/M/G/GG	Chocolate(003)/preto(002)
545R	Modelador fio c/ bojo sustentare	P/M/G/GG	Chocolate(003)/arabesco pérola(047)
555R	Blusa modeladora c/ bojo	P/M/G	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
555R	Blusa modeladora c/ bojo	GG/EG	Chocolate(003)/bege(005)/preto(002)
585R	Modelador tomara que caia	P/M/G/GG	Chocolate(003)/arabesco pérola(047)
8008	Faixa abdominal unissex	P/M/G/GG/EG	Chocolate(003)/preto(002)

APÊNDICE D – Tabela de Cores dos Produtos

Tabela de Cores	
Código da Cor	Descrição da Cor
001	BRANCO
002	PRETO
003	CHOCOLATE
004	PÉROLA
005	BEGE
006	SALMÃO
007	ROSA
008	AZUL
009	CINZA
010	VERMELHO
011	ESTAMPADO BRANCO
012	AZUL CLARO
013	ÚNICA
014	LISTRADO PRETO E PÉROLA
015	LISTRADO ROSA E PRETO
016	LISTRADO ROSA C/ MESCLA
017	ONÇA PRETA
018	AZUL C/ BOLA
019	PRETO C/ BOLA
020	CASTANHO
021	LISTRA VERDE
022	LISTRA VERMELHA
023	FLORES
024	ONÇA CASTANHO
025	BOLINHA PRETA
026	FLORAL DUNA
027	ONÇA BLUSH
028	AZUL MARINHO
029	LISTRADO BRANCO / PRETO
030	LISTRADO AZUL / PRETO
031	COMPOSE
032	BCO C/ LISTRA VERDE
033	BCO C/ LISTRA VERMELHO
034	CHOC. C/ LISTRA VERMELHO
035	OURO BRANCO
036	AZUL COM BOLA BRANCA
037	PRETO COM BOLA BRANCA
038	ESTAMPADO
039	IMAGEM DEFINIDA
040	METAL
041	TRANSPARENTE
042	BRANCO C/ PRETO
043	PRETO C/ BRANCO
044	ESTAMPADO PÉROLA
045	PÉROLA C/ CHOCOLATE
046	ROXO

Tabela de Cores	
Código da Cor	Descrição da Cor
047	ARABESCO PÉROLA
048	BRANCO COM CHOCOLATE
049	BRANCO COM ROSA
050	BRANCO COM VERDE
051	LISTRADO AMARELO
052	LISTRADO CINZA
053	COBRA
054	ROUXINOL
055	MARFIM
056	PRETO LISTRADO
057	AMARELO
059	BLUSH
060	FLORIDO VERDE
061	VERDE OPACO
062	BARALHO
063	COR ÚNICA
064	ONÇA FLORIDA C/ CASTANHO
064B	ONÇA FLORIDA C/ CHOCOLATE
065	FLORAL ESCURO C/ PRETO
066	ONÇA FLORIDA
067	CORAL
069	DUNA
070	CHOCOLATE TRABALHADO
071	MESCLA ESCURA
072	MESCLA CINZA
073	FRUTAS
074	FLORAL AZUL
075	VERDE
076	MELANCIA
077	ESTAMPADO ROSA
078	LISTRADO CORAL
079	ESTAMPADO ROXO
080	ONÇA CASTANHO
081	ONÇA COM AZUL

APÊNDICE E – Previsão de demanda

APÊNDICE F – Dimensionamento dos Lotes de Produção

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