

1. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

1.1. A Empresa

O trabalho apresentado foi realizado na Diamante Têmpera de Vidros. Embora o modelo de PCP criado possa ser aplicado em diversas outras empresas de produção intermitente repetitiva, vamos nesse trabalho adaptar o modelo para a empresa em questão.

1.1.1. Histórico da Empresa

A Diamante Têmpera de Vidros Ltda. foi constituída em outubro de 1986, na cidade de São Caetano do Sul, com instalações de pequenas proporções e com um forno vertical de pequena dimensão.

Este forno foi substituído por um novo, construído com recursos próprios em 1989. Isto possibilitou o início do fornecimento de peças de vidro para a indústria de linha branca.

Em 1994, o espaço ocupado (400m²) e os equipamentos instalados eram insuficientes para atender a produção, face o crescimento das vendas. Surgiram então dificuldades para atender com pontualidade e qualidade as exigências dos clientes. A empresa mudou-se para novas instalações, na mesma cidade, onde foi construída uma nova fábrica.

Em 1997, a necessidade de, mais uma vez, aumentar a capacidade produtiva levou a importação da Inglaterra de um forno de modelo horizontal, que substituiu o anterior, elevando a capacidade produtiva em cerca de 50%.

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

Em novembro de 2001, mais um grande passo foi dado com a locação de um imóvel contíguo de 1200 m², elevando a área ocupada para 2800 m² e garantindo o espaço necessário para instalação de mais um forno, previsto para o final de 2003.

Os concorrentes da Diamante são as empresas Shot, Saint-Gobain, Blindex e Termoglass. Dentre as empresas que temperam o vidro, a Diamante é a única a produzir vidros temperados em 3,0mm para linha branca e isso pode ser uma grande oportunidade para o negócio. Além disso, a Figura 1.1 apresenta o gráfico de crescimento das vendas ao longo dos últimos anos, que mostra claramente a tendência de crescimento da empresa até os níveis atuais.

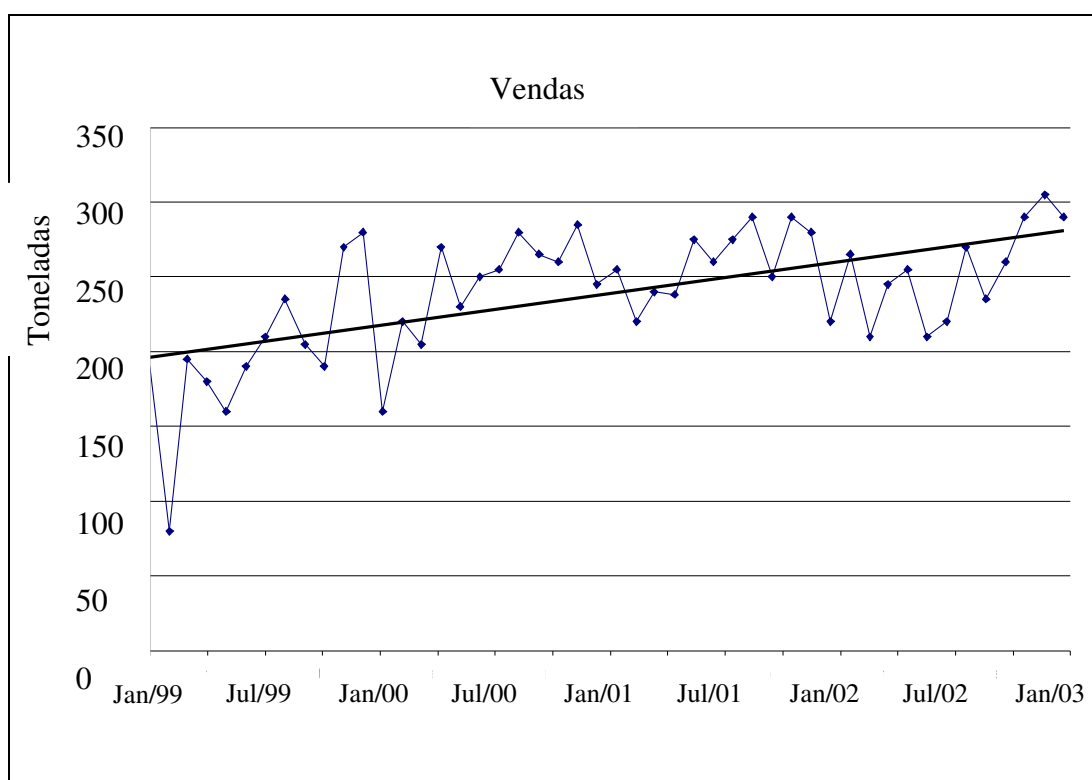


Figura 1.1 – Gráfico de aumento da Produção

A preocupação com a satisfação do cliente sempre esteve presente durante a evolução da empresa. Em 1996, foi implantado o Programa de Qualidade Total com apoio do SEBRAE. No ano de 1998, a empresa começou a fornecer para empresas da

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

linha branca com certificação de qualidade assegurada. E finalmente em 2001, iniciou-se o processo para consolidação do sistema da qualidade, iniciando a implementação da norma ISO 9000:2000, com certificação obtida em 2002.

Atualmente, a principal meta da empresa é aumentar a participação de mercado mantendo a qualidade de seus produtos. Espera-se dobrar a produção atual em 1 ano, através da compra de um novo forno.

1.1.2. Organograma da empresa

As áreas e as funções de cada departamento estão divididas e explicitadas na figura abaixo:

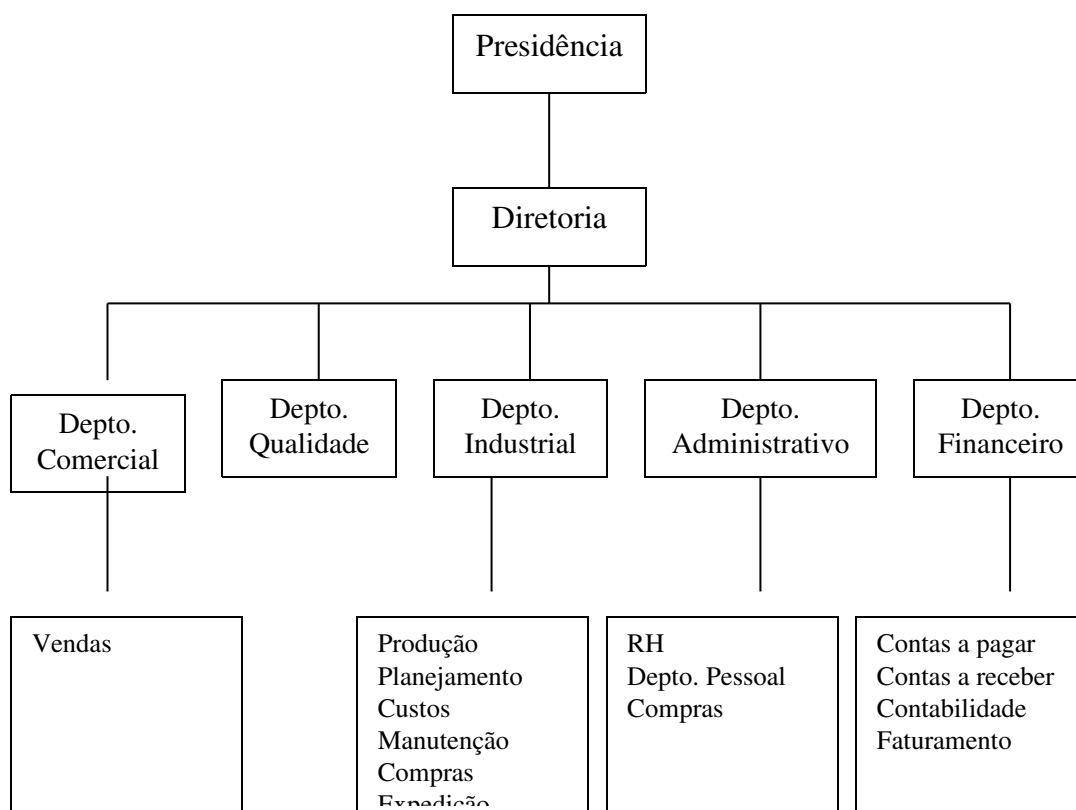


Figura 2.2 – Organograma da Organização

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

1.1.3. O Estágio

O contato com a empresa tema do trabalho ocorreu através do estágio realizado na área de produção, entre julho de 2002 a dezembro de 2003. Foram realizadas diversas atividades, iniciando com o estudo de tempos e métodos de cada setor produtivo para determinar recursos “gargalos”, e, posteriormente, fazer um estudo de melhorias do principal “gargalo” da empresa, no qual foram obtidos diversos avanços tanto na capacidade produtiva como na melhoria dos processos, o que gerou uma grande vantagem competitiva para a empresa. Também foram realizadas atividades de planejamento da manutenção preventiva dos equipamentos dos principais setores da empresa.

Em reunião com os gerentes da empresa, foram discutidos temas para a realização deste Trabalho de Formatura, que, através dos conhecimentos obtidos no curso de Engenharia de Produção, contribua para aumentar a eficiência da empresa. Foram apresentadas 3 alternativas para o trabalho:

- Automação da Produção, focando o trabalho no levantamento de novos equipamentos e análise de viabilidade econômica do projeto;
- Análise de perdas nos processos de produção (Qualidade);
- Criação de um sistema de apoio à decisão para o PCP, integrando vendas, produção e compras.

Como eu participava das reuniões diárias com o gerente industrial da empresa, o responsável pelo PCP e encarregado de produção e o encarregado da expedição, tinha uma imagem da precariedade do relacionamento entre os departamentos de produção, compras e vendas e, por isso, optei pelo terceiro item, que me pareceu com maior potencial de melhorias, aquele que estaria sendo o problema mais crítico para a empresa.

O fato de se tratar de uma empresa de pequeno porte facilitou o acesso às informações necessárias para a criação do sistema requisitado. Todavia, trata-se de uma empresa em crescimento e desse modo, algumas ferramentas da Engenharia de Produção ainda não estão bem desenvolvidas (como política de compras e estoques de materiais, previsão de demanda, formação de lotes, etc) e, por isso, paralelamente as execuções do Trabalho de Formatura, devem ser realizados outros estudos, de modo a melhorar a Administração da Produção da empresa.

1.2. Produtos

Atualmente a empresa não trabalha com grande variedade de produtos, os principais são: vidros temperados para uso em móveis, linha branca, molduras e vidros comuns. Os produtos podem ser também classificados conforme o tipo de produção de dois modos: da chamada linhas “seriada” e de “sob-encomenda”.

Os produtos da linha “seriada” são fabricados em lotes com roteiros de produção variável. A estratégia de produção é a MTO (“*make to order*”), pois a produção visa atender exclusivamente os pedidos feitos pelos clientes. As ordens de produção são programadas e controladas num sistema de controle de pedidos. O volume de produção é grande, ocupando cerca de 85% da produção da fábrica. Para se tornar um item desta linha, são realizados testes em cada setor requisitado pelo item e se o produto for aprovado pelo cliente, seus desenhos e folha de especificações são controlados pela empresa, criando uma especificação padrão para o item. Os clientes dessa linha de produtos são principalmente fabricantes de fogões e fornos elétricos, de móveis e caixilhos.

Quanto a chamada linha “sob encomenda”, que na realidade é um ETO (“*engineering to order*”), onde o cliente especifica todas as características do produto, ou seja, a produção é feita após o pedido e o item é “sob medida”. Essa

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

linha de produto atende principalmente pequenos fabricantes de móveis, *box* e vidros para construção civil (janelas e portas). Além de atender vidraçarias e empresas de móveis, essa linha também atende pessoas físicas, que serão consumidores finais do produto. Agregando todos os pedidos, a linha “sob encomenda” corresponde a aproximadamente 15% da produção da empresa. Quanto aos recursos produtivos, temos que apenas o setor de corte e o forno são compartilhados por ambas as linhas de produtos.

Os principais clientes da empresa adquirem produtos da chamada “linha seriada” e podem ser divididos em fabricantes de linha branca (eletrodomésticos) e vidro para móveis. Da linha branca tem-se: BSH Continental, Multibrás e NGK-Rinnai; em móveis: Móveis Itatiaia, Móveis Inamel, Barachetti, Divicenter, Bartira, Arnova do Brasil, Cosmotec e Topline. Quanto a “linha sob-encomenda”, também chamada de vidro para engenharia, existem diversos clientes, porém, pelo fato de sua compra ser esporádica essa categoria foi agrupada. O gráfico da Figura 1.2 retrata a participação de cada grupo para a empresa em 2002.

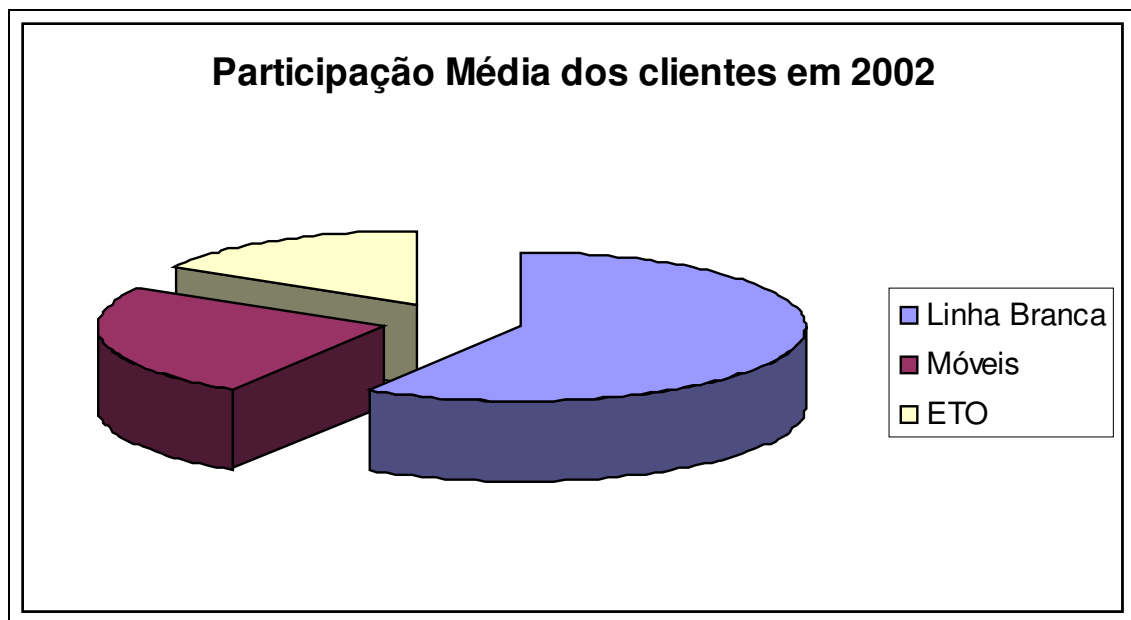


Figura 1.3- Distribuição das vendas

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

A figura a seguir detalha a distribuição da participação dos produtos da linha “seriada”. Foi feita uma curva ABC (gráfico de Pareto) discriminando a participação de cada item de MTO na formação do faturamento da empresa. O gráfico é resultante da média dos dados do faturamento do segundo trimestre de 2003.

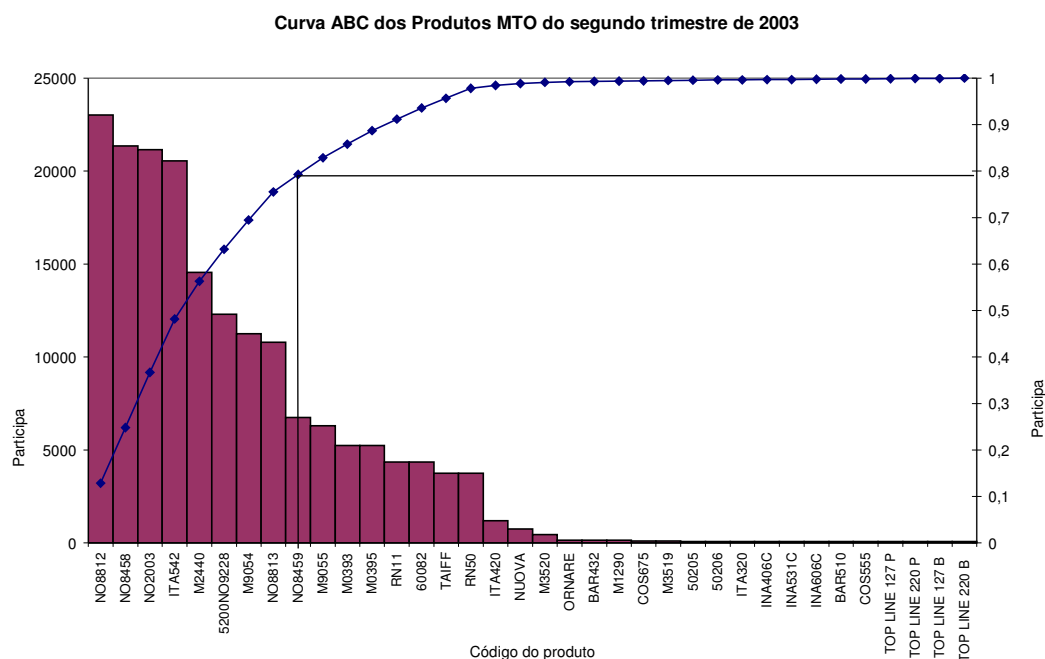


Figura 1.4 – Curva ABC dos produtos MTO do segundo trimestre de 2003

Mesmo dentre os itens fabricados na linha “seriada”, existe uma grande variabilidade nas quantidades demandadas para um mesmo item de um cliente no decorrer do tempo. A Figura 1.3 a seguir ilustra essa variação em 3 meses consecutivos para alguns itens.

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

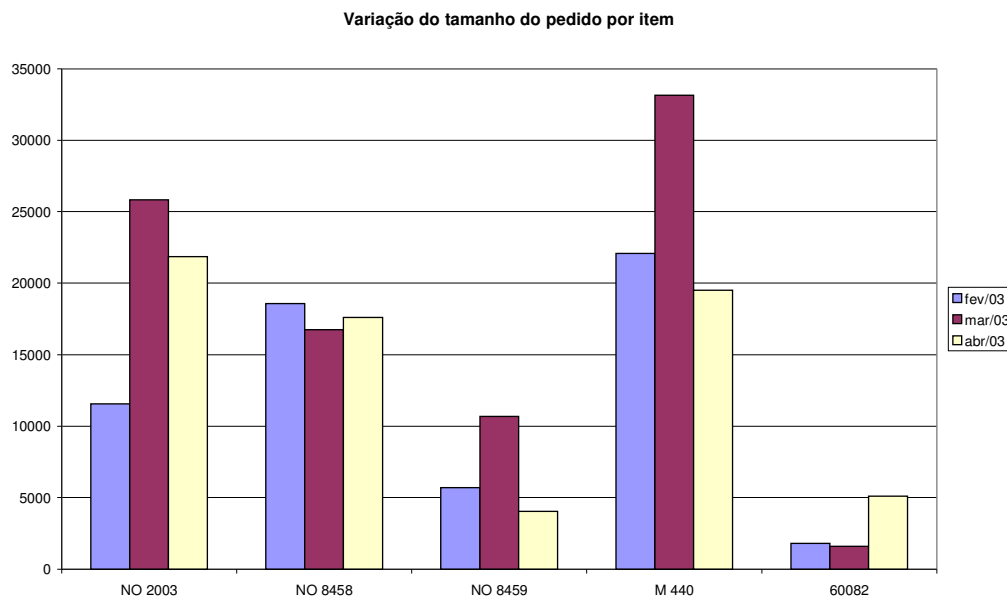
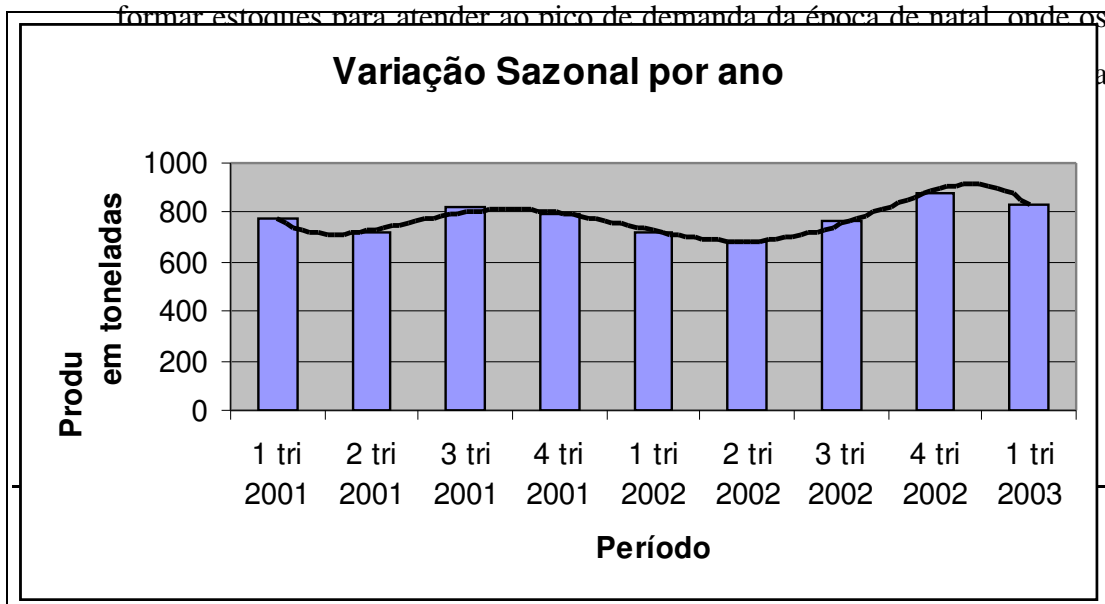


Figura 1.5 – Variação do tamanho do pedido

Existe também o fenômeno da sazonalidade nas vendas da Diamante. O gráfico a seguir ilustra as variações da demanda dentro de um ano. Agrupamos os dados de vendas por trimestre, através dos dados de janeiro de 2002 a março de 2003. Nota-se o aumento no nível de vendas a partir do último trimestre de 2002. Isso se explica de duas formas:

- Devido a melhoria nos gargalos da empresa, aumentando a capacidade produtiva e assim aumentando os níveis de venda;
- Efeito da sazonalidade devido ao aumento da produção dos clientes para

formar estoques para atender ao pico de demanda da época de natal, onde os



Capítulo 1 – Apresentação do Problema

Figura 1.6 – Sazonalidade da demanda anual global

Foi feito também um estudo para analisar a variação sazonal das vendas ao longo do mês. Para isso, foram feitas médias semanais de vendas dos meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2002, obtendo-se um gráfico que mostra um decréscimo das vendas ao passar do mês.

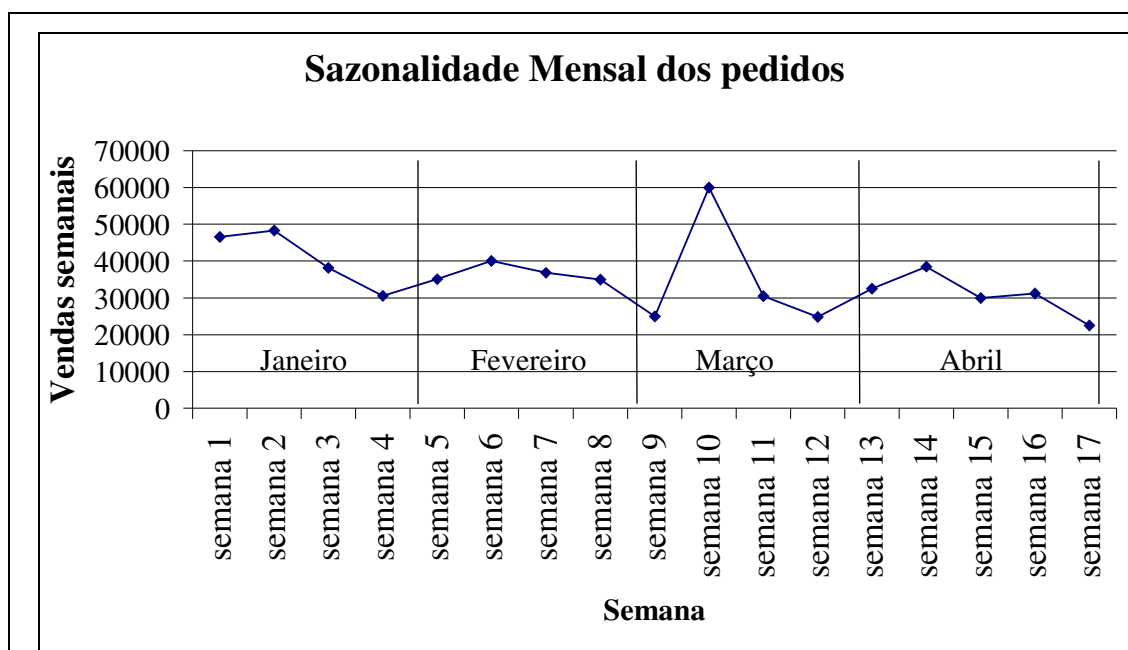


Figura 1.7 – Sazonalidade da demanda mensal global

Para que não ocorra equívoco na nomenclatura das linhas de produtos, as linhas “seriada” e “sob encomenda” serão a partir deste ponto denominadas com sua

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

verdadeira definição, ou seja, MTO e ETO, ou sob-encomenda e sob-medida, respectivamente.

Uma vez descritos os produtos, através dos tipos de produção, dos principais clientes, da participação desses clientes e de seus produtos na carteira de pedidos da empresa e da variação desses pedidos dentro de um mês, vamos agora descrever os processos de produção.

1.3. Processos de produção

Como visto no item 1.1.2, a empresa possui as linhas de produtos MTO e ETO. O arranjo da fábrica é basicamente funcional, com cada etapa bem delineada visualmente (vide Anexo 1 – *Layout* da fábrica). O processo de produção, tanto da linha MTO como da ETO é constituído das seguintes etapas: corte, lapidação bilateral, furação, cava, serigrafia, forno e expedição, sendo que as etapas de corte, forno e expedição são realizadas em centros comuns para as duas linhas, utilizando os mesmos recursos produtivos. Além disso, peças da ETO geralmente não utilizam a serigrafia em seu processo produtivo.

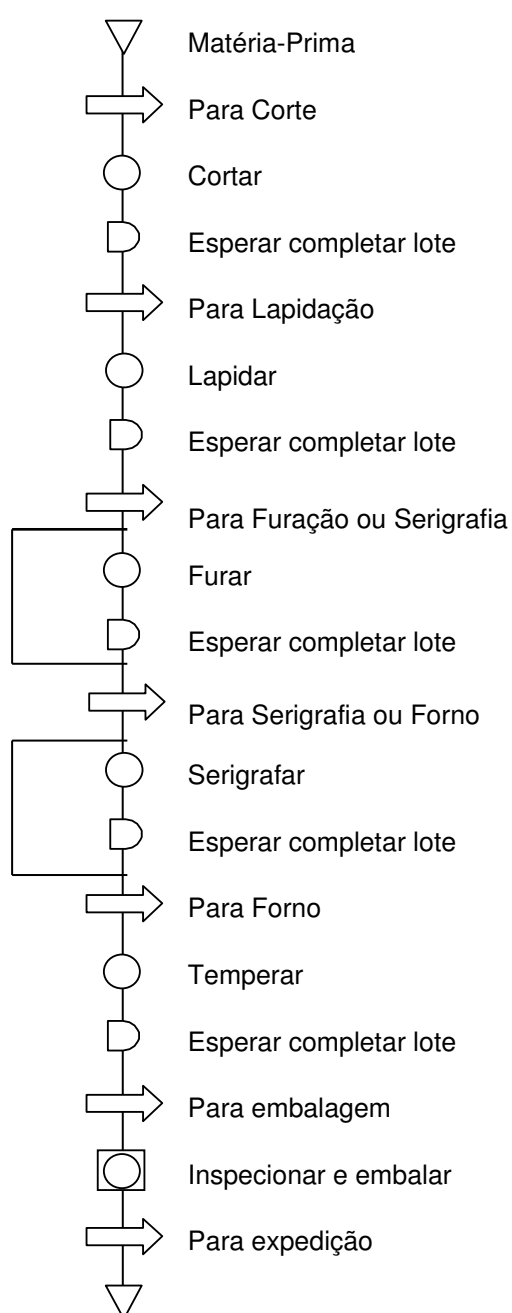
O processo completo é descrito a seguir. Dado um pedido de um cliente, uma OP (ordem de produção) é preparada e é feita a otimização para o corte da lâmina de vidro através de um software. Essa OP de corte é enviada para o setor do corte pelo responsável do PCP, a chapa de vidro é retirada do estoque de matéria-prima e levada para o setor de corte através de uma ponte rolante. Cada lâmina de vidro é cortada e as peças são armazenadas em *pallets*. A seguir, o item segue para o setor de lapidação. Nesta etapa o vidro é lapidado nas superfícies cortadas, de forma a deixar o manuseio do produto mais seguro. Se o item a ser produzido possuir furos, a peça é levada ao setor de furação, onde é marcado e furado (peças MTO utilizam um gabarito para a furação). A etapa seguinte é a serigrafia, responsável pela impressão de detalhes na peça. Por fim, a peça é temperada no forno, passando pelos estágios de aquecimento, têmpera (resfriamento rápido) e arrefecimento (resfriamento lento), com objetivo de formar as tensões necessárias no interior do vidro, melhorando suas propriedades principalmente de resistências ao impacto e à temperatura. Após o tratamento térmico, as peças prontas são então embaladas em pacotes de 5 ou 10 peças, e armazenadas na área de expedição.

Analisando o chão de fábrica, percebe-se que os maiores níveis de estoque em processo se encontram no forno. Além disso, a expedição está sempre esperando

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

por peças dessa etapa. Caracteriza-se o forno como um recurso gargalo, isto é, a capacidade do forno é o limitante de capacidade de produção. Dependendo do *mix* de vendas, um outro setor gargalo que é a serigrafia, principalmente com o aumento de produção de peças de 3,0mm de espessura da linha branca com alguns detalhes impressos.

A seguir, será apresentado um detalhamento de cada uma das etapas de produção, e, em seguida, será discriminada as famílias de produtos MTO.



Estoque de Produtos Acabados

Figura 1.8. Fluxograma da produção

- Estoque de Matéria-Prima: Chapas de vidro

A matéria-prima fica armazenada em forma de chapas de vidro de diversas espessuras e dimensões. As chapas de grande porte são encaminhadas ao setor de corte via ponte rolante. O operador do corte é responsável pela movimentação e manuseio da ponte rolante, todavia as chapas pequenas (retalhos) são transportadas manualmente para o corte.

- Estoque de Matéria-Prima: Outros insumos

Outros insumos referem-se ao papel de embalagem e às tintas e solventes para a serigrafia. Existe uma área próxima aos setores em que os insumos são armazenados e o próprio operador do setor faz o manuseio e controla seu consumo, fazendo o pedido de compra de material diretamente para o setor de compras da empresa.

- Corte

O setor possui uma máquina de corte que é manipulada por dois operadores. As chapas são transportadas por uma ponte rolante e posicionadas verticalmente (aproximadamente 80°) em um cavalete. Manualmente o operador tomba a lâmina de vidro sobre a esteira que alimenta a máquina automática de corte, a qual não quebra ou se danifica devido a pressão do ar formada entre o vidro e a esteira. Além disso, um filme de ar é produzido pela mesa de corte para diminuir o atrito e o contato entre ambos. O programa otimizado é carregado pelo operador e, quando acionada, a

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

máquina executa os cortes automaticamente. Por fim, as chapas cortadas são transportadas para uma outra mesa, para que seja realizado o destaque das peças. As peças são paletizadas e transportadas para a próxima etapa, a lapidação.

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

- Setor de Lapidagem

As peças chegam a esse setor em *pallets* e são transportadas através de um carrinho adequado para a fila de uma das duas máquinas. Cada máquina é controlada por dois operadores. Um operador alimenta o equipamento com as peças, onde as faces laterais são lapidadas e a peça é lavada. Ao final do processo, o outro operador coleta as peças manualmente, arranjando-as em *pallets* para o futuro transporte.

- Furação

Nem todas as peças passam por este processo. Na realidade, apenas algumas peças para móveis necessitam de furo no vidro. Existe uma tendência dos projetos de produtos das empresas em procurar outros meios para fixar o vidro.

- Setor de serigrafia

Nesta etapa, as peças recebem impressões em uma das duas máquinas de serigrafia. Um operador se encarrega de trazer as peças em *pallets* e colocá-las uma por uma na máquina. Ao colocá-las, ele aciona um botão com o pé que fecha a máquina e faz a estampagem. Em seguida, o operador retira a peça estampada e a coloca em um carrinho. Ao encher o carrinho, as peças são levadas para a estufa, onde secam. Dependendo da peça, pode ser necessária outra passagem pela serigrafia. A maioria delas passa uma única vez antes de seguir para o forno, etapa seguinte do processo.

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

- Forno

O forno é praticamente todo automatizado, necessitando apenas um operador para colocar as peças e outro para retirá-las. Eles ficam em lados opostos do equipamento. Há um operador encarregado de regular a temperatura, a pressão e o tempo de atravessamento, que varia de acordo com a espessura, a área ocupada pela fornada e pela cor do vidro.

Inspeção visual e embalagem

Dois operadores realizam a inspeção visual das peças que saem do forno para a embalagem. Eles retiram as peças de uma pilha, colocam-nas contra uma luminária para verificar se há desconformidades. As peças aprovadas formam uma nova pilha, que é empacotada em papel e colocadas em um carrinho para serem levadas ao estoque final. Um pedaço de barbante é colocado entre as peças para separá-las. Em caso de alguma peça apresentar defeito, este é sinalizado com giz e a peça é separada. Essas peças desconformes podem ser recuperadas em outro setor ou serem sucateadas. Embora esse retrabalho não seja muito freqüente, é importante ressaltar o procedimento, afinal, isso pode causar atrasos na programação da produção.

Área de Armazenagem / Expedição

Os pacotes contendo as peças de vidro são armazenados em *pallets* ou caixas de papelão com o timbre da Diamante. Peças que se destinam a empresas moveleiras são colocadas em *pallets* e, enquanto peças de linha branca utilizam caixas de papelão. Ambos ficam dispostos em uma área delimitada. Quando se quer retirar alguma caixa ou *pallet*, uma empilhadeira retira as da frente, “abrindo caminho” até o *pallet* ou caixa requisitada.

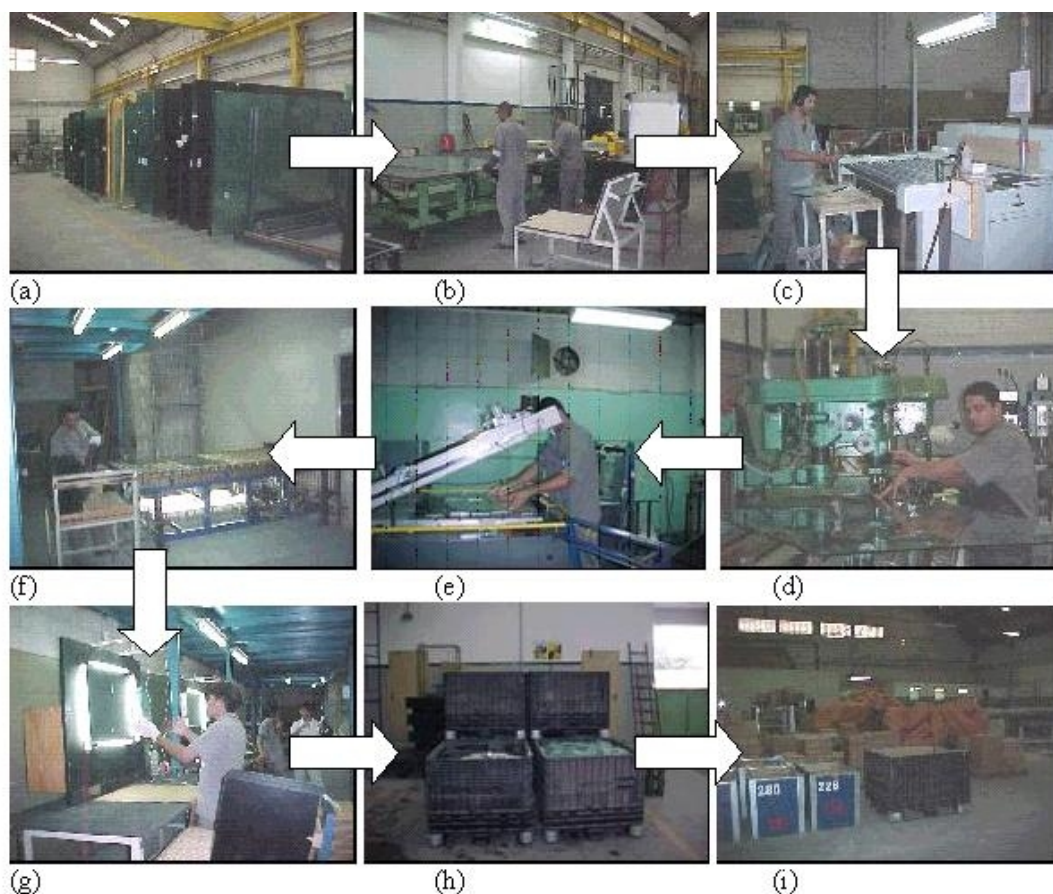


Figura 1.9 – Principais etapas do processo de produção a) Estoque de matéria-prima (vidro); b) Corte; c) Lapidação Bilateral; d) Furação; e) Serigrafia; f) Forno; g) Inspeção e Embalagem; h) Descarte/Sucata; i) Armazenagem de produtos acabados

1.4. Sistema de Planejamento e Controle da Produção

1.4.1. Planejamento da capacidade

É importante analisar essa questão no nível estratégico e tático.

- No nível tático, por não se tratar de um sistema MTS, a empresa não utiliza sistemas de previsão de demanda para Planejamento da Produção.
- No nível estratégico, que trata da compra de equipamentos, temos que a expansão da capacidade se dá pela aquisição de equipamentos, principalmente o forno, conforme avaliação das necessidades e

conveniências por parte da diretoria da empresa (determinada de forma empírica).

A Diamante utiliza como setor restritivo de produção o setor de têmpera, limitando as vendas de acordo com a capacidade do forno. Porém, dado a variação das vendas de mês em mês, o setor de serigrafia também tem se tornado um recurso gargalo, causando atrasos nas entregas dos pedidos.

1.4.2. Gerenciamento de pedidos

Os pedidos de compra para o mês subsequente chegam por e-mail ou fax no final de cada mês. Nesse pedido contêm a quantidade de peças de cada tipo de produto do cliente, para a entrega em um determinado dia do mês. Embora esses pedidos contenham um prazo para entrega, devido a flexibilidade exigida pelo mercado, essas datas são muitas vezes alteradas no decorrer do mês. Seu maior cliente, a BSContinental altera a quantidade e / ou a data de entrega do pedido de acordo com sua conveniência, não sendo imposto nenhum prazo máximo para alteração dos pedidos. Outras empresas de produtos de linha branca e móveis (MTO) confirmam o pedido com uma semana de antecedência, mantendo fixas as quantidades e as datas de entregas para a semana seguinte.

Itens novos incorporados na linha MTO passam antes pelo processo de desenvolvimento da peça, que prevê a fabricação de um lote com cerca de 10 peças, verificando se a dificuldade de produção do item e se aprovados incorporam a linha “seriada”.

Quanto aos itens ETO, no momento em que o cliente faz o pedido e passa as especificações do item, o vendedor, através de sua experiência e conhecimento técnico confirma a manufaturabilidade do item e caso o pedido seja aceito, o prazo máximo de entrega do pedido é de 7 dias, a partir da data do pedido do cliente.

A entrega dos produtos é feita com caminhão da empresa (CIF) apenas para empresas de linha branca. Empresas de móveis, caixilhos e ETO retiram seus produtos na empresa (FOB).

1.4.3. Turnos de Trabalho

Os funcionários podem trabalhar em basicamente um dos três turnos: das 6:00 às 14:00, das 14:00 às 22:00 e das 22:00 às 6:00 (chamaremos de Turno 1, Turno 2 e Turno 3, respectivamente). Existe um funcionário do setor de serigrafia que trabalha das 7:30 às 17:30 (denominaremos Turno 4), assim como os funcionários que trabalham especificamente com peças da linha ETO, os supervisores e os funcionários do setor administrativo.

Essa configuração é válida para os dias úteis (de segunda a sexta-feira), sendo que normalmente aos sábados operam somente os Turnos 1 e 2, com o Turno 3 funcionando de 15 em 15 dias.

O Turno 1 tem seu horário de almoço das 11:00 às 12:00, porém, setores que vem se caracterizando como gargalos (serigrafia e forno) são substituídos por funcionários do Turno 4, que almoçam das 12:00 às 13:00. A única exceção é o setor de expedição, onde o primeiro funcionário almoça no primeiro horário e outro no segundo.

Uma questão importante é que, segundo o plano que a empresa fez com a empresa fornecedora de energia elétrica, das 18:00 às 20:00 a empresa se encontra no horário de pico, cuja tarifa é muito maior em relação ao horário normal. Conseqüentemente, o setor de forno, que tem o maior consumo de energia não tempera peças MTO nesse horário. Peças de ETO consomem menos energia, uma

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

vez que a pressão de têmpera utilizada é menor, e assim são temperadas nesse horário.

O Turno 2 tem seu horário de janta às 18:00. Como o forno está parado nesse horário para itens MTO, os funcionários do forno e da expedição são realocados para realizar atividades de retrabalho, ou auxiliar nos setores de lapidação bilateral ou de serigrafia, de acordo com a necessidade.

O Turno 3 para para refeição em dois horários, às 2:00 ou às 3:00. Os funcionários dos setores de corte, lapidação bilateral, furação e serigrafia jantam no primeiro horário, e um dos operadores da lapidação janta no segundo, auxiliando o forno nesse horário, uma vez que um dos operadores de forno e um dos funcionários da expedição também janta no primeiro horário. No segundo horário jantam os demais funcionários, ocorrendo um revezamento para que setores de forno e expedição não fiquem parados.

Conforme dito anteriormente, no Turno 4 existe um funcionário na serigrafia e funcionários da linha ETO. Este funcionário da serigrafia   responsável pela preparação de tintas e quando o setor torna-se um gargalo, controla e alimenta a segunda máquina de serigrafia juntamente com uma pessoa de um outro setor não gargalo, geralmente com um funcionário de ETO. Esses funcionários são os que controlam a furadeira e as lapidadoras para ETO, uma vez que os processos de corte e têmpera são realizados nos setores comuns para MTO e ETO. Como os pedidos dessa linha são muito variáveis no tempo e o prazo de entrega geralmente é mais longo, é possível deslocar esses funcionários para outros setores da fábrica.

A figura a seguir ilustra a disponibilidade de cada setor dentro de um dia útil. Note que nos gargalos, a produção não é interrompida nos horários de refeições. Apenas os setores de forno, e conseqüentemente de expedição e embalagem são paralisados durante o horário de pico.

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

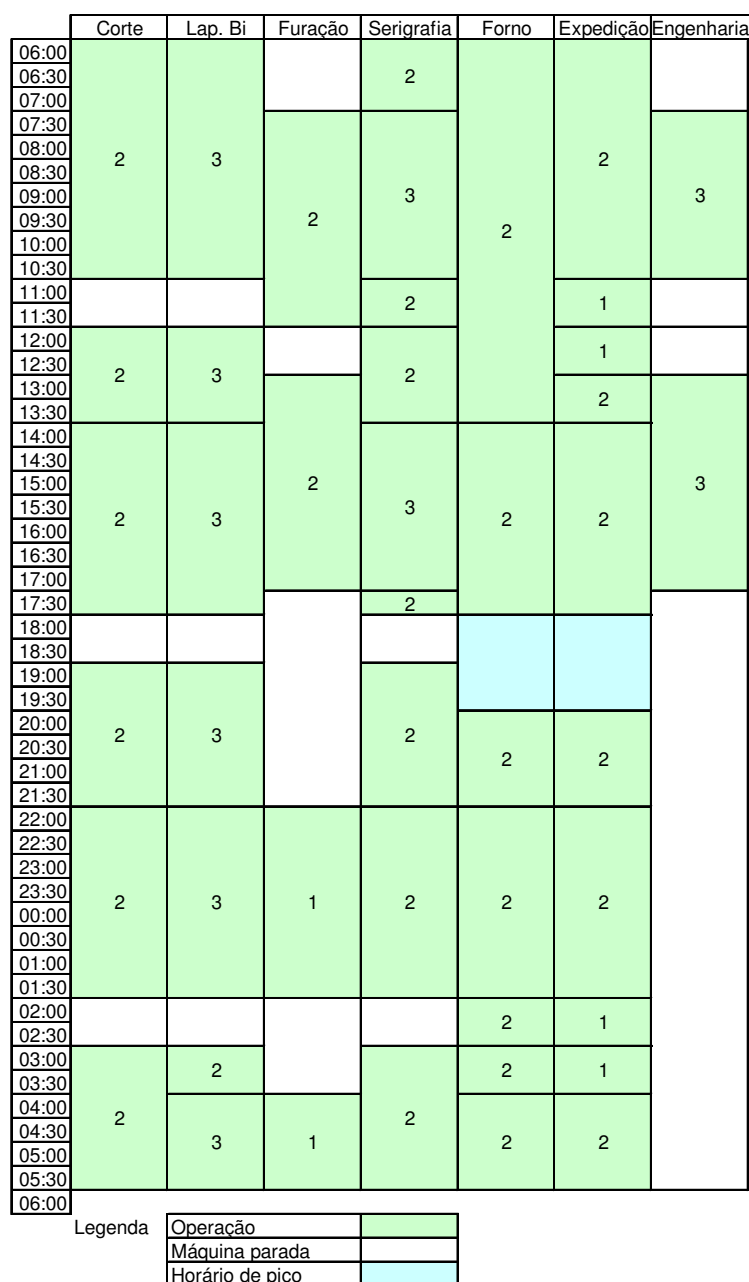


Figura 1.10 – Alocação de funcionários nos setores

Quando há necessidade de horas extras, podem ser feitas de duas formas. A primeira é mantendo um funcionário de um determinado setor em um outro turno, aumentando a disponibilidade de mão de obra do setor e consequentemente a capacidade produtiva do setor. Outro modo é trazer o turno 3 para trabalhar todos os sábados do mês ou trazendo colaboradores para trabalhar aos domingos.

1.4.4. Administração de materiais

O principal insumo da empresa é a lâmina de vidro plano. Têm-se como fornecedores de vidro plano as empresas CEBRACE Cristal Plano Ltda e a Guardian do Brasil, respondendo a uma participação de 70% e 30%, respectivamente, dos vidros utilizados pela empresa.

Outro insumo utilizado é a tinta da serigrafia. 90% da tinta utilizada é comprada pela Ferro Enamel do Brasil ind. E com. Ltda e 10% da Cerdec Ceramics do Brasil Ltda. Assim como o vidro existem poucos fornecedores de tinta para vidro e por isso deve-se sujeitar aos aumentos de preço dos fornecedores, sendo um dos pontos fracos que a empresa encontra no mercado.

A empresa também consome papel da MTM Distribuidora de Papéis para embalar o vidro após a inspeção final.

A administração do estoque de vidro é feita pelo gerente industrial, que pede o vidro conforme os pedidos dos clientes e o número de chapas no estoque. As tintas são controladas pelos operadores do setor de serigrafia, que informam o departamento de compras quando determinada tinta está terminando. Muitas vezes o fornecedor não tem a tinta especificada em estoque e essa falta de material gera atrasos no atendimento dos pedidos dos clientes. A administração de materiais para embalagem é feita pelo supervisor responsável pelo setor de expedição, que faz requisição de material à medida que o material está acabando. Os materiais desse setor não são tão críticos, pois um determinado tamanho de papel pode ser substituído por outro, sem maiores problemas.

O vidro é comprado por telefone ou através da Internet. Deve-se definir a espessura e a cor do vidro, bem como o tamanho da lâmina e o número de colar

(pilha de vidro) de cada item. Devem ser comprados múltiplos de seis colares por pedido. O tamanho da chapa é padronizado em 2200mm x 3210 mm e a quantidade de lâminas por colar varia conforme a espessura do vidro adquirido. Para colares de espessura de 3,0mm, têm-se 41 lâminas; para 3,3mm, 38; e para 4,0 mm, 25.

Os fornecedores de vidro da empresa estão localizados em duas fábricas. Uma em Caçapava e a outra em Jacareí, a respectivamente 130km e 100km da empresa. A Diamante utiliza caminhão próprio para retirar o vidro (compra FOB).

A tinta da serigrafia e o papel funcionam de forma semelhante. O pedido é feito e confirmado por telefone e fax, respectivamente, e pode demorar de 1 a 15 dias, dependendo do estoque do fornecedor. A entrega é feita pelo próprio fornecedor (CIF).

1.4.5. Plano Mensal de Produção

Não há nenhum plano mensal de produção na empresa. Existe uma planilha (vide item 1.4.8. Sistema de informação) que indica a carteira de pedidos dos clientes, mas devido a quantidade de dados envolvidos, esses dados não são satisfatoriamente utilizados para fazer algum planejamento mensal de produção.

1.4.6. Programação e controle da produção

A Programação da produção é feita pelo encarregado de produção, que recebe uma planilha com os pedidos dos clientes e determina o que cada setor deve produzir ao longo do dia. A partir da experiência adquirida com o trabalho, é capaz de distribuir tarefas e alocar pessoas para cada setor produtivo, determinando a produção. Sua função de encarregado faz com que tenha também como atribuição controlar o andamento da execução dos trabalhos e a ociosidade dos funcionários do “chão de fábrica”, muitas vezes alocando-os em diferentes setores. Por ser

determinada de forma manual, acredita-se que um modelo computacional poderia aumentar a confiabilidade dos programas. A utilização do programa não eliminará a função do supervisor, que terá importância fundamental controlando a produção de forma que o modelo continue válido. No capítulo 3 serão feitas uma análise crítica do sistema atual e propostas de melhorias.

1.4.7. Expedição

Por se tratar de um sistema MTO, os estoques surgem em função do excesso de peças produzidas, dada uma expectativa superestimada de perda de um determinado item na produção. Através de um pedido do cliente, considerando-se uma estimativa de perda de material, é determinado o tamanho da ordem de produção. Caso o número de peças perdidas seja menor que o esperado, temos a formação de estoque, que aguarda um novo pedido para ser expedido. Caso contrário, se o número de peças for menor que o esperado, a empresa fica em débito com o cliente, até a produção dos itens restantes.

A má organização da armazenagem de produtos acabados dificulta a identificação de peças. Além desse problema, existe a necessidade da criação de um sistema que auxilie o controle desse estoque, ajudando o PCP fazer a programação da produção, que muitas vezes não considera a existência de peças prontas na expedição/estoque para determinar o tamanho das ordens de produção (OP).

1.4.8. Sistema de informação

Quanto aos recursos de *hardware*, a empresa dispõe de 4 computadores. Esses equipamentos são insuficientes para as necessidades atuais. Além disso, estuda-se a possibilidade de interligação dos micros, para compartilhamento de informações e recursos.

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

Quanto aos *softwares* ligados ao PCP, são utilizadas planilhas para fazer o controle dos pedidos. Existem 5 planilhas, 3 para dados de entrada e 2 de saída, que são entregues ao PCP.

Para as planilhas de entrada de dados, temos que a primeira planilha refere-se aos pedidos dos clientes, atualizada diariamente pelo setor de vendas. A segunda planilha trata do faturamento, ou seja, os pedidos dos clientes que foram faturados. Essa planilha é feita pelo funcionário que emite notas fiscais. A terceira planilha contém as Ordens de Produção (OP), e é feita pelo responsável pelo PCP.

Quanto as outras 2 planilhas de controle da produção, a primeira apresenta dois dados para cada item de cada cliente: os pedidos para cada dia do mês e a condição desses pedidos, ou seja, se o pedido está atrasado ou não. A segunda é uma planilha de estoques. Essa planilha também possui duas linhas, a linha referente aos pedidos dos clientes, e uma que é a somatória de OPs do mês subtraindo os pedidos acumulados até o dia determinado.

No uso dessa planilha de estoques encontramos diversos problemas. Essa planilha confronta a quantidade que deveria produzir com a que já mandou produzir (OP). Porém, não informa o *status* da OP e não considera as perdas do processo. Assim, essa planilha não é utilizada por falta de confiabilidade dos dados. Além disso, saber a quantidade de peças para pronta entrega pode ser útil na negociação de prazos com os clientes. Outro obstáculo é justamente determinar essa quantidade de peças prontas que entram no setor de expedição. Dados da produção do dia anterior (fechado às 6:00) só é levantada às 14:00 do mesmo dia, uma vez que o encarregado por essa função também é responsável pela expedição de produtos, que é sua prioridade. Por fim, um outro problema é a apresentação da planilha, que se dá de forma confusa e, segundo o próprio responsável pelo PCP, alguns dados não são relevantes e outros não são utilizados.

1.5. Formulação do Problema

Assim como a maioria das empresas capitalistas, o principal objetivo da Diamante Tempera de Vidros é maximizar os lucros. O PCP deve contribuir através da redução dos custos, com a melhor utilização da capacidade produtiva. A fábrica possui atualmente uma produção de 300 toneladas por mês e produz cerca de 30 tipos de produtos por mês, na chamada linha “seriada”. Foi realizado, no segundo semestre de 2002, um estudo sobre os gargalos da fábrica e a atual situação da empresa é a de limitação da capacidade produtiva principalmente no setor produtivo forno. Um sistema de informação auxiliaria o setor de vendas no gerenciamento de novos pedidos, principalmente na negociação de quantidade e prazos de entrega do pedido, pois não é raro a produção ter que trabalhar em horas extras para conseguir atender os pedidos, gerando custos adicionais. Os clientes atuais querem aumentar a quantidade de seus pedidos e existem empresas de linha branca que querem tornar-se cliente da Diamante, mas como não há capacidade do gargalo forno para a produção, os pedidos são recusados. Para solucionar esse problema, a empresa está adquirindo um novo forno, que deve dobrar a capacidade do gargalo para 600 toneladas por mês.

Outro modo de aumentar a lucratividade é através da diminuição dos estoques na fábrica. Para aumentar o giro dos estoques, deve se primeiramente melhorar o controle da produção deficiente e a falta de comunicação entre o setor de produção e de vendas. Existe uma grande necessidade dessa integração vendas-produção-compras dentro da empresa, uma vez que a divisão em setores/departamentos fez com que diminuísse o contato entre as áreas e com isso aumentou o número de atrasos para os clientes, seja por erros na programação, falta de material, etc.

A proposta de trabalho é criar um sistema de apoio à decisão que gere um plano mestre de produção (MPS) com unidade de um dia, ou turno. Assim, dado uma carteira de pedidos, o programa determina quais pedidos devem ser produzidos em

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

cada dia. Porém, o MPS ainda é um sistema de Programação infinita, por isso, o programa deverá ter uma lógica que verifique a disponibilidade da fábrica.

Tendo como objetivo principal a satisfação de seus clientes, sendo um dos itens da Política da Qualidade, que valoriza principalmente os clientes e colaboradores do sistema, um dos indicadores utilizados é a pontualidade de entrega de pedidos. Como atualmente a programação da produção é feita de forma manual pela produção, acredita-se que um procedimento formal pode fazer com que o seqüenciamento das ordens de produção seja melhor executado, melhorando o uso dos recursos e cumprimento dos prazos.

1.6. Objetivo

O objetivo desse trabalho é melhorar o gerenciamento dos pedidos, criando um sistema de apoio a decisões de programação e controle da produção que integre as áreas de vendas-produção-compras, que contribua para diminuir os atrasos, bem como diminuir os estoques, aumentando seu giro, e preparar a empresa para um provável aumento no portfólio de produtos, na medida em que a empresa cresça e aumente seu volume de produção.

Basicamente, podemos dividir o problema em 2 tipos: problemas ligados ao PCP e problemas ligados a produção.

1.6.1. Sub-Problemas associados ao PCP

O primeiro tipo de sub-problema está ligado a gestão dos procedimentos de PCP, que determinam o que produzir, quando produzir e onde produzir. O *status quo* do PCP não permite uma “visão” do futuro, prevendo a utilização dos equipamentos,

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

uma vez que recebe a carteira de pedidos dos clientes, sujeita a variações, ao invés de uma estimativa do uso dos recursos.

Atualmente o PCP também não está diretamente relacionado a tarefa de compras de materiais. A empresa tem históricos de atrasos na entrega de pedidos devido a falta de materiais, principalmente de tintas na serigrafia. Torna-se, então, necessário um mecanismo que determine a quantidade e o momento da compra dos principais insumos.

Além disso, devemos buscar um método de “fotografar” a situação das atividades e dos recursos em um determinado momento, para servir de entrada de dados, alimentando e realimentando o sistema modelado. Para isso, é necessário criar um sistema que permita a rastreabilidade das ordens de produção, informando quando uma determinada ordem de produção está encerrada ou pelo menos quando ela já passou por um setor.

1.6.2. Sub-Problemas associados à gerência da produção

O segundo tipo de sub-problema está ligado a produção, relacionado com os departamentos de qualidade e produção.

Um problema está ligado ao longo “*lead time*” (tempo de produção), uma vez que o nível dos estoques intermediários é muito alto. Isso determina uma menor velocidade de resposta em caso de mudanças nos pedidos.

Temos também o problema da área de armazenagem, que está muito desorganizada. Além de dificuldades em identificar os produtos e separá-los para a expedição, não se tem controle sobre o material que entra e sai dessa área. Essa informação é importante, principalmente para determinar a quantidade a produzir, uma vez que trata-se de produtos MTO.

Para tornar o modelo exeqüível, temos ainda que minimizar as paradas de produção, principalmente nos setores críticos. Deve-se minimizar tanto as paradas críticas, como quebras de máquinas como as crônicas, de redução da velocidade das máquinas ou diminuição da eficiência dos funcionários, por exemplo.

Por fim, temos que fazer um estudo da produção, levantando dados que possibilitem a rastreabilidade dos focos de problemas que geram desconformidades nas peças, buscando reduzir as perdas de processo.

1.6.3. Outros Problemas

Temos também que resolver outros problemas, que embora tenham um grande impacto no foco principal do trabalho, não estão tão intrinsecamente relacionados como os sub-problemas.

Podemos citar como obstáculo a falta de microcomputadores. Embora a empresa possua 4 equipamentos, estes não estão interligados, o que reduz a velocidade do fluxo de informações. Além disso, é necessário adquirir outros equipamentos para tornar viável o projeto, principalmente devido a necessidade de alimentação dos dados no sistema por parte de diversos setores, como o setor de vendas, de compras, de PCP e do chão de fábrica.

Um segundo obstáculo é a organização física do estoque e da expedição. Embora o aspecto de organização dos dados tenha sido tratada como um sub-problema, iremos relevar a questão da organização e identificação dos *pallets* e caixas da expedição como um outro problema.

Temos também a questão do *software* otimizador de chapas de vidro. Existe um *trade-off* nessa questão, pois a empresa possui um programa que minimiza as

Capítulo 1 – Apresentação do Problema

perdas do corte de uma chapa. Porém, muitas vezes são liberadas ordens de produção de itens que não possui pedidos apenas para minimizar a perda do corte. Isso gera atrasos em ordens que possuem pedidos.

Por fim, temos a questão da melhoria dos processos. Sabe-se que embora iremos assumir os processos como consolidados, estão em um processo de melhoria contínua e por isso devemos estar sempre atualizando dados do modelo, bem como utilizando dados do modelo (principalmente os dados da produção) para buscar novos focos de análises em busca de melhorias.

1.7. Justificativa

Para uma empresa funcionar com alta performance, a produção precisa estar em estreita harmonia com as diversas áreas, como a de vendas, finanças, engenharia, produção, manutenção, compras e logística. Busca-se, então, uma maior convergência dos interesses das diferentes áreas da empresa, disponibilizando informações confiáveis e viabilizando o comprometimento de todos com os resultados.

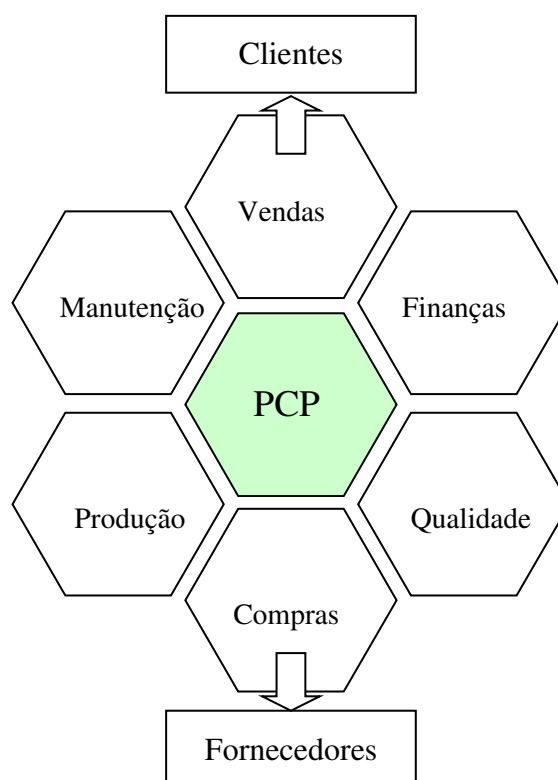


Figura 1.11 – Diagrama de relacionamento do PCP com outras áreas da empresa.

Fonte: Modificado de www.preactor.com.br. Acesso em 10/abr./2003

Com o Sistema de informação, a equipe de vendas acompanha melhor o andamento dos pedidos, o pessoal de suprimentos sabe o momento certo de comprar,

as manutenções são melhor planejadas e a gerência de produção antecipa as providências necessárias ao bom andamento das operações.

Assim, improvisações e incertezas são minimizadas e a empresa passa a operar com grande sinergia em busca de melhor desempenho global.

1.8. O Trabalho

Neste primeiro capítulo foi feita a exposição do problema, através da apresentação da empresa, os produtos e processos, e o sistema atual de PCP. A partir da formulação do problema, definiram-se os objetivos do Trabalho de Formatura.

O próximo capítulo contém uma revisão bibliográfica dos conceitos necessários para a realização deste Trabalho de Formatura. Esse capítulo descreve o funcionamento dos principais modelos de gestão de produção.

O terceiro capítulo faz a apresentação do modelo, relatando as mudanças efetuadas e a modelagem do sistema, bem como as principais considerações feitas.

O capítulo quatro retrata a arquitetura do sistema computacional, mostrando o relacionamento entre telas e as funções criadas para a criação do sistema de apoio à decisão de PCP.

No quinto capítulo encontra-se uma descrição da parte experimental, apresentando dados coletados e algumas considerações finais para o detalhamento da operacionalização do modelo, além de uma metodologia de implantação do sistema.

Por fim, no último capítulo estão reunidas as principais conclusões do trabalho, bem como os resultados gerados para a empresa e as próximas etapas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados os conceitos básicos e fundamentais para a elaboração deste trabalho.

2.1. Administração da Produção

Slack et al. (2002) qualificam a administração da produção como importante, interessante e desafiadora. Importante porque está preocupada com a criação de produtos e serviços que todos nós dependemos. E a criação de produtos e serviços é a principal razão da existência de qualquer organização, seja a empresa grande ou pequena, de manufatura ou serviço, que visa lucro ou não. É interessante porque está no centro de muitas mudanças que afetam o mundo dos negócios, como: mudanças na preferência do consumidor, nas redes de suprimento trazidas por tecnologias baseadas em Internet, no que fazemos no trabalho e como fazemos, onde fazemos, etc. Devido a essas mudanças, também se torna desafiadora, uma vez que os gerentes de produção precisam encontrar soluções para os desafios tecnológicos e ambientais, para as pressões por responsabilidade social, para a crescente globalização dos mercados e para a dificuldade de definição de áreas da gestão do conhecimento.

A partir do conceito de administração de produção, Corrêa; Giansi (1994) define Sistema de Administração de Produção (SAP) como “um sistema de informação para apoio à tomada de decisões, táticas e operacionais, referentes às questões básicas de o que produzir e comprar; quanto produzir e comprar; quando produzir e comprar; com que recursos produzir para que sejam atingidos os objetivos estratégicos da organização”. Os “SAP provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização de mão de obra e dos equipamentos, a coordenação das atividades internas com as atividades dos fornecedores e distribuidores e a comunicação / interface com os clientes no que se refere a suas necessidades operacionais. Os SAP têm a função de suportar os

administradores para que possam executar sua função de forma adequada” (VOLLMANN *et al*, 1992).

A escolha de um SAP adequado é fundamental para o sucesso competitivo de uma organização. Isto porque isso afeta o desempenho do sistema de produção, nas seis dimensões da qualidade (custos, qualidade, velocidade de entrega, confiabilidade de entrega e flexibilidade). Um SAP também contribui para a quebra das barreiras organizacionais e para a gestão da rede de suprimentos, obtendo excelência nos critérios que o cliente final valoriza, sem dispersão de esforços.

Serão detalhados a seguir três diferentes tipos de SAP: MRP, JIT e OPT.

2.2. MRP

Para ser lucrativa, uma empresa deve organizar os processos, equipamentos, materiais, mão-de-obra e fabricar produtos certos no tempo certo com o mais alto nível de qualidade e fazê-lo tão economicamente quanto possível. Para isso, torna-se essencial um bom planejamento e controle de produção (PCP). Um sistema de PCP deve responder a quatro questões: o que produzir; o que é necessário para produzir; o que a empresa possui; o que a empresa precisa. Temos, portanto questões de prioridade e capacidade (ARNOLD, 1999). Prioridade está ligada ao mercado, definindo quais produtos, quantos e quando eles são necessários e capacidade depende dos recursos da empresa (máquinas, recursos humanos e financeiros, disponibilidade de materiais nos fornecedores, etc). A longo e curto prazo, prioridade e capacidade devem estar em equilíbrio.

Em um sistema de planejamento e controle da produção, temos diversos níveis de acordo com o período de tempo e nível de detalhamento, como mostra a figura 2.1.

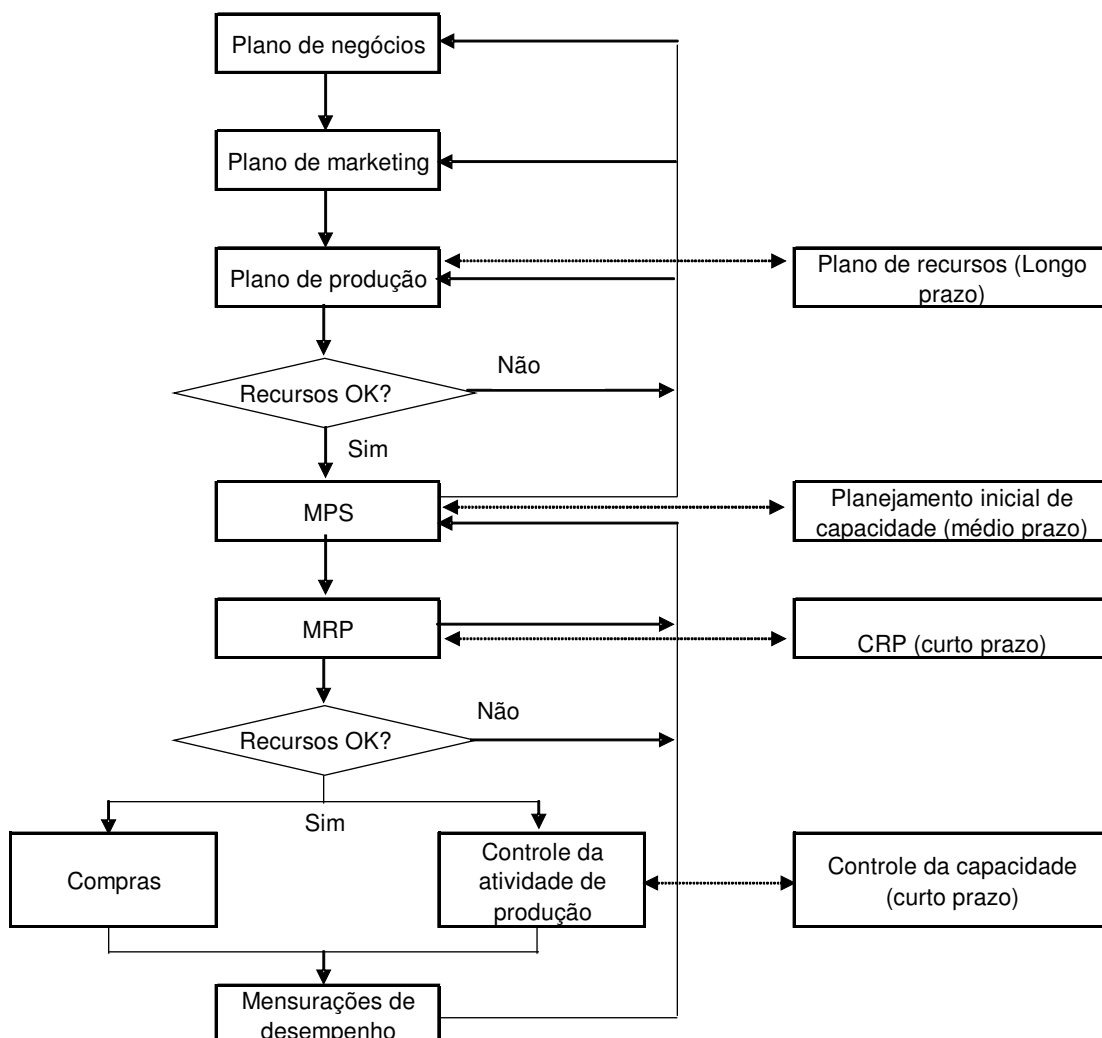


Figura 2.1- Níveis de Planejamento (modificado de Arnold, 1999).

Dado um plano de negócio, é determinado um plano de marketing, que com base nos recursos disponíveis é elaborado um plano de produção. Esse plano de produção integra as competências e as capacidades da fábrica com os planos de marketing e financeiros para atingir os objetivos gerais de negócio da empresa. Tem-se três estratégias básicas que podem ser utilizadas no desenvolvimento do plano de produção:

1. Estratégia de acompanhamento - Produção acompanha a demanda;

Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica

2. Nivelamento de produção - Produz-se continuamente para igualar a média da demanda;
3. Subcontratação - Produzir o mínimo da demanda e atender demanda adicional via subcontratação.

O plano de produção pode ser *make to stock* (MTS) ou produzir para estoque, *make to order* (MTO) ou produzir contra pedido; *Assembler to order* (ATO) (Itens que podem ser fabricados por meio de combinações de componentes básicos ou de subconjuntos); e *engineering to order* (ETO) ou produção sob-encomenda.(vide Lista de abreviaturas e siglas)

Uma vez estabelecido o plano de produção, faz-se um planejamento de necessidade de recursos, determinando se há necessidade de adquirir outros recursos para a produção.

Em seguida, elabora-se o programa mestre de produção (MPS), que liga a área de vendas e a de produção, determinando os itens finais a produzir por data e quantidade. O MPS orienta a próxima etapa, que é a determinação das necessidades de materiais (MRP). O MRP gera como saída o que encomendar, quanto encomendar, quando encomendar e para quando agendar a entrega, dados o MPS, a lista de materiais (*Bill of material*), árvore de produto, etc.

Na etapa de planejamento da capacidade, temos basicamente três pontos a considerar:

1. Determinação da capacidade disponível em cada centro de trabalho para cada período;
 2. Determinação da carga (horas de trabalho exigidas) em cada centro de trabalho para cada período;
-

3. Calculam a diferença entre a capacidade disponível e a exigida, buscando dentro de um calendário comercial pré-determinado ajustar a capacidade disponível a carga.

A última etapa, a de controle das atividades de produção é responsável pelos controles de insumos e resultados e pelo sequenciamento das operações. A atividade de controle de resultados busca minimizar o impacto das três incertezas de flexibilidade de um sistema produtivo (CORRÊA; GIANESI, 1994): incertezas do processo (quebras de máquinas); variabilidade das saídas (demanda variável em termos de volumes, datas ou amplitude da linha de produtos); e falta de coordenação (falta de coordenação entre setores internos à empresa e entre a empresa e seus parceiros).

Um *Manufacturing Execution System* (MES) é um sistema de “chão de fábrica” orientado para a melhoria de desempenho que complementa e aperfeiçoa os sistemas integrados de gestão (planejamento e controle da produção). Um MES coleta e acumula informações do realizado no “chão de fábrica” e as realimenta para o sistema de planejamento. O MES cumpre dois papéis. Um é o de controlar a produção, considerando o que efetivamente foi produzido e como foi produzido, permitindo o disparo de ações corretivas e o outro é de liberar essas ordens de produção, tendo a preocupação de detalhar a decisão de programação da produção definida pelo MRP.

Essa programação pode ser feita para trás, usada para determinar quando um pedido deve ser iniciado; ou para frente, utilizada no cálculo do tempo necessário para finalizar uma tarefa, usada para prometer datas para clientes ou para descobrir se um pedido em atraso pode ser colocado em dia. Em uma produção intermitente, utiliza-se as estações de trabalho sobrecarregadas, denominadas gargalos (Um

gargalo é aquele recurso cuja capacidade é igual ou menor do que a demanda colocada nele. E o não gargalo é qualquer recurso cuja capacidade é maior do que a demanda colocada nele. Não se deve equilibrar a capacidade com a demanda. Em vez disso, precisa-se equilibrar o fluxo do produto através da fábrica com a demanda do mercado. (GOLDRATT,1994)) para a programação, uma vez que são esses recursos que controlam a saída dos produtos por eles processados.

Arnold (1999) lista algumas das regras para seqüenciamento:

- Quem chega primeiro é atendido primeiro (PEPS) – Os trabalhos são realizados à medida que são recebidos (fifo);
- Primeiro prazo de entrega (MDE) – Trabalhos são realizados de acordo com seus prazos de entrega (confiabilidade);
- Primeiro prazo de finalização do trabalho (MTP) – Trabalhos realizados de acordo com seu prazo de finalização, considerando os prazos de entrega e o tempo de operação (rapidez).

Segundo Tubino (2000), temos outras 4 regras:

- Índice de prioridade (IPI) – Os lotes são processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto;
 - Índice crítico (ICR) - Os lotes são processados de acordo com o menor valor de: $(\text{data de entrega} - \text{data atual}) / \text{tempo de processamento}$;
 - Índice de folga (IFO) - Os lotes são processados de acordo com o menor valor de: $(\text{data de entrega} - \sum \text{tempo de processamento restante}) / \text{número de operações restantes}$;
 - Índice de falta (IFA) – Os lotes são processados de acordo com o menor valor de: $\text{quantidade em estoque} / \text{taxa de demanda}$.
-

Uma vez seqüenciada, as ordens são liberadas e inicia-se a atividade de controle da produção. As principais atividades do controle são:

- Coleta e registro de dados sobre o estágio das atividades programadas;
- Comparação entre o programado e o executado;
- Identificação dos desvios;
- Busca de ações corretivas;
- Emissão de novas diretrizes com base nas ações corretivas;
- Fornecimento de informações produtivas aos demais setores da empresa (Finanças, Engenharia, Marketing, Recursos Humanos, etc);
- Preparação de relatórios de análise de desempenho do sistema produtivo.

2.3. JIT

A filosofia da produção JIT é baseada na eliminação de todo desperdício (*mottainai*) e a melhoria contínua da produtividade. Entende-se por desperdício qualquer coisa além do mínimo necessário de equipamentos, peças, espaço, material e tempo de trabalho para acrescentar valor ao produto. As sete grandes perdas de Ohno são relacionadas ao projeto do sistema de produção (processo com tamanho e ferramentas inadequadas; procedimento incorreto dos operadores; movimentação e armazenagem; processamento de materiais defeituosos) e operação e a administração do sistema (tempo de espera; superprodução; estoque). Assim, temos alguns dos pilares do JIT:

- Envolvimento dos funcionários;
 - Arranjo físico do local de trabalho;
 - Controle da qualidade total (TQM);
 - Manutenção produtiva total (TPM);
 - Redução do tempo de preparação (SMED);
-

- Relações com fornecedores;
- Redução de estoques.

Podemos fazer uma analogia a um supermercado, onde consumidores pegam o que precisam, no momento em que precisam e na quantidade necessária. O objetivo é fazer com que cada estação de trabalho receba os materiais requisitados no momento exato, ou “*just in time*”. Caso ocorra uma falha e o material não esteja no lugar certo na hora certa, todo o sistema pode se comprometer. Para evitar isso, Ohno desenvolveu os conceitos de “automação”, que são máquinas automáticas com dispositivos que detectam problemas automaticamente e os corrige; e “*poka-yoke*”, que são dispositivos que tornam o trabalho a prova de falhas.

O JIT também usa um sistema de informação com cartões denominados “*Kanban*”. Trata-se de um sistema puxado a medida em que uma peça é retirada do estoque, liberando o cartão kanban de produção na estação de trabalho da peça retirada.

Uma frase do TQM é “fazer certo da primeira vez”. Essencialmente, o TQM baseia-se no controle do processo; em tornar a qualidade tangível; em cobrar qualidade em todos os níveis e setores do sistema; em dar autonomia para operadores para parar a linha de produção para corrigir problemas; e em montar grupos de trabalho, para melhoria contínua.

2.4. Técnicas de Simulação

Segundo Harrington (2000), as técnicas de simulação auxiliam as organizações a prever, comparar e otimizar a performance de um processo sem o custo e o risco de desmanchar uma operação existente ou construir um novo processo. As iterações de pessoas com processos e tecnologia resultam em um grande número de cenários e saídas que não são possíveis de compreender e avaliar

sem a ajuda de um modelo de simulação computadorizado. A capacidade de visualizar como um processo pode se comportar, medir essa performance e de tentar situações hipotéticas no modelo computacional faz da simulação uma técnica importante para a tomada de decisões.

As técnicas de simulação fazem tentativas não específicas de isolar relações entre quaisquer variáveis determinadas. Em seu lugar, ele observa o modo com que todas as variáveis do modelo variam com o tempo. Relações entre as variáveis devem ser derivadas dessas observações. Assim, simulação é essencialmente uma técnica para resolver problemas experimentalmente. Muitas simulações têm sido feitas para melhor entender as relações envolvidas em um sistema, então o uso da simulação em um estudo precisa ser planejado com uma série de experimentos.

Um dos sistemas de simulação criados para a administração da produção é o OPT. Baseado na TOC (*Theory of constraints*), o sistema OPT assume como objetivo das empresas como ganhar dinheiro. Para isso, deve-se procurar aumentar o fluxo de materiais (*throughput*), reduzindo os estoques (*inventory*) e as despesas operacionais (*operating expenses*). Os princípios do OPT podem ser resumidos por (CORRÊA; GIANESI, 1994):

- “1. Balanceie o fluxo, não a capacidade;
 2. A utilização de um recurso não gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema;
 3. Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos;
 4. Uma hora ganha num recurso-gargalo é uma hora ganha para o sistema global;
 5. Uma hora ganha num recurso não-gargalo não é nada, só uma miragem;
 6. O lote de transferência pode não ser e, freqüentemente, não deveria ser igual ao lote de processamento;
 7. O lote de processamento deve ser variável e não fixo;
-

8. Os gargalos não só determinam o fluxo do sistema, mas também definem seus estoques;
9. A programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultaneamente e não sequencialmente. Os *lead-times* são resultados da programação e não podem ser assumidos a priori;
10. A soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo global”.

Assim, respeitando esses princípios, o OPT é um *software* simulador de fábrica que se baseia nos recursos gargalos para restringir a capacidade e tornar-se um *software* de programação finita.

É muito difícil implementar esses conceitos dentro de um sistema produtivo convencional, se não dispuser do *software* OPT, devido a mudança constante dos pontos gargalos. Soluções duradouras são obtidas pela implementação da filosofia JIT/TQC, que reformula os princípios convencionais de produção. Porém, se existir uma constância dos recursos gargalos, podemos seguir o procedimento a seguir (TUBINO, 2000):

1. Identificar os recursos restritivos do sistema;
2. Programar estes gargalos de forma a obter o máximo de benefícios (lucro, atendimento de entrega, redução dos WIP, etc);
3. Programar os demais recursos em função da programação anterior;
4. Investir prioritariamente no aumento da capacidade dos gargalos restritivos do sistema;
5. Alterando-se os pontos gargalos restritivos, voltar ao passo 1.

O OPT utiliza a terminologia “tambor-pulmão-corda” para explicar sua abordagem de programação. O gargalo é o tambor, dando ritmo para o resto da fábrica. Esse ritmo determina a produção dos setores não gargalos, puxando a

produção de acordo com o gargalo (corda). Para garantir que nunca falte trabalho no setor gargalo, define-se um estoque de proteção (pulmão) na entrada desse setor.

2.5. Sistemas híbridos

“Nenhum sistema ou lógica específica é panacéia para todos os males” CORRÊA; GIANESI (1994). Como problemas diferentes demandam soluções diferentes, não há uma “melhor solução” para todos os sistemas. Sistemas híbridos são aqueles que tem mais do que uma lógica básica trabalhando de forma integrada. Vamos a seguir descrever vantagens e desvantagens de cada modelo, apresentando posteriormente soluções de modelos híbridos.

A vocação do MRP é para o planejamento de nível mais alto (prazos mais longos e grande agregação de informações) e para o planejamento de materiais. O tratamento de capacidade produtiva, por outro lado, não atende a necessidade de unidades produtivas que tenham processos mais complexos, como diferentes níveis de produtividade para diferentes combinações de máquinas/ferramentas/operadores, *split* e *overlapping* de ordens e operações, matriz de *set-up*, alocação de recursos a ordens, etc. Também tem limitações no tratamento de decisões de curtíssimo prazo e no controle.

A principal vocação dos sistemas JIT é para a gestão da fábrica, descentralizando as decisões de curtíssimo prazo e aproveitando as contribuições daquelas pessoas que efetivamente estão em contato direto com os produtos e os processos que produzem, tanto no controle do que fazem como na melhoria desses processos. Dentre as deficiências, temos que quanto às técnicas de planejamento de prazos mais longos, e a gestão de materiais o sistema é bastante simplificador, não atendendo às necessidades de algumas empresas. Além disso, a integração com os fornecedores e a presença de materiais e componentes no momento desejado não são simples de conseguir em situações reais.

Segundo Corrêa; Giansi (1994), os sistemas de programação com capacidade finita têm vocação para sistemas produtivos:

- Cujo principal recurso limitante seja a capacidade produtiva;
- Que tenham roteiros complexos e não repetitivos;
- Que tenham as chamadas matrizes de *set-up*;
- Que necessitem de *overlapping* e *split* de ordens;
- Que tenham tempos como critério competitivo importante;
- Que tenham problemas complexos de alocação de recursos.

Vamos apresentar um modelo híbrido MRP e um sistema de programação com capacidade finita. A partir do plano de materiais gerado pelo MRP, são gerados programas de produção para determinados períodos. A partir desse programa, através de algoritmos de sequenciamento de um sistema de capacidade finita, são gerados novos programas, resultados da simulação das ordens no sistema modelado. Como o MRP gerou os programas iniciais e planejou os materiais segundo esses programas, deve-se realimentar o MRP, alterando o planejamento de materiais.

Em um sistema híbrido MRP e JIT, usa-se o MRP para a estrutura de planejamento de longo e médio prazos e seria responsável pela gestão (planejamento e controle de matérias-primas e componentes). A gestão detalhada (programação de curtíssimo prazo e controle) de fábrica ficaria então por conta das ferramentas do JIT. O MRP determina um plano mestre viável quanto a capacidade e o *kanban* puxa a produção até a retirada dos materiais do estoque de componentes. Isso porque o próprio sistema MRP gera ordens de compra de componentes e matérias-primas a partir da sua lista de materiais.

3. APRESENTAÇÃO DO MODELO

3.1. Análise de alternativas de Sistemas de PCP

Chegamos no momento de decidir dentre as alternativas de sistemas de PCP qual (is) iremos adotar. Temos que escolher entre os sistema JIT, OPT e MRP, ou algum sistema híbrido entre eles.

O MRP é um sistema que foi basicamente criado para a administração de materiais. Sendo uma das necessidades do sistema a gestão mais eficaz dos materiais, é interessante que o programa tenha uma rotina de cálculo de necessidades, como o MRP. Porém, o MRP é um sistema “empurrado” e por isso não consegue limitar satisfatoriamente o nível dos estoques. Assim, é necessário utilizar um sistema puxado para considerar as restrições de capacidade e reduzir as perdas devido aos estoques, como o OPT e o JIT.

O OPT prega a focalização nas restrições críticas, reduzindo a necessidade de planejamento muito detalhado nos setores não gargalos como no MRP. Segundo o OPT, uma ordem de produção é liberada somente quando uma outra deixa o *buffer* do forno, ou seja, o recurso gargalo controla o ritmo da produção, considerando os setores anteriores e posteriores como de capacidade infinita. Podemos representar o sistema conforme o diagrama abaixo:

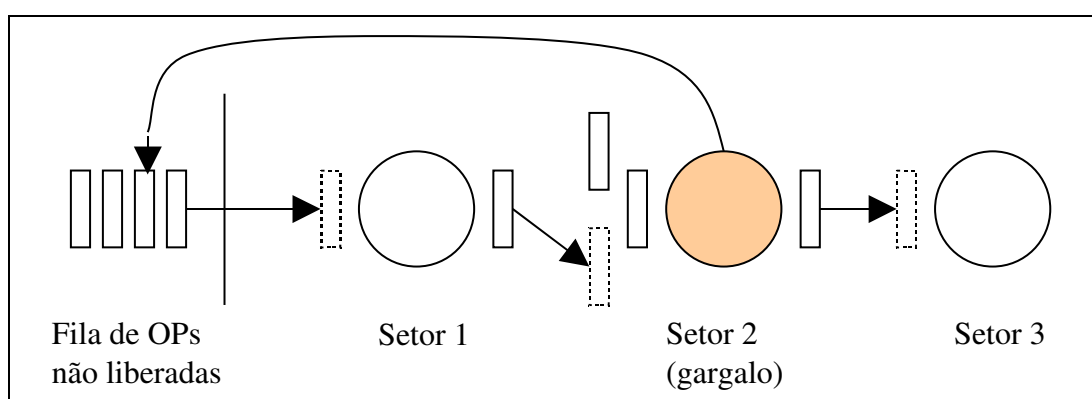
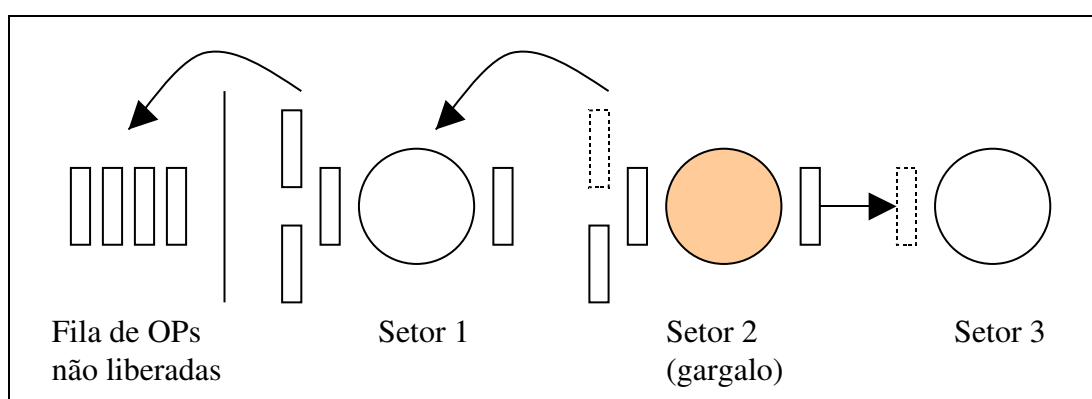


Figura 3.1 - Esquema do funcionamento do OPT.

Porém, conhecendo o processo da empresa, sabemos que temos itens que não passam por alguns setores, ou seja, possuem diferentes roteiros de produção. Além disso, sabe-se da instabilidade do funcionamento das máquinas. Para relevar essas questões, vamos criar um modelo adaptado de OPT, criando um estoque limitado de cada setor, conforme o esquema a seguir.

**Figura 3.2 - Esquema do funcionamento do *kanban* adaptado.**

Note que o modelo é semelhante ao sistema *kanban* do JIT. Porém, trata-se de um modelo adaptado para o mix variado, trabalhando no sistema de filas, onde o próximo da fila entra somente quando o anterior sai (sistema puxado).

Estamos adotando o sistema *kanban* do JIT, mas por quê não utilizar o sistema JIT? Porque O JIT é um sistema mais direcionado para processos repetitivos de produção contínua. Claro que sua filosofia de redução de custos pode e é até recomendada para todas as empresas de manufatura, mas sua aplicação entraria mais no foco de melhoria de processos, que será abordado como um sub-problema no trabalho. Não utilizaremos, por exemplo o arranjo físico celular, mesmo porque a empresa uma produção intermitente (*job shop*), isto é, com muitos produtos e baixos volumes, que faz com que o sistema mais indicado faz uso do MRP e/ou do OPT.

Em suma, o MRP gera as ordens de produção e compras. Porém, o MRP considera capacidade infinita e para isso cria-se um programa de produção impreciso, limitado pela restrição de capacidade do recurso gargalo, bem como organiza-se a fila do sistema. Por fim, para fazer o controle de produção, dada a variabilidade do processo, utiliza-se um sistema de informação semelhante ao *kanban*, usado como o sistema de gestão da fábrica, descentralizando as decisões de curtíssimo prazo.

Assim, o sistema idealizado é um híbrido do MRP, OPT e JIT, apresentando um sistema que considera as necessidades de materiais segundo o MRP, analisa a capacidade segundo o recurso gargalo, de acordo com o OPT e faz o controle da produção segundo um *kanban* adaptado.

3.2. Estratégia de produção

Primeiramente, vamos fazer uma análise da estratégia de produção da empresa. Através de uma curva ABC da demanda (figura 1.3), constatou-se a regra do 80-20, ou seja, aproximadamente 20% dos itens correspondem a cerca de 80% do faturamento. Além disso, um fator complicador para o PCP é a variação dos pedidos em um horizonte muito pequeno. Desse modo, uma solução para melhorar o nível de atendimento, principalmente através desses itens classe A (com maior volume de demanda) é através de uma política de estoque. Assim, teremos três diferentes políticas de produção no sistema: ETO para as peças de Engenharia (customizadas e com baixo volume, mas com uma margem grande); MTS para peças de demanda mais freqüente (produtos tipo A); MTO para produtos menos freqüentes (tipos B e C).

Quanto ao nível de estoques, foi determinado empiricamente pelo responsável pelo PCP. Considerando a variabilidade da demanda, bem como o grau de confiabilidade dos processos da fábrica, adotou-se uma política de estoque mínimo

(ponto de pedido) equivalente a um consumo médio mensal de 2 dias e estoque máximo equivalente a 4 dias.

3.3. Método de solução do problema

Vamos organizar o PCP da empresa a partir da programação, implantando um sistema de programação de capacidade finita e o planejamento da produção (plano mestre de produção mensal), principalmente na administração de materiais e do uso da capacidade. Para isso, vamos em um primeiro momento racionalizar o sistema de informação atual. A primeira grande decisão do trabalho é a questão do “*make or buy*”. Uma vez que já existem soluções no mercado como softwares de simulação ou softwares específicos de programação da produção, que podem auxiliar na resolução do problema na empresa, a questão é pertinente e foi cogitada junto aos dirigentes da empresa. Porém, por razões econômicas e técnicas, ficou decidido que o sistema deve ser feito e executado com os próprios recursos disponíveis na empresa. Uma vez que se trata de uma empresa que ainda não dispõe de recursos sofisticados de TI que satisfaçam as necessidades de um projeto mais robusto, o sistema será projetado e executado com o suporte de um software de planilhas eletrônicas (MS EXCEL).

O funcionamento do sistema planejado pode ser esquematizado conforme o diagrama a seguir:

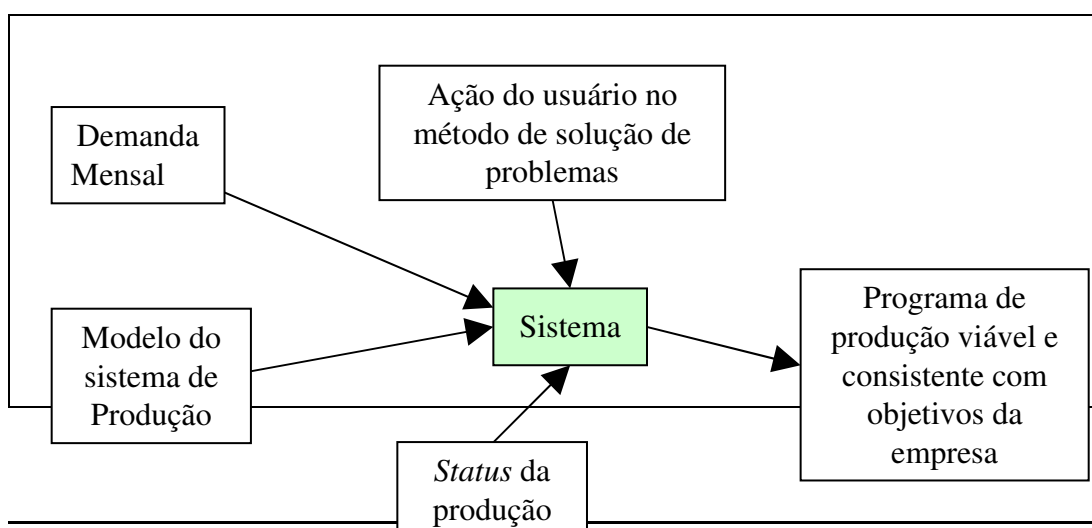




Figura 3.3 - Esquema do funcionamento do sistema.

Temos como o primeiro dado de entrada a demanda, que corresponde a carteira de pedidos dos clientes. O segundo dado é a modelagem do sistema de produção, já descrita anteriormente no decorrer deste trabalho, correspondendo às máquinas, à mão de obra, o calendário, os turnos de trabalho, os roteiros de fabricação, as velocidades de operação, as restrições tecnológicas, os tempos de *set-up*, etc. Outros dados de entrada são as condições reais do sistema produtivo em um determinado momento, por exemplo, matéria-prima disponível, situação de máquinas, manutenções programadas, situação corrente de ordens de produção na fábrica, filas aguardando processamento, materiais acabados na expedição, etc. Por fim, temos um último grupo de dados de entrada que correspondem as tomadas de decisões. A saída do sistema é um programa de produção viável e consistente com os objetivos da empresa.

Após a determinação das ordens de produção que devem ser executadas em um determinado dia, deve-se determinar as seqüências para o processamento de cada ordem, de modo a operacionalizar o programa de produção criado.

O sistema desenvolvido é um sistema de apoio a decisão. Segundo Ballou (2001), um sistema de apoio à decisão (DSS) envolve o uso de um computador, de sistemas de bancos de dados e modelos de decisão. O computador é o instrumento que o usuário utiliza para através das informações do sistema de bancos de dados e dos modelos de decisão, gerar relatórios para monitoramento.

Capítulo 3 – Apresentação do Modelo

Além disso, trata-se, segundo Corrêa; Giansi (1994), de um sistema de enlace aberto, ou seja, existe uma necessidade de interação com o usuário. A metodologia de solução do problema da programação da produção deve ser de conhecimento do usuário e este pode definir as regras inerentes ao processo de tomada de decisão, bem como alterar as decisões geradas pelo sistema. Dessa forma, o sistema funciona como uma ferramenta suporte, simulando o efeito das decisões tomadas pelo programador.

Podemos representar as principais decisões em três níveis de decisão: estratégico, tático ou operacional. O parâmetro adotado para enquadrar cada uma das decisões em um dos três níveis é o alcance e a frequência com que as decisões precisam ser revisadas.

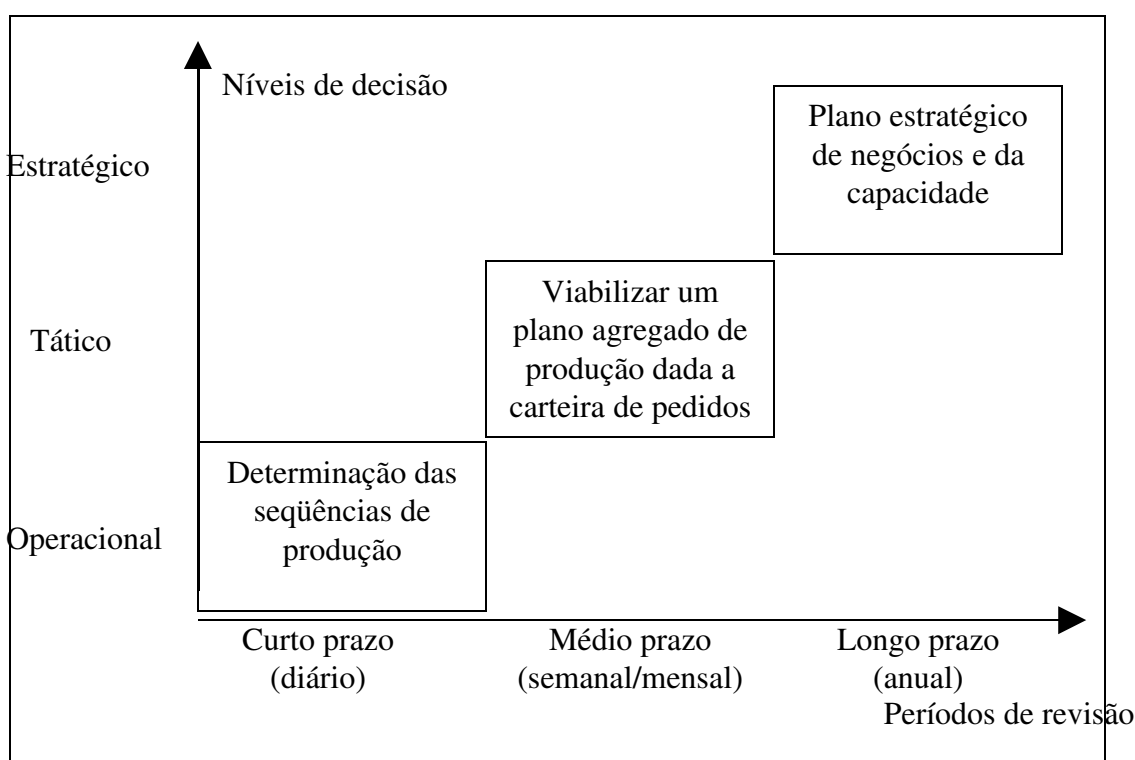


Figura 3.4 - Esquema gráfico de algumas decisões enquadradas nos níveis de planejamento.

Na figura acima, temos a longo prazo decisões de nível estratégico. O plano estratégico de negócios determina os recursos necessários para a empresa atingir

objetivos de longo prazo. Trata-se portanto de um planejamento da capacidade. Embora decisões estratégicas impactaram em alterações neste projeto, considerou-se as condições iniciais de plantas, maquinário, equipamentos, força de trabalho, materiais, produtos, clientes, etc.

No nível tático, que é o correspondente a um horizonte anual/trimestral, temos a viabilização de um plano de produção (MPS com horizonte anual, ou trimestral, ou mensal, etc) dada a carteira de pedidos e a disponibilidade dos recursos da empresa.

No curto prazo, temos a tarefa de seqüenciamento. Todos os dados da produção (como estoques, WIP, itens produzidos e perdidos, itens faturados) vendas e compras devem ser alimentados no sistema para ter dados consistentes da situação de cada item dos pedidos dos clientes. Deve-se então determinar quanto e quando produzir cada item.

A seguir, vamos detalhar a metodologia de solução, considerando os recursos disponíveis constantes (nível estratégico) e analisando a partir do nível tático até o operacional.

3.4. Plano mestre mensal de produção

Uma vez determinado o plano estratégico do negócio, que determina as condições e os recursos normais disponíveis para o trabalho, chegamos a tomadas de decisões de nível tático. Entram como dados a carteira de pedidos, atributos de um item (considerando o tempo de processo do setor gargalo, dimensões do produto e sua política de produção) e a quantidade de materiais em estoque de matéria-prima e de produtos acabados, bem como as ordens em processo e as saídas desta etapa são as listas de itens a produzir diariamente (já verificadas as restrições do modelo) e a de compra de materiais.

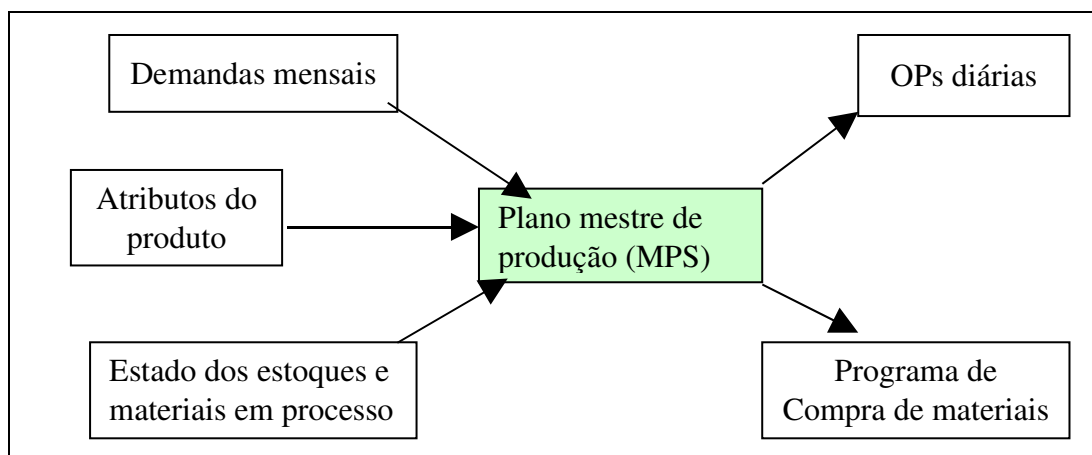


Figura 3.5 - Esquema de funcionamento da etapa de planejamento da produção.

Para determinar a quantidade de estoques e materiais em processo, existe uma necessidade de criar um sistema de apontamento (*backflushing*). Ele informa quando o lote já está terminado, quando uma ordem de produção é liberada e, portanto os materiais correspondentes deixam o estoque de materiais, a quantidade de peças aprovadas e as perdas da produção.

Existem itens de 3 políticas de produção distintas. Peças MTO determinam a quantidade a produzir simplesmente subtraindo a quantidade em estoque e adicionando o coeficiente de perdas determinado. Peças ETO respondem exatamente a demanda. Isso devido a própria natureza da estratégia, que propõe produzir apenas o projeto do cliente. Peças MTS respondem a uma política de estoque de reposição determinada anteriormente. Utilizando a carteira de pedidos como uma previsão de vendas e os dados de estoques atualizados (a política de estoque será descrita no item 3.6 a seguir), faz-se uma previsão do resultado do estoque em cada dia do mês, supondo que os pedidos estão sendo atendidos e, desse modo, determina-se com antecedência quando a produção desses itens deve ser feita, formando o chamado plano mestre de produção.

Capítulo 3 – Apresentação do Modelo

Assim, a partir do plano mestre de produção, devemos fazer uma verificação da capacidade, de forma a garantir a viabilidade quanto a capacidade do(s) gargalo(s), o chamado CRP do MRP. Caso a necessidade gerada pelo plano mestre de produção não esteja de acordo com a capacidade do recurso, faz-se um balanceamento da produção no decorrer do mês, antecipando ou postergando a produção conforme a carga de trabalho. Assim, define-se o efetivo MPS do mês. Ele deve ser equilibrado de tal forma que seja possível a produção de itens para estoque, contra pedido e para engenharia em qualquer dia. Assim, configuramos a parte de planejamento da produção, entregando um programa viável no que diz respeito a capacidade de produção, para cada dia de trabalho.

Esse dia de trabalho tem início às 6:00, ou seja, no início do primeiro turno de trabalho. Nesse horário são estimados os atrasos da produção do dia anterior (*backlog*) para uma eventual reprogramação da produção. Esse dado também deve estar disponível na reunião das 11:00.

A quota de produção do dia seguinte será o eventual atraso da produção do dia anterior adicionada a nova demanda.

3.5. Cálculo de necessidades

Vamos tratar da etapa da ferramenta de auxílio para o setor de compras, através de um procedimento que determine as necessidades de materiais, original razão do MRP. Como dito anteriormente, a análise será limitada a compra de chapas de vidro e das tintas da serigrafia.

Como os valores da menor unidade de comercialização da tinta ou do vidro são muito maiores que os valores de transporte, vamos admitir que a compra deve ser efetuada no momento em que há falta do insumo determinado.

Capítulo 3 – Apresentação do Modelo

O *lead time* de entrega de chapas de vidro é de 1 dia. Isso porque o(s) fornecedor(es) já possuem o item em estoque, embora muitas vezes para não ficar sem produto determinados tipos de vidro podem ser reservados no sistema de vendas dos fornecedores. Na realidade a empresa tem um funcionário responsável pelo carreto desse vidro (compra FOB) e como ele só faz uma viagem até a empresa fornecedora de vidro por dia, consideramos o tempo de entrega de 1 dia. Quanto às tintas, embora o prazo prometido seja de 1 semana, devido aos constantes atrasos, vamos considerar o lead time de entrega (máximo) de duas semanas.

Uma vez definido o plano mestre de produção, podemos fazer um cálculo das necessidades de material, de forma a verificar a viabilidade de fabricação dos itens com o material existente no estoque ou se deve adquirir novos materiais. Para o vidro, sabemos que temos programas que otimizam as perdas de vidro do corte, produzindo um número de peças por chapa pré-determinado. Assim, para se determinar o número de chapas necessárias para atender ao pedido basta dividir o número de peças que serão fabricadas pelo número de peças por chapa. Verifica-se o estoque e caso não haja chapas suficientes deve ser feito um novo pedido de compra. Deve-se reiterar que o modelo computacional não realiza efetivamente o cálculo de necessidades de vidro. Ele simplesmente faz o apontamento dos estoques de materiais. Isso porque existem diversos programas (otimizações de corte) para utilização das chapas de vidro que produzem um determinado item. Assim, o próprio responsável pelo PCP deve escolher a otimização que melhor responde as necessidades do dia para dar início a corrida de produção, retirando chapas do estoque. Uma vez determinado o valor do número de chapas de um determinado padrão que deve-se utilizar, faz-se o lançamento desse material, atualizando as informações de estoque.

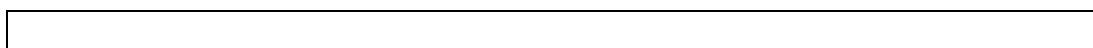
Para a tinta, foi feito um estudo determinando a quantidade de uma determinada cor de tinta por peça. Isso foi feito pesando cinco peças antes do processo de impressão e depois. A quinta parte da diferença corresponde a

quantidade de tinta por peça. Existem colorações que são compostas por mais de uma única tonalidade de cor, mas proporcionalmente foi determinado o consumo de cada tipo de tinta por peça. Foi determinado um coeficiente de perdas para o processo, que funciona como um fator de correção para o modelo (será discutido no item 5.1.3 – Determinação dos coeficientes de perda). Agrupando o consumo unitário e um rateio das perdas do processo, determina-se um número que servirá de base para os cálculos da estimativa do consumo de tintas.

Através desse dado, faz-se uma correlação com os dados do programa mestre de produção, determinando uma estimativa da quantidade diária de consumo para cada tipo de tinta. Assim, é possível fazer uma previsão da data em que o produto deve faltar na produção. Uma vez determinado esse dia, como o *lead time* de entrega de tinta foi definido em duas semanas, foi feito um procedimento que indica a data máxima para se fazer o pedido de compra. A quantidade de compra do pedido é determinada empiricamente pelo funcionário responsável pelo setor.

3.6. Programação diária da produção

Nesta etapa, vamos determinar a seqüência de produção. Temos como entrada uma das saídas da etapa anterior, a do programa mestre diário viável, indicando a quota que se deve produzir em um determinado dia e, em caso de sobra de tempo, quais os itens MTS que se devem produzir. Além disso, são *inputs* as especificações dos itens (política de produção e os tempos de processo do setor gargalo) e a seqüência de produção determinada na reunião diária. Como saída desta etapa, temos uma seqüência de produção no forno, indicando os horários estimados para a produção de cada item no setor gargalo. A figura a seguir ilustra o procedimento desta etapa.



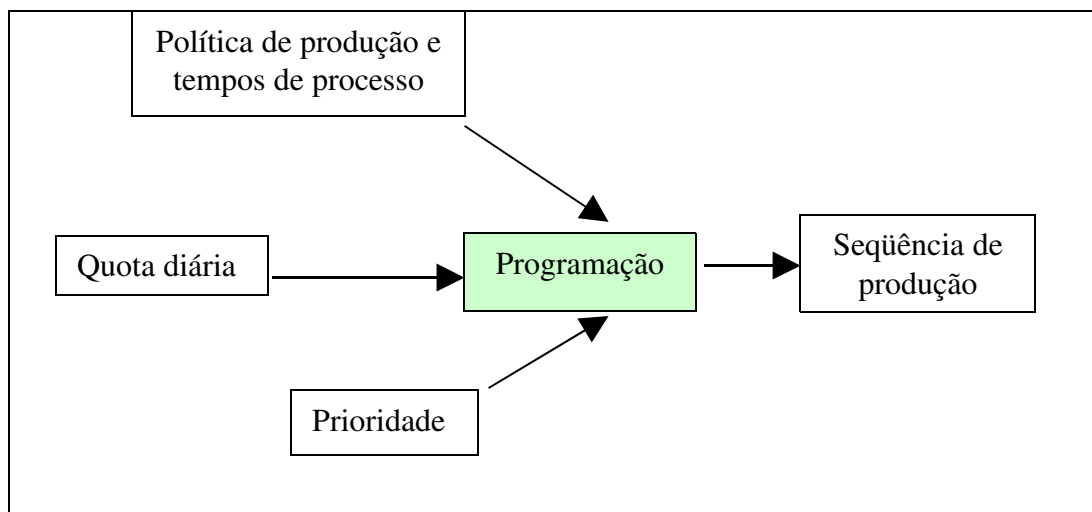


Figura 3.6 - Esquema de funcionamento da etapa de programação da produção.

Este processo de criar uma programação detalhada da produção será de responsabilidade do supervisor de produção. Isso porque a etapa de *schedulling* requer diversos aspectos, podendo variar o critério de priorização de itens da programação conforme a circunstância. Assim, essa etapa de programação das ordens de produção não será desenvolvida pelo sistema. Essa etapa será decidida durante as reuniões diárias de produção. Vamos concentrar o trabalho determinando os itens a serem produzidos que equilibrem a capacidade diária dos recursos produtivos de acordo com a ordem de importância das ordens. Vamos adicionar uma folga, na determinação da utilização dos recursos, determinando uma quota de produção. Uma vez determinada a quota e ainda sobrar tempo, inicia-se o processo de peças para estoque (MTS). Se faltar tempo, temos o atraso das peças da quota mínima (MTO). Embora seja feito um planejamento de forma a propiciar diariamente uma folga na utilização do recurso restritivo, muitas vezes ocorrem atrasos devido a imprevistos na produção, o que faz com que diminua esse tempo de folga.

Ainda que a etapa de planejamento tenha criado um plano mestre de produção com viabilidade quanto a capacidade produtiva, o plano pode não ser executado

dependendo da sequência de produção adotada. Assim, o especialista e responsável pelo PCP deve organizar as ordens de produção de tal forma que tornem possível a execução desses itens.

3.7. Controle da Produção

Segundo o dicionário da APICS (*American Production and Inventory Control Society*), MES (ou SCP – sistema de controle da produção) é um sistema de comunicação e de informação com o chão de fábrica com diversas funcionalidades. Dentre essas funcionalidades, podemos incluir funções como “alocação de recursos e *status*, operação do *schedulling* detalhado, liberação de unidades de produção, controle de documentos, coleta de dados e aquisição, administração da mão de obra, gestão da qualidade, controle dos processos, controle da manutenção, rota do produto e sua procedência e análise da performance”.

Porém, para a Diamante vamos criar um SCP mais modesto, cujas principais funções são:

1. Controle da produção, com realimentação do realizado e comparações com o planejado para que possam ser feitas ações corretivas em caso de não conformidade;
2. Rastreabilidade das ordens de produção;
3. Liberação de ordens de produção e alocação de recursos.

Os dois primeiros itens estão intrinsecamente relacionados e serão resolvidos através de mudanças na forma de tomada de dados.

Essa tomada de dados é muito importante para o sistema, sendo denominados apontamentos pelo MRP. Alimentando o sistema com os dados atuais de produção é possível determinar os níveis de materiais em cada etapa do processo produtivo,

Capítulo 3 – Apresentação do Modelo

desde a quantidade de matérias primas, passando pelo material em processo (WIP) e os itens dispostos na área de expedição.

Um dos problemas enfrentados na empresa era de que dados de produção e perdas não eram obtidos com confiabilidade. Não se tinha possibilidade de rastrear as ordens de produção ou de fazer análises para busca de possíveis origens de problemas. Assim, criou-se dois documentos para os operadores preencherem. O primeiro é o controle diário de produção, que apresenta a produção e as perdas. Cada setor recebe no início de cada turno uma ficha, de modo a aumentar a sensação de responsabilidade e importância do documento. Para o setor gargalo, existe uma indicação gráfica para se acompanhar a eficiência do setor, bem como uma tabela com códigos para que sejam discriminados os tipos de paradas. Setores não gargalos não contêm a coluna de indicação gráfica para determinarmos a eficiência, uma vez que a produção é determinada pelo setor gargalo. Existe um funcionário que diariamente recolhe as peças defeituosas que foram segregadas e confere as peças, discriminando-as de acordo com a não conformidade das peças para a formação de um banco de dados de defeitos, com o propósito de detectar os principais focos de problemas.

O segundo documento é a Ordem de Produção, que é uma ficha circulante dentro dos setores, assim como o produto/lote. Cada setor tornou-se responsável pelo fechamento do lote, anexando a ordem de produção do seu setor com a do setor seguinte. Assim, quando uma OP chega no setor de expedição torna-se claro que ela está fechada, aumentando o controle sobre a produção. Isso porque por se tratar de um sistema com indicações manuais, a probabilidade de ocorrer problemas nesse apontamento é grande. O fechamento das OPs é utilizado para confirmar as peças boas e as peças perdidas no processo.

Foi dado treinamento para os três turnos, bem como assistência para fazer o acompanhamento durante os primeiros dias, aumentando a atenção dos operadores na produção, o que fez com que se reduzisse o nível de perdas da fábrica.

O processo de liberação de ordens de produção já foi discutido anteriormente, ocorre de forma puxada, e foi denominado *kanban* (adaptado). O movimento das peças ocorre de modo análogo ao dos elétrons, formando a corrente elétrica. A começar pelo gargalo, quando um lote/*pallet* é terminado, uma lacuna é criada no estoque pulmão (será melhor discutido no próximo item). Por consequência, o setor anterior produz um outro lote/*pallet* para cobrir essa lacuna, transferindo a lacuna para seu setor. Isso deve fazer com que ocorra o fluxo da produção, assim como o fluxo dos elétrons de forma contrária ao fluxo das lacunas. Quando a lacuna chegar no primeiro setor, o de corte, temos a liberação da ordem de produção do primeiro item da fila.

3.8. Os estoques

Vamos tratar da questão dos estoques de materiais, dos produtos que estão em processo (WIP) e estoque final usando conceitos análogos a teoria das filas.

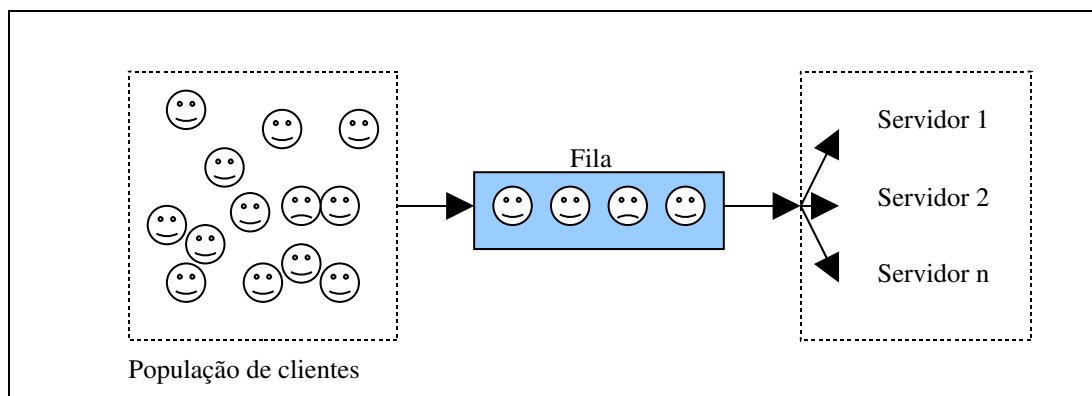


Figura 3.7 – Ilustração da Teoria das filas

Relacionando a fila com o estoque, temos que assim como a fila é determinada pelo número de clientes que entram na fila menos o número de clientes que são atendidos pelos servidores e, portanto, saem da fila, os estoques são determinados pela subtração da quantidade de peças que entram no sistema pela quantidade de peças que saem do sistema.

Primeiramente, vamos analisar as matérias primas. Tanto o vidro como a tinta da serigrafia são controlados da mesma forma. O fluxo de entrada corresponde ao material proveniente de compras e o fluxo de saída ao material consumido e as perdas do processo. O material que se encontra no estoque no final do período corresponde ao material existente no início do período adicionado ao material comprado e subtraído ao utilizado na produção e ao perdido no processo. Todos os fluxos estão nas mesmas unidades, chapas de vidro ou quilograma de tinta.

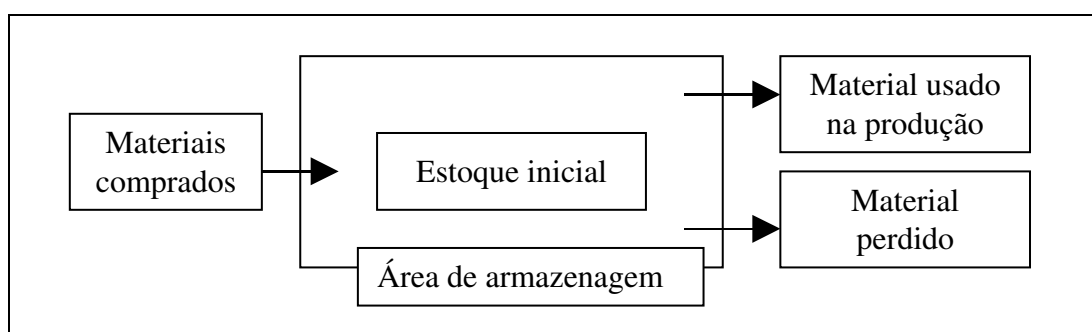


Figura 3.8 - Determinação do nível dos estoques de materiais

Temos situação semelhante para o material da expedição. O fluxo de entrada de peças ocorre somente com peças aprovadas da produção e o fluxo de saída somente se forem entregues ao cliente, atendendo a uma solicitação de um pedido. Assim, o material que se encontra na expedição no final equivale ao estoque inicial subtraído as peças faturadas com o cliente e adicionado as peças que foram produzidas. Deve-se descontar também uma eventual perda na armazenagem, afinal,

embora o vidro não seja um material perecível, trata-se de um material frágil. A unidade de medida também é a própria quantidade de peças.

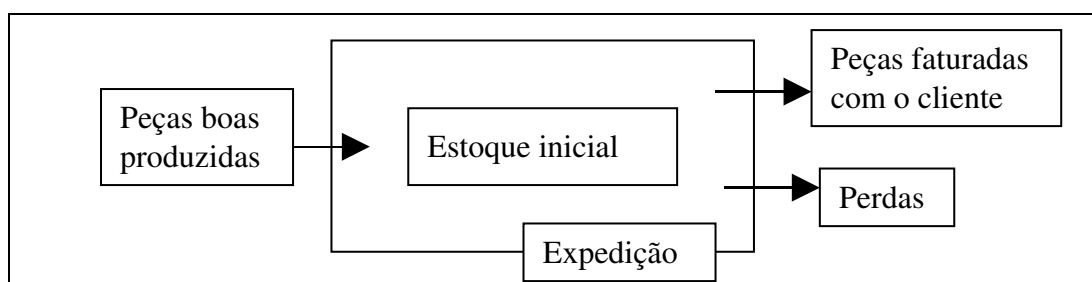


Figura 3.9 - Determinação dos itens na expedição

O estoque intermediário é determinado de forma análoga. Porém, a superfície de controle é limitada pela área de produção. Existe um material girando dentro da fábrica (WIP inicial) e o fluxo de entrada corresponde as ordens de produção liberadas. As saídas são as peças boas produzidas e as perdas do processo. O WIP final de um item é determinado como o WIP inicial desse item adicionado com as ordens de produção liberadas desse item no intervalo subtraindo as peças boas e as perdas do processo. A unidade de medida também é a própria quantidade de peças (adimensional).

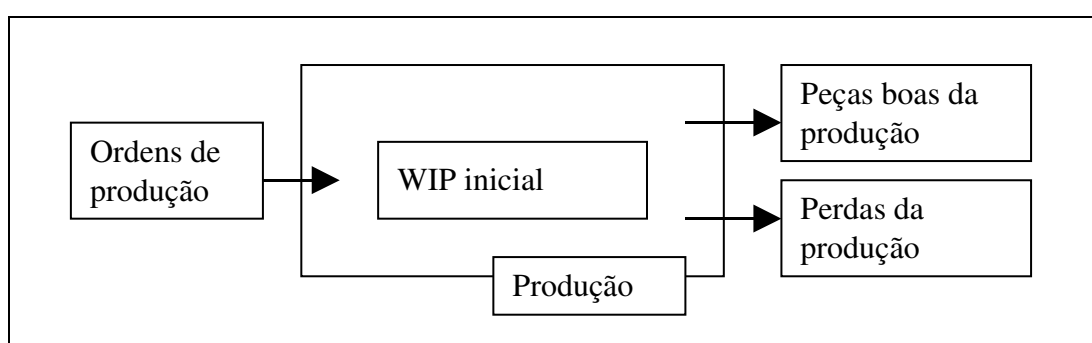


Figura 3.10 - Determinação do WIP

Para controlar o nível do estoque intermediário, vamos utilizar conceitos do OPT. Identificando o forno como o tambor, o recurso gargalo, temos que definir o tamanho do pulmão para impedir que uma falha ou atraso qualquer no setor anterior

Capítulo 3 – Apresentação do Modelo

ao forno cause uma parada nesse recurso, o que implicaria em uma queda na produção do sistema como um todo.

O pulmão é a quantidade de horas de trabalho na fila do forno. Para definir o tamanho do pulmão, temos que considerar aspectos como o espaço físico disponível e assumirmos o grau de incerteza do processo.

Sabemos que temos peças MTS no estoque do forno, uma vez que peças MTS iniciam sua produção quando os elementos programados de MTO já tiverem sido processados em uma dada programação. Consideremos uma reserva de 2 *pallets* para produtos MTS. Conseqüentemente, o espaço disponível para o pulmão do forno deve ser reduzido para não se ter um WIP muito elevado.

Dado que o programa de manutenção preventiva é deficiente, temos uma baixa incerteza sobre o funcionamento das máquinas. Além disso, como temos itens que utilizam diferentes roteiros de produção (algumas peças tem impressão na serigrafia ou tem furos e outras não), para ajudar a reposição do WIP do gargalo iremos manter um estoque mínimo em cada setor para suprir o recurso gargalo mais eficientemente. Foi definido empiricamente um pulmão de 2 *pallets* por setor.

Temos que definir ainda o tamanho do pulmão mais importante, o do setor gargalo. Dentre as possíveis causas de interrupções no processo produtivo temos a quebra de máquina, a ausência de funcionário, atrasos na produção, falta de materiais, queda de energia elétrica, etc. Conforme a filosofia do OPT, se houver qualquer parada no recurso gargalo temos uma parada no sistema como um todo. Quanto aos outros setores, o pior caso deve ocorrer se houver a quebra de algum equipamento. Vamos determinar que um tempo de conserto de máquina admissível sem prejudicar os pedidos possa levar até 8 horas (tempo máximo para assumir uma quebra de máquina. Caso o equipamento permaneça quebrado por um período maior que o determinado, podemos ter atrasos na produção).

Capítulo 3 – Apresentação do Modelo

Admitindo que um *pallet* leva 1 hora para ser processado e ocorra a quebra de máquina mais crítica (excetuando o gargalo), que é a máquina de corte, pois mesmo com uma parada da lapidadora ou da estufa da serigrafia (cuja falta interrompe o setor), como as peças têm roteiros diferentes, a produção desses setores deve continuar respondendo a demanda de peças do forno. Uma parada no corte limita os estoques a uma produção de 8 *pallets* (devido ao estoque de 2 *pallets* por setor e das peças em processo das máquinas dos setores de serigrafia e da lapidação – o setor de furação foi desconsiderado, uma vez que a demanda por produtos cujo roteiro de produção passam pela furação tem estado bem baixa). Adicionando aos 2 *pallets* de MTS, temos um pulmão para 10 horas. Para processar os itens e restabelecer a produção, temos uma estimativa de uma necessidade de 4 horas desde que o setor de corte volte a funcionar até a produção atinja o forno. Assim, temos uma necessidade de 12 horas em estoques, e para isso, é preciso considerar mais 2 *pallets* na entrada do forno para servir de pulmão.

Por fim, falta o componente da corda. A corda tem analogia com o sistema “*kanban*” definido anteriormente. Fisicamente, estará presente pelo simples fato de que o chão será pintado de forma a indicar apenas espaços para os *pallets* de estoque intermediário de cada setor. Caso esse espaço já esteja ocupado, o setor imediatamente anterior deve parar ou reduzir o ritmo de sua produção e quando houver espaço, deve-se produzir. É recomendável o treinamento aos operadores desses setores a exercer outras atividades produtivas, seja através da mudança do posto de trabalho ou através de tarefas de manutenção ou limpeza do setor.

4. ARQUITETURA DO SISTEMA COMPUTACIONAL

Nesta seção vamos detalhar a estrutura do sistema computacional criado em MS Excel para a formulação do sistema de apoio a decisões de PCP.

4.1. Principais mudanças

O sistema computacional anterior era constituído de cinco planilhas. Conforme descrito no item 1.4.8, as três primeiras contêm dados de entrada (pedidos de cliente, peças faturadas e de ordem de produção) e as outras duas, usadas como informações para controle, informam o *status* de cada item com o cliente. (quantidade faturada – quantidade pedida do item correspondente) e a condição dos estoques, que era calculado erroneamente como a somatória das ordens de produção lançadas no mês subtraindo os pedidos até o dia determinado.

Um dos problemas apontados é que a planilha de estoque não apresentava confiabilidade, uma vez que dados de perdas do processo e nem informações de peças em fabricação na passagem de mês não eram considerados. Além disso, seria útil para o setor de vendas ter dados de peças prontas para expedição, assim como o PCP ter os dados de peças que já estão sendo produzidas. Essa informação de estoque só é usada para o próprio dia, não sendo necessário manter uma planilha para tanto. A primeira vista pode soar estranho o termo estoque para produtos que são feitos contra pedidos, mas esse material é decorrente do excedente de produção de vidro devido ao risco de que a perda do processo cause a falta de peças do pedido.

Vamos racionalizar a outra planilha, a de saída, configurando-a como um verdadeiro painel para visualização e auxílio na tomada de decisões do PCP. Nesse painel, são apresentadas informações sobre o pedido do cliente, informações de peças acabadas e peças em trabalho (no dia), bem como o MPS e o *status* com o cliente.

Inicialmente, são inseridos dados que correspondem a carteira de pedidos. Adicionam-se as informações de estoques e do *status quo* da produção (apontamento). Existe um algoritmo que determina a quantidade que deve ser produzida, considerando a política de produção do respectivo item. Verificando-se nos gráficos da capacidade diária de produção, faz-se o balanceamento da produção, gerando um plano viável de produção. Conforme citado anteriormente, a prioridade de produção é dada para produtos MTO. As horas restantes serão usadas para a produção de itens MTS. Quanto aos produtos de ETO, eles utilizam apenas os equipamentos de têmpera e corte em comum com os produtos MTO e como eles consomem pouca energia para a têmpera, seu processamento no forno é executado durante o horário de pico (17:30 as 20:30), onde o preço do kWh é maior, de acordo com o plano feito com a empresa fornecedora de energia elétrica.

Outro requisito do projeto é aprimorar o setor de compras. Assim, através do plano mestre de produção são definidas as necessidades de materiais, sendo possível a criação de rotinas para o acompanhamento do consumo, que estimam quando devem ser feitos os pedidos de vidro e de tinta para a serigrafia. Outros materiais auxiliares não serão considerados a princípio, mas podem entrar no cálculo posteriormente. Assim, devem ser preparadas outras duas planilhas: a de consumo de vidro, que controla a entrada e saída de lâminas de vidro plano (matéria-prima) e com base no MPS, que relaciona a necessidade de vidro, é feita a compra do vidro; e a de consumo de tinta, que relaciona o MPS com uma relação de consumo de tinta por código de peça, determinando o consumo diário de cada código de tinta e através do cálculo de necessidades (MRP), são determinadas as quantidades e os momentos de compra de materiais.

Vamos a seguir estruturar o modo como o programa está sendo desenvolvido, através da descrição das telas e do relacionamento entre elas.

4.2. Apresentação geral do sistema

Vamos utilizar 3 arquivos diferentes. O primeiro (o nome do arquivo é ‘Compras&Vendas.xls’) destina-se principalmente ao pessoal de compras de materiais e vendas de produtos, uma vez que trata-se de entrada de dados no sistema como a carteira de pedidos dos clientes, itens faturados (setor de vendas) e de saída do sistema como o cálculo de necessidades de materiais (setor de compras). O segundo (o nome do arquivo é ‘Controle da Produção.xls’) é de responsabilidade do pessoal da fábrica, que entra com o apontamento da fábrica, ou seja, os dados de peças aprovadas e peças perdidas no processo. Também entrarão com dados sobre as ordens de produção liberadas. A terceira (cujo nome é ‘Plano Mestre.xls’) destina-se ao responsável pelo PCP, que organiza esses dados e determina quando, quanto e onde produzir.

Tabela 4.1 - Relação de arquivos

Arquivo	Função	Setor responsável
Plano Mestre.xls	Cálculos do PCP	PCP
Compras&Vendas.xls	Prover dados de entrada	Vendas e compras
Controle da Produção.xls	Controlar OP	Produção

O primeiro arquivo, ‘Plano Mestre’, contém diversas ferramentas para a análise do problema. A começar pelas planilhas de ‘Especificações’ dos produtos e ‘Parâmetros’, que fornece dados relativos ao estoque, podemos determinar o estoque intermediário e os produtos da área de expedição.

No arquivo ‘Compras&Vendas’ são inseridas informações de prazos e quantidades, como a carteira de pedidos dos clientes, o material faturado com o cliente e faz uma indicação para o controle e o cálculo de necessidades dos materiais vidro e tinta. Todos arquivos de entrada de dados tem a mesma estrutura, com a lista

dos produtos na coluna a esquerda e os dias úteis de produção em uma linha no canto superior, formando uma matriz discriminando os dias e os itens.

A ‘Controle da Produção’ tem a função de traduzir em números a função do controle da produção. Ela fornece dados de produção e perdas, sendo resultado das novas fichas de controle diário de produção. Esse arquivo também tem como função relacionar as ordens de produção liberadas. Isso porque está sendo desenvolvido paralelamente um banco de dados em MS ACCESS para maior controle das ordens de produção. Assim, as OPs terão um controle e um fechamento mais rígido, uma vez que ficará em contraste a quantidade de peças liberadas e a quantidade de peças que saíram do sistema, evidenciando erros de apontamento e digitação.

O diagrama abaixo ilustra o relacionamento das planilhas para determinação dos estoques. Cada cor refere-se a um arquivo diferente. Assim, a cor azul trata de planilhas localizadas no primeiro arquivo, o ‘Compras&Vendas.xls’. A cor rosa está ligada com planilhas da ‘Controle da Produção.xls’ e a cor amarela a planilha ‘PlanoMestre.xls’. As cores verde e laranja representam respectivamente os dados de entrada para iniciar/recomeçar o sistema e as tomadas de decisões do operador.

A subdivisão da figura a seguir em 4 níveis corresponde a cada etapa de implantação e execução do projeto. A etapa zero, ou inicial responde aos dados que são pré-requisitos para iniciar o modelo. A primeira etapa trabalha o tratamento dos dados, através da racionalização dos métodos de coleta de dados, de forma a melhorar a confiabilidade dos dados. O segundo nível tem como saída o painel com todos os dados necessários para a reunião de PCP. O terceiro nível é o nível de programação e controle da produção. Trata-se de etapas fora do controle do sistema, sendo realizadas manualmente pelo operador/responsável pelo PCP. Questões sobre a implementação serão discutidas posteriormente.

Capítulo 4 – Arquitetura do Sistema Computacional

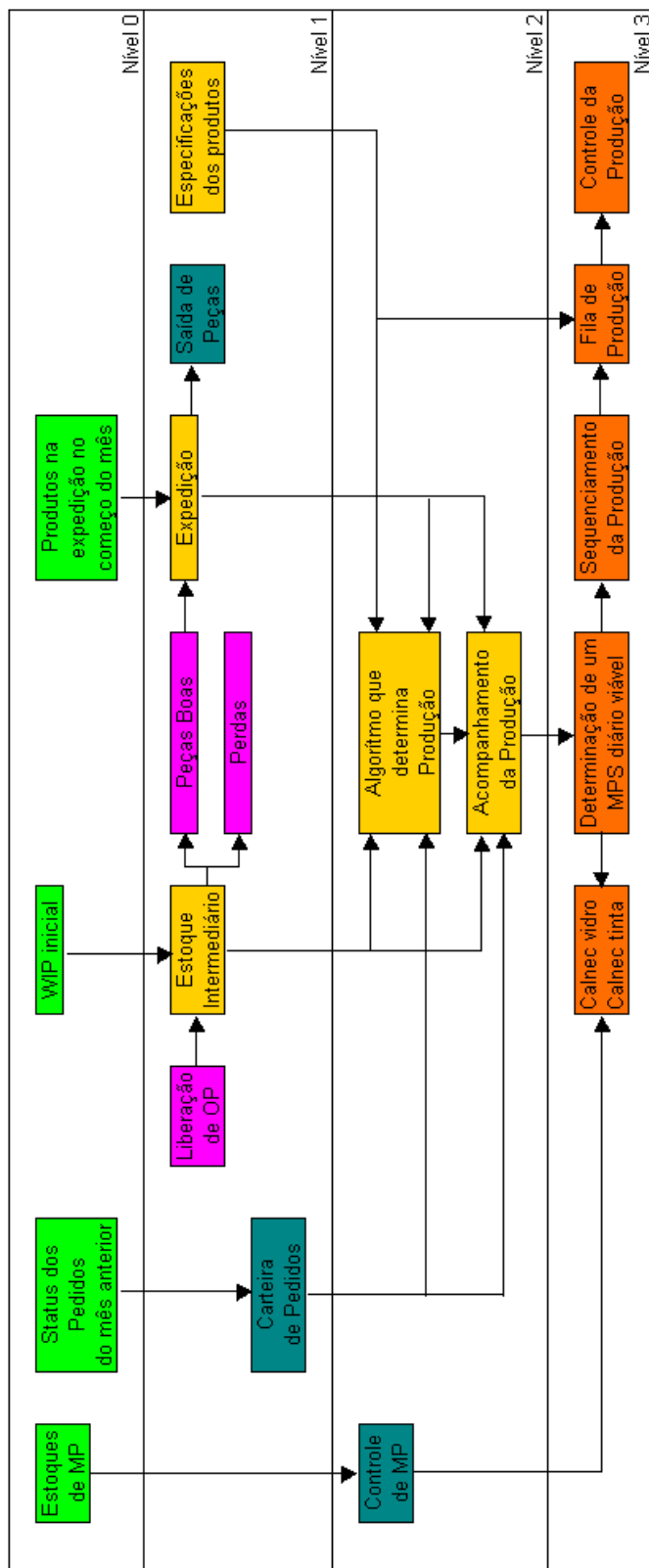


Figura 4.1 - Diagrama de relacionamentos entre planilhas.

4.2.1. Compras e Vendas

Vamos tratar do primeiro módulo. Esse arquivo possui 4 telas, conforme tabela abaixo.

Tabela 4.2 - Planilhas do primeiro arquivo

Nome da planilha	Setor responsável / interessado
Pedido	Vendas
Faturado	Vendas
Vidro	Compras
Tintas	Compras

As planilhas relacionadas ao setor de Vendas têm a mesma interface (vide figura 4.2). Ambas as planilhas são dados de entrada e formam uma matriz, onde os códigos dos itens estão a esquerda da tabela e no canto superior estão os dias. A planilha foi montada de tal forma que ao término de um mês, as fórmulas podem ser copiadas para as células à esquerda, mantendo a visibilidade dos pedidos, com pelo menos 1 mês de antecedência.

As planilhas relacionadas ao setor de Compras de materiais estão ligadas a quantidade a produzir, resultante do algoritmo que será descrito na seção 3.9.1.4.

A planilha ‘Vidro’ é usada como uma planilha de controle de vidro. Na realidade, como o *lead time* da compra, ou seja, desde a emissão do pedido até a entrega é de menos de 1 dia, não é necessário determinar com grande antecedência a quantidade de chapas de vidros que devem ser adquiridas. Assim, essa planilha possui apenas os campos que discriminam as características de cada chapa de vidro, como cor, dimensões, quantidade de chapas por colar, etc; um campo para a entrada de chapas consumidas; e outro para a entrada de chapas compradas. A quantidade de chapas em um determinado dia é determinada como a quantidade de um determinado

Capítulo 4 – Arquitetura do Sistema Computacional

tipo de chapas no início do período adicionado com o número de chapas compradas no período subtraído do número de chapas consumidas no período. Dados os itens a produzir na semana, são planejados as compras diárias de vidros manualmente.

		Pedidos dos clientes						
		-1	0	3	4	5	6	7
CLIENTE	Soma a partir de	25/set	26/set	29/set	30/set	1/out	2/out	3/out
CÓDIGO	26/set							
BSH CONTINENTAL								
N02003	0							
N09228	0							
N08458	0							
N08459	0							
N08812	0							
N08813	0							
50205	0							
50206	0							
LC0141	0							
LC0142	0							

Figura 4.2 - Planilha ‘pedido’

Por fim, temos a planilha ‘Tintas’, que determina o ponto de pedido de um determinado tipo de tinta. Uma vez determinado um número que corresponde ao consumo de tinta (e seu coeficiente de perda) por unidade de um determinado item, é possível decidir o consumo diário das tintas, através da informação do que produzir em cada dia. Como o *lead time* máximo da compra de tinta é de 15 dias, através do dado de consumo diário de tinta é possível determinar quando um determinado padrão de tinta deve se esgotar e assim, quando deve ser o ponto de pedido desse tipo de tinta. Assim como as planilhas do setor de vendas, o horizonte dessa planilha também pode ser estendido conforme a necessidade.

4.2.2. Controle da Produção

Conforme descrito anteriormente, existe a necessidade de uma rotina de apontamento que faça a indicação da produção para atualizar o sistema. O arquivo criado para fazer a interface entre as indicações das fichas de controle e as informações do sistema é a ‘Controle da Produção.xls’.

A partir das fichas de controle diário, os dados são inseridos na planilha, separando as perdas por tipo de defeitos. As peças boas também são registradas. Essa planilha faz o agrupamento das peças boas, perdidas e ordens de produção liberadas durante um período determinado. Pela própria natureza das informações, o setor de qualidade também utiliza esse banco de dados para criar seus indicadores e gráficos de controle.

4.2.3. Plano Mestre

Esse arquivo é o cérebro do sistema propriamente dito, utilizando informações dos outros arquivos como *input* de dados para o algoritmo. É composto por 10 telas, sendo 5 delas telas de saída. As outras 5 são compostas por cálculos auxiliares e seus respectivos dados de entrada. O arquivo está detalhado na tabela 4.2 a seguir.

Capítulo 4 – Arquitetura do Sistema Computacional

Tabela 4.3 -Planilhas do terceiro arquivo

Planilha	Descrição
Especificações	Informa os atributos de cada item
Parâmetros	Planilha de <i>Inputs</i> do sistema
Acompanhamento	Painel de controle
AlterarPedido	Planilha auxiliar para realocar pedidos e funções de apoio
CRP-Forno	Gráfico de necessidades diárias do setor do forno
CRP-lapidação	Gráfico de necessidades diárias do setor de lapidação
CRP-serigrafia	Gráfico de necessidades diárias do setor de serigrafia
Resumo	Dado um MPS, calcula as necessidades de cada recurso
Classifica	Entrada dos dados de prioridade de cada ordem de produção
Fila do forno	Organiza uma fila no forno, dada a sequência de prioridades

A planilha ‘Especificações’ contém informações como o *lead time* de produção em cada setor produtivo para cada produto; qual a espessura de cada item, que é um dado relevante para a determinação do tempo de *set up* de máquinas; qual a estratégia do produto e se for MTS quais os valores de estoques mínimos e máximos.

A segunda planilha, ‘Parâmetros’, informa a quantidade de peças que iniciaram a produção (soma das ordens de produção lançadas a partir de uma determinada data), peças produzidas e peças defeituosas (a partir da mesma data), fazendo uma soma das informações retiradas da ‘Controle da Produção’. Além disso, tem colunas para inserir dados de produtos que se encontravam em produção e na expedição em um determinado dia.

A próxima planilha é a de ‘Acompanhamento’. Ela fornece um painel com as informações necessárias para a tomada de decisões quanto a sequência de produção, uma vez definidas as ordens de produção. Assim como as planilhas do setor de vendas, no primeiro arquivo, essa planilha também pode ser expandida a um longo prazo. Porém, diferentemente daquelas planilhas, o campo dessa planilha está limitada a apenas 2 meses de horizonte com as colunas de estoques (material na expedição e WIP). Isso foi feito para forçar a contagem dos estoques e a “limpeza”

Capítulo 4 – Arquitetura do Sistema Computacional

periódica dos dados. A figura abaixo ilustra essa planilha. Está datada para o dia 2 de setembro (exemplo) e contém um corte no dia 10.

MÊS :		setembro					Acompanh								
CLIENTE	Código Inicial	1	2	3	4	5	6	8	9	10	29	TOTAL	EXPEDIÇÃO	WIP	
BSH CONTINENTAL															
N02003	-50	327	420	1071	906	327		642	660	579		8685	1649		
								2354				5828			
		1723	3403	4432	3526	4459	4459	4657	3997	3418	335	-335		3994	
N09228	-20	640	558	830	630			208	958	960		10114	408		
				989				1166	960	1090		8043			
		-140	-178	-418	-1048	-528	-528	564	646	-314	1644	-5644		1836	
N08458			978	1956	1956	978		978	1956	978		14670	820		
				1780			1956			2934		9604			
		600	2022	1266	-690	-468	-468	954	-1002	-1980	-870	-6870		3520	
N08459	-80	576				576			576	576		4032	1652		
									1312			2464			
		-356	-356	-56	-56	-332	-332	-332	-908	-1484	3212	-3212		256	
N08812		2700	1800	1800	2700	1800		2700	2700	2700		32400	-2334		
				5383				4500		5400		26983			
		-1200	-1500	-1300	-4000	-3800	-3800	-4500	-4200	-6900	3400	-20400		8445	

Figura 4.3 - Acompanhamento de produção

A coluna da esquerda representa cada item produzido, através de seu código. Na parte superior temos os dias do mês, dando destaque ao dia 2, em azul. A Segunda coluna fornece informações do final do período anterior, no ponto de vista do cliente, ou seja, se existe algum pedido atrasado do período anterior. A partir daí, temos 3 linhas, que correspondem respectivamente aos pedidos do cliente, ao plano de produção para cada item e o *status* do item com o cliente. Por fim, no canto esquerdo existe uma coluna que indica a quantidade de material para pronta entrega, na expedição e material em produção (WIP).

A carteira de pedidos que está na primeira das 3 linhas de cada item indica exatamente o pedido dos clientes. Porém, para a etapa de balanceamento da capacidade produtiva e distribuição da utilização dos recursos, temos que mudar a

data de término do produto. Para isso, criou-se a planilha ‘AlterarPedido’. Ela contém 3 funções usadas na planilha ‘Acompanhamento’ que possuem interface semelhante a planilha de ‘Pedidos’.

A primeira função, chamada ‘alterar data do pedido’ será descrita a seguir. A princípio, a data de produção é o dia anterior a data de entrega do pedido. Essa função contém um campo onde devem ser creditadas e debitadas quantidades correspondentes ao tamanho do pedido que deve sofrer alterações. Em caso de atrasos na produção, deve-se creditar nessa planilha a quantidade a produzir.

A segunda função é a ‘Pedidos acumulados’, que acumula os pedidos a partir da data atual, creditando dados da função ‘alterar data do pedido’. Corresponde a quantidade de cada item que deve ser produzida até uma determinada data.

A terceira função é denominada ‘OPs acumuladas’, que acumula as ordens de produção. O sistema fornece a quantidade a produzir a partir da data atual. Essa função acumula essas quantidades, para que um mesmo pedido não seja produzido 2 vezes.

Voltando a planilha ‘Acompanhamento’, a segunda linha é a que requer um maior número de cálculos, representando o que produzir e quando produzir. Ele inicia seu algoritmo buscando a data do dia com os dias referentes da planilha. Isso devido a própria natureza da informação dos estoques, que são variáveis diariamente. Convencionou-se que um dado de produção negativo equivale a uma necessidade de produção.

Segue abaixo a lógica do algoritmo. Vamos representar os termos “função pedido acumulado” por “fpa” e “função OPs acumuladas” por “foa”.

Capítulo 4 – Arquitetura do Sistema Computacional

```

SE (for passado (ou seja, <dia de referência> - <data atual> <0>)) ENTÃO {
  0;
  SENÃO, SE (item for MTS) ENTÃO {
    SE ((<EPA(t0)> + WIP(t0) - <fpa(t)> + <foa(t)>) < (<estoque mínimo>)) ENTÃO
  {
    <foa(t)> - <fpa(t)> + <EPA(t0)> + <WIP(t0)> - <estoque máximo>;
    SENÃO, 0;
  }
  SENÃO, ((<EPA(t0)> + <WIP(t0)> + <foa(t)> - <fpa(t)>) * (1+perdas));
}
}

```

Figura 4.4 - Lógica do algoritmo

Produtos ETO utilizam o horário de pico para produzir e por isso não entram diretamente na disputa pelo forno. Vide apêndice 1 para visualizar o algoritmo graficamente.

A terceira linha representa o *status* com o cliente. É determinada pelo status do dia anterior subtraído ao pedido do cliente e adicionado a quantidade de peças que foram faturadas com o cliente. Se esse valor for negativo, ou seja, a Diamante está com atraso nesse pedido, ele indica uma cor vermelha, destacando o ocorrido.

A planilha ‘Resumo’ utiliza o MPS como entrada de dados e dado o lead time de cada produto, determina a necessidade diária de cada recurso produtivo. Uma vez determinados esses valores, traçam-se gráficos que comparam essa necessidade no decorrer do mês e confronta esses valores com a disponibilidade (capacidade) do recurso. Existem três recursos analisados, o forno (gráfico ‘CRP-Forno’), que é o principal gargalo da produção; a serigrafia (gráfico ‘CRP-Serigrafia’), que é um recurso que possui velocidade de produção menor que o forno e não é um gargalo devido ao mix de produção; e a lapidação (CRP-lapidação), que será o novo gargalo

a partir do momento que o novo forno estiver instalado e operando. Uma vez determinados esses gráficos, utilizados como uma ilustração visual do problema de balanceamento da capacidade produtiva, inicia-se um processo iterativo, mudando as datas dos pedidos para que se alterem as datas de produção e consequentemente, torne a produção equilibrada e viável do ponto de vista da capacidade produtiva. Esse é o algoritmo CRP do MRP. Trata-se de um sistema aberto e por isso as decisões são tomadas pelo operador.

Assim, na tradicional reunião diária das 11:30, são fornecidos dados viáveis quanto a capacidade dos recursos produtivos e o principal problema é seqüenciar as ordens de produção. Uma vez seqüenciada essa ordem entra no sistema através da planilha ‘Classifica’. Essa ordem corresponde aos produtos que devem iniciar sua corrida de produção as 12:00, que corresponde ao final da reunião. Ela atende aos pedidos que devem ser entregues no dia seguinte (ou modificados para serem entregues na data seguinte).

A partir do momento que temos a ordem da fila para a produção, temos organizado também a seqüência para o recurso gargalo, indicando uma estimativa do horário de início e término das operações de cada OP na tela de ‘fila do forno’. Isso através de cálculos resultantes do *lead time* do item e de sua matriz de *set up* (será apresentada posteriormente a matriz de *setup*, que é definida de acordo com a espessura da peça).

5. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Vamos dividir esse capítulo em 3 partes. A primeira faz a apresentação dos dados levantados. A segunda refere-se à implantação do modelo, apresentando os fatores críticos do processo de implantação, as etapas e as responsabilidades. A terceira relata os esforços nos outros do trabalho.

5.1. Levantamento de dados

5.1.1. Tempo padrão

Foi feito um estudo para cada setor e para cada item produzido, exceto ao setor de corte. Isso ocorre porque a máquina funciona automaticamente de acordo com um programa que otimiza a utilização de uma chapa de vidro, dadas as medidas dos itens a produzir. Para que as perdas sejam minimizadas, esse programa mistura em um mesmo arquivo mais que um único item. Assim, mesmo que o tempo de corte fosse medido para um programa para uma peça, como existem inúmeros programas para um mesmo item esse tempo deve variar de acordo com o programa. Como existem muitos programas carregados e pelo fato de que o setor não é um gargalo, esse setor não foi parte do estudo de tempos e métodos.

Porém, para o sistema, foram admitidos como relevantes apenas dados dos setores de lapidação, serigrafia e do forno. A lapidação porque deve-se tornar um gargalo quando o novo forno estiver operando. Dados da serigrafia foram incluídos porque o setor pode se tornar um recurso restritivo ocasionalmente, dependendo do mix de produção. O forno é o principal gargalo, por isso sua precisão é a mais importante no momento.

No setor de lapidação bilateral foi medido o tempo que a máquina é ajustada, determinando a velocidade de operação do setor. Dependendo do tamanho da peça e da velocidade da máquina temos a quantidade de peças produzidas por hora. As paradas ocorrem para *setup* ou para troca de *pallet* na alimentação e na saída da máquina. Foi realizado um estudo em que as peças colocadas em um *pallet* no setor de corte (na entrada da máquina) fossem iguais ao da saída da máquina (pois na saída as peças são intercaladas com uma folha de jornal ou barbante que funcionam como espaçadores para o vidro). Assim, a troca dos *pallets* ocorrem simultaneamente. O *setup* da máquina depende principalmente da espessura das peças, pois espessuras diferentes utilizam rebolos diferentes.

Quanto ao setor de serigrafia, temos determinados as capacidades das máquinas 1 e 2 da mesma forma que para o setor de furação. Enquanto na entrada utiliza-se um *pallet*, na saída utilizam-se carrinhos que seguem para a estufa em quantidades que variam de 40 a 90, dependendo do carrinho. Adotando uma média de 80 peças por carrinho e sabendo que cada troca de carrinho leva 300 segundos, temos uma parada de 3,75 segundos por peça. O tempo para *setup*, ou seja, o tempo para troca de telas varia muito mas o atual PCP admite 1 hora para que as atividades de retirada, limpeza e colocação de nova tela sejam executadas.

Seguindo a produção, no próximo setor, o forno, temos determinadas as quantidades de peças por fornada e o estudo realizado no forno determinou os tempos necessários para cada fornada. Com base nesses dados, temos a quantidade de peças produzidas por hora. O *setup* de um novo item é rápido, levando apenas um ciclo (tempo de uma fornada) para ser realizado e por isso será desprezado na primeira etapa de formação do MPS. Porém, foi feita uma matriz de *setup* para a indicação da fila do setor.

5.1.2. Tempo de set-up

Foi realizado um estudo semelhante ao anterior, no qual foi determinada a matriz de *set-up* para o setor do forno

Temos que o processo de ajuste é feito através de programas que o operador insere como dado de entrada a cada novo item a ser temperado. Esses programas são analisados e modificados periodicamente, de forma a manter sempre uma fornada equilibrada para as determinadas condições ambientes. Conforme citado anteriormente, esse tipo de análise dos programas tornou possível a produção de peças de 3mm de espessura, garantindo uma vantagem competitiva para a empresa. Quanto ao *setup*, vamos admitir que ele leva 5 minutos se a peça a ser temperada for de espessura diferente do item anterior e 3 minutos se a peça tiver a mesma espessura. Isso porque o operador deve levantar o conjunto de sopradores do forno, adequando a altura com a espessura das peças.

5.1.3. Determinação dos coeficientes de perda

Chegamos a uma outra questão fundamental para a criação de um sistema, que é a determinação dos coeficientes de tolerância a erros no sistema. Segundo Ballou (2001), uma ação corretiva é desnecessária quando o erro é devido a eventos aleatórios comuns e nenhuma mudança fundamental na média do desempenho do processo tenha ocorrido. De fato, um sistema de controle que tende a seguir cada pequeno erro no sistema de controle que tende a seguir cada pequeno erro no desempenho pode ter a característica de ser “nervoso”. Em geral, um sistema de controle não deve ser projetado para reagir a erros aleatórios. Por outro lado, se o sistema for muito insensível pode acabar não percebendo mudanças fundamentais, que podem impactar nos custos e níveis de serviço ao cliente.

Para a modelagem, foram admitidos diversos coeficientes de perdas. Como a fábrica está sobre constantes mudanças e dentro de um plano de melhorias contínuas, esses coeficientes estão sempre se atualizando, para tornar o modelo mais aderente a

realidade. Além disso, a empresa não tem uma base de dados confiável sobre as perdas do processo.

Estima-se que a produção apresenta um índice de perdas de 5% do total produzido. Porém, como dado do projeto, foi sugerido pela diretoria que fosse estimado um índice de 10%. Assim, no caso de um pedido de um item MTO, a produção desse item será definida pela diferença entre a quantidade requisitada e peças que estão circulando na fábrica (WIP) e peças que se encontram na expedição acrescida de 10% devido a uma perda esperada. Caso essa perda não se concretizar, as peças boas ficaram aguardando novos pedidos na expedição. A medida em que o projeto for evoluindo, esse índice também deve se ajustando para melhor adequar a realidade.

Outro dado de perda é a de tinta. Sabe-se que embora estejam definidas as quantidades de consumo médio de tinta por peça, algumas vezes essas peças passam por um retrabalho, uma vez reprovada no teste de transparência. Além disso, ao terminar um lote nem toda a tinta residual da tela pode ser recuperada. Isso sem contar que novas telas podem apresentar um reticulado maior ou menor que o atual, implicando em um consumo diferente de tinta por peça. Assim, estimou-se uma perda de 5% de tinta, ou seja, um consumo 5% maior de tinta por peça. Em caso de retrabalho, deve-se fazer o desconto diretamente no algoritmo que faz o cálculo de necessidades de tinta.

Quanto ao outro insumo relevante, o vidro, não iremos considerar sua taxa de perdas. Isso porque a empresa utiliza um *software* de otimização do uso das chapas de vidro. Colocando as dimensões da(s) peça(s) e as dimensões da(s) chapa(s) utilizadas o programa executa um algoritmo que minimiza a perda de vidro no corte. Como o vidro apresenta cerca de 50% no custo do produto final, a utilização racional desse material é importante para a economia da empresa. Uma dada otimização não é aprovada se possuir índice de perda maior que 5% da área da chapa de vidro. Esses

5% já consideram a borda da chapa, que é descartada com a finalidade de esquadrear a área útil de corte.

Reitera-se que esses dados foram determinados em um momento prévio a implantação do sistema, uma vez que não existiam dados suficientes para medir essas perdas. Porém, um dos subproblemas do trabalho é auxiliar o setor de qualidade a localizar focos geradores de desconformidades, principalmente através de um melhor controle das operações obtidos com a implantação do sistema de apontamento do chão de fábrica. A partir desses dados, a empresa tem tomado iniciativas para melhoria da qualidade, buscando minimizar essas perdas.

5.2. Implementação

5.2.1. Etapas

Conforme apresentada na figura 4.1 anteriormente, dividiu-se o projeto de implantação em 4 etapas.

A etapa zero é a de coleta dos dados, necessária para alimentar o início às atividades do sistema.

A primeira etapa corresponde a racionalização dos métodos e melhoria na confiabilidade dos dados. Trata-se da etapa mais longa, mas mais crítica para a constituição do sistema. Para se ter um sistema estável, é preciso ter um processo bem consolidado. Foram feitas mudanças nos processos, como otimizações no programa de funcionamento do setor gargalo, o forno; rearranjo físico das instalações; melhorias pontuais para redução das perdas; além de mudanças nos processos de apontamento dos dados, através das mudanças nas fichas de controle diário e ordens de produção. Busca-se nessa etapa obter confiabilidade dos dados, dando base de sustentação do modelo.

A segunda etapa corresponde a formação do modelo propriamente dito. Além disso, nessa etapa são feitas as primeiras passagens, como o balanceamento dos pedidos segundo a capacidade dos recursos. O final dessa etapa é a consolidação da apresentação dos dados através da planilha de ‘Acompanhamento’ da produção e da indicação para a compra de materiais.

A terceira etapa é a parte de programação e controle. Uma vez que o sistema tem se mostrado funcional, indica-se a seqüência de atravessamento dos pedidos no recurso gargalo e forma-se a fila, que deve corresponder a meta da produção de um determinado dia.

5.2.2. Atribuição de Responsabilidades

O departamento de vendas deve ser o responsável pela alimentação dos dados da carteira de pedidos dos clientes. Para aceitar um pedido de última hora, devem consultar o setor de PCP, para verificar a viabilidade da entrega do pedido, determinando a aceitabilidade dos pedidos.

O departamento de compras é responsável pela planilha de controle de materiais. Além disso, deve estar em contato com o responsável pelo PCP, que após a tradicional reunião das 11 horas deve determinar as quantidades de chapas de vidro que deve utilizar para produzir as peças necessárias e, dada a planilha de controle de materiais, verifica-se a necessidade de compra de chapas de vidro. Deve também saber consultar a planilha de consumo de tintas.

O encarregado da expedição deve controlar, através da utilização do sistema, o estoque de produtos acabados. Deve controlar os produtos que entram e saem dos porta-*pallets*.

O responsável pelo PCP deve realizar as atividades de sequenciamento e controle da produção, de forma a cumprir o planejamento efetuado.

Como descrito anteriormente, o responsável pelo PCP é o encarregado de produção. O encarregado de produção já tinha como atribuições a gestão das tarefas de PCP de curto prazo. Como a empresa não possuía uma pessoa que tratasse de questões de planejamento da produção, durante a implantação do projeto, foram realizadas essas tarefas, fazendo o balanceamento da produção no decorrer do mês e coordenando os setores para que informações tratadas e transmitidas.

5.2.3. Fatores críticos

“Muitas vezes, apesar de constatada a adequação de determinado SAP a determinado sistema produtivo, seu uso pode ficar comprometido por uma implantação deficiente. Particularmente para aqueles sistemas que dependem de um software (como o MRP II e o OPT, por exemplo), os números de insucessos na implantação não são muito animadores” (CORRÊA; GIANESI, 1994).

Em um estudo realizado pela CEL (Centro de Estudos de Logística), a curva de aprendizado envolve em geral até 24 meses, apontando uma taxa de sucesso de apenas 25%. Vamos apresentar 7 fatores críticos, entre aspectos técnicos e humanos:

1. Apoio da alta gerência

A integração proporcionada pela nova tecnologia permite buscar mudanças significativas nos processos internos e externos das empresas, eliminando/modificando as atividades de diversos setores da empresa. Só que essas mudanças exigem dedicação e esforço muitas vezes maior que o esforço inicial para a implantação da infra-estrutura básica, pois vai mexer com tradições e estruturas de poder enraizadas por muitos anos nas empresas. É de responsabilidade da alta

Capítulo 5 – Implantação do Sistema

administração estabelecer metas agressivas e disponibilizar recursos e dedicação para que as verdadeiras transformações aconteçam, caso contrário, a empresa vai engordar a lista dos insatisfeitos.

A alta gerência deve estar comprometida a criação de um comitê para a implantação do sistema. Deve-se indicar um líder de projeto com experiência em diversos departamentos da organização e possuir elevada credibilidade na empresa. Esse líder tem como responsabilidades o estabelecimento do cronograma da implantação, decisão de alocação de recursos financeiros e convocação de reuniões para avaliações.

Assim, vamos tratar a implementação como um projeto. Inicialmente é determinado um plano de projeto, estabelecendo o objetivo global de forma clara, com suas respectivas metas. Desdobram-se essas metas em atividades mais detalhadas, para fazer um acompanhamento do andamento do projeto. É recomendável fazer um projeto-piloto, em três níveis: simulando o sistema com apenas alguns itens e processos; durante o treinamento dos funcionários; piloto real, com dados reais da empresa para uma parte dos produtos.

2. Definição clara de metas e objetivos

Visa evitar que sejam criadas visões distorcidas do que o novo sistema representa e aonde quer se chegar. Para isso, deve-se responder à questão: "Qual é o objetivo do projeto e quais são os resultados esperados?" É fundamental que todas as pessoas envolvidas (ou até mesmo toda a organização) sejam capazes de responder a esta pergunta. O objetivo(s) do projeto deve ser formulado de maneira clara e simples. Todos devem tê-los em mente durante todo o tempo de desenvolvimento e implantação para que todas as atividades subjacentes sejam orientadas a eles.

3. Visibilidade da implementação

Mas quem deve participar do projeto? Se possível, todos deveriam participar, afinal, trata-se de um sistema integrado, assim, todos serão afetados de certa forma. Porém, não é possível que a organização pare suas atividade para poder implementar o sistema. Para que não se crie um clima de concorrência ou ciúmes entre os funcionários da empresa pelo fato de alguns estarem participando do projeto e outros não, deve-se conscientizá-los, caso eles não esteja participando diretamente do projeto, a sua ajuda para manter a empresa funcionando durante o processo de implantação é tão importante quanto a ajuda de quem está participando diretamente do projeto. Deve-se também trabalhar os medos e receios destas pessoas, pois grande parte dos medos e receios vem da ignorância. Na falta de informações claras sobre as mudanças que estão sendo planejadas, as pessoas criam informações e, em geral, geram as correntes pessimistas.

4. Treinamento e educação

Os envolvidos no sistema não só devem entender a parte do sistema com a qual vão ter contato, mas também a lógica global do sistema para que compreendam a importância da entrada precisa de dados e atualização dos sistemas em tempo real, por exemplo. “O treinamento e educação devem atingir no mínimo 80% de todos os componentes da organização” (HABECK, 1996 apud BARBASTEFANO,2003). Deve-se fazer o treinamento conceitual, informando a filosofia e a lógica envolvida no sistema e o treinamento operacional, para familiarizar os operadores com o ambiente do novo sistema.

5. Staff comprometido e motivado

As resistências que surgem no processo de implantação de qualquer sistema devem-se ao fato de que toda mudança traz ganhos e perdas. E grande parte da organização tem a consciência de que este novo sistema trará grandes mudanças para

todos. No mínimo, tira as pessoas da zona de conforto, onde estão à vontade porque sabem as perguntas e as respostas e as leva para uma região onde precisam aprender e criar. Deve-se ter em mente que algumas pessoas têm mais dificuldades que outras e estas dificuldades foram listadas por NAKAYAMA(2003) e são:

- “A perda de patrimônio intelectual que a pessoa sente que pode eventualmente ter, ou seja, tudo o que ela sabe e aprendeu durante toda a sua vida na organização poderá não ser mais utilizado. E o que for novo, ela terá que aprender.
- A confiança que a pessoa tem em si mesma de que é capaz de se adaptar e aprender a agir na nova situação pós-mudança, ou seja, as pessoas geralmente duvidam da sua própria capacidade de adaptação e aprendizado.
- A predisposição natural que certas pessoas têm para enfrentar ou fugir de mudanças. E isto pode estar associado a aspectos puramente pessoais, como a tendência da pessoa para imaginar coisas ruins, ou seja, ser pessimista.
- O medo de perder seu espaço dentro da empresa seja deslocando-se para uma outra função ou até mesmo sendo demitido.”

É fundamental criar um ambiente de comprometimento, dentro da organização, para a mudança. Para isso, deve-se tomar algumas medidas de motivação para os funcionários que assumam riscos junto com a aceitação de eventuais problemas que isso possa representar. Trata-se de uma atividade crítica, sendo fundamental para a quebra das resistências naturais das mudanças.

6. Acurácia e integridade dos dados

É preciso que haja uma alta aderência entre os dados, com relação à estrutura de produtos, registros de estoques e *lead-times* reais e os apontados no sistema. Isso

porque pode causar a perda de confiança dos usuários, uma vez que ao trabalhar com dados incorretos o sistema irá conseqüentemente fornecer saídas incorretas (“*garbage in, garbage out*”). Segundo Corrêa; Giansesi (1997), empresas que tem conseguido os melhores índices de desempenho de sistemas MRP II tem alcançado um nível de acurácia de no mínimo 95%, com intervalo de tolerância de no máximo 5%.

7. Adequação de hardware e software

Adquirir equipamentos e programas necessários à implementação evitando gastos exagerados na compra destes componentes. Será tratado como um subproblema do projeto.

Segundo Corrêa; Giansesi (1997), uma vez que a empresa esteja preparada para utilizar o sistema, deve-se fazer um corte do sistema antigo e entrar com o sistema novo. Trata-se de outro momento crítico, uma vez que o sistema antigo bem ou mal funcionava, enquanto que o novo ainda guarda dúvidas. O sistema antigo não pode ser reutilizado, mesmo porque os procedimentos do sistema antigo foram substituídos pelos novos.

5.3. Solução dos Outros Problemas

Vamos relatar sinteticamente a solução dos subproblemas para a resolução do trabalho.

5.3.1. TI

Para aumentar a velocidade do fluxo de informação, foram adquiridos novos micros (*hardware*) e todos os micros foram ligados em rede. Desse modo, além da transmissão imediata das informações entre os departamentos, eliminou-se o retrabalho feito com dados da produção, que eram escritos manualmente pelo encarregado de produção e digitados pela secretária no escritório. Com um micro ligado a produção, informações de perdas, estoques, ordens de produção e itens faturados podem entrar mais rapidamente no sistema, o que permitiu que todas as informações necessárias para o PCP pudessem ser reunidas até a tradicional reunião das 11 horas.

5.3.2. Organizar e controlar estoque-expedição

A organização do setor de expedição se deu tanto no nível físico quanto no sistema de controle dos dados. Fisicamente foi feito um estudo no mercado e decidiu-se comprar um sistema de porta-*pallets*, que auxiliaram a organização física das caixas. Quanto aos dados, seu controle melhorou devido ao próprio sistema criado no projeto e com a implantação de um micro no ambiente fabril, que possibilitou que o próprio encarregado creditasse itens produzidos e debitasse itens faturados.

5.3.3. Otimização de chapas de vidro

A questão dos programas de otimizações é um *trade-off*, uma vez que se por um lado minimiza a perda de vidro com relação ao corte da chapa, por outro estava cortando e iniciando a corrida de produção de itens que não estavam no MPS.

Para que não fossem utilizados otimizações do corte que minimizam a perda de material mas também coloca na linha itens indesejados, criou-se diversos programas através da combinação de diversos itens de mesma espessura e de chapas

de diferentes tamanhos (utilizava-se basicamente um único tamanho (3210 mm x 2200 mm)).

5.3.4. Melhoria de processos

Devido a implantação das fichas de apontamento, tornou-se possível a rastreabilidade dos focos dos problemas. Além disso, como o nível de estoque diminuiu, diversos problemas que não eram perceptíveis anteriormente começaram a tornar-se evidentes, o que levou a empresa a tomar uma série de atitudes que resultaram em melhorias. A principal está ligada a manutenção, que não era executada corretamente de acordo com o planejamento.

6. CONCLUSÕES

6.1. Síntese do Trabalho

O trabalho apresentado focou nas principais mudanças feitas na administração da produção e do PCP para melhorias na gestão dos pedidos.

Foi utilizado um modelo de administração da produção que utiliza conceitos de OPT na priorização do gargalo, do MRP, na determinação da rotina de cálculo de necessidades de materiais, e do JIT, na criação de um sistema de apontamento da produção (*kanban* adaptado).

A política de produção também sofreu alterações, sendo que foi realizada uma discriminação dos produtos classe A (mais importantes) que tornaram produtos de produção para estoque (MTS).

Foram também criados meios para fazer o controle dos estoques (fisicamente e no sistema de banco de dados), mudanças nos procedimentos de compras, vendas, produção, mudanças nos métodos de custeio, etc. Enfim, o trabalho envolveu toda a organização na busca de melhorias globais para a empresa.

6.2. Apresentação dos Resultados

Com a implantação do projeto, praticamente toda a organização sofreu mudanças. Primeiramente, alcançou-se uma maior integração entre os diversos departamentos, sendo que o sucesso do sistema só é realizável se houver uma cooperação de todas as partes. Uma distorção de qualquer parte, seja no apontamento da produção, na falta de atualização dos pedidos do setor de vendas, da negligência

Bibliografia

do setor de compras ou de atrasos na produção, por exemplo, podem comprometer o resultado como um todo.

Analisando o setor de produção, a partir do chão de fábrica, começou-se a fazer apontamentos sobre a produção e as perdas diárias. Foi a primeira resistência a discutir com a alta gerência, uma vez que os operadores iriam despende esforços e tempo no preenchimento e contagem da produção ao invés da execução da produção, propriamente dita.

Ainda no chão de fábrica, foi treinado o encarregado da expedição para entrar com os apontamentos da produção no sistema. Utilizando as fichas de controle diário que discrimina as peças boas e perdas e as fichas de Ordem de produção, que consolida e confirma os dados de entrada no sistema. Periodicamente, ele também tornou-se o responsável pela contagem dos estoques (que foi foco de um dos subproblemas), incluindo a verificação de ordens de produção cujas peças já foram produzidas e controle do fluxo de materiais na fábrica.

O setor de vendas mudou sua rotina, que começou a questionar o gerente de produção para modificar ou aceitar pedidos de última hora.

A atividade de compras também ficou facilitada com o sistema, uma vez que indica o quê e quando adquirir os materiais. Foi também determinada uma política de estoques de matéria-prima, que fez com que essa atividade tivesse um melhor controle.

O departamento de qualidade foi beneficiado com o sistema, principalmente com a consolidação do sistema de apontamento, que permitiu uma melhor confiabilidade sobre os dados de seus indicadores, além de permitir a rastreabilidade das peças e busca de pontos/setores críticos do processo.

Bibliografia

Além disso, um sistema de produção mais enxuto facilita a identificação de problemas de produção e a atuação da área de qualidade na solução deste problema. Um exemplo que ilustra o caso é a analogia do caso das pedras que ficam mais evidentes no rio conforme o nível de água diminui.

O encarregado de produção, que faz a programação e o controle da produção conseguiu fazer com que suas atividades trouxessem melhores resultados com a implantação do sistema. Além da redução do índice de atrasos (que faz com que melhore a imagem da empresa junto dos clientes), o aumento da visibilidade no horizonte de planejamento e melhoria do controle dos dados de entrada fez com que ao executar seu trabalho ficasse mais confiante.

Quanto a dimensão de custos, teve-se uma melhoria através da redução dos estoques, desde a redução das matérias-primas, passando pela limitação do estoque intermediário até a redução do estoque final. Além disso, o estudo de tempos e métodos foi usado no sistema de custeio dos produtos.

Porém, o sistema teve diversas limitações. A principal foi o prazo de execução do sistema, uma vez que o novo forno foi instalado e iniciou suas operações no final de setembro, o que mudou a rotina da fábrica. Para a alta gerência, a visualização dos resultados ficou obscurecida pela coincidência de que o período em que a implementação teve seu pico foi o período de férias de um de seus principais clientes, que implica diretamente na diminuição da produção, dos atrasos e dos estoques, assim como o projeto. Além disso, a partir dessa data, a prioridade da empresa era viabilizar a produção com o novo forno, em virtude de diversos problemas técnicos com o forno antigo, o que tornou o problema de PCP secundário do ponto de vista da alta gerência.

Um segundo ponto foi que ao se manter os níveis de estoques baixos, quando ocorreu o primeiro problema devido a falhas na manutenção (embora isso tenha

Bibliografia

acarretado melhorias nesse departamento) os níveis de estoques intermediários aumentaram um pouco, como forma de proteger a produção.

Assim, conforme ilustrado na figura 1.11, o projeto trouxe mudanças significativas em diversos setores da organização, que trabalharam conjuntamente em busca de um melhor desempenho global.

6.3. Próximos Passos

Primeiramente, devemos adaptar a modelagem do sistema produtivo face a mudanças que a instalação do novo forno tem trazido, principalmente no deslocamento do recurso gargalo. Nesse projeto já foram feitas telas e rotinas para os possíveis futuros gargalos, serigrafia e lapidação.

Uma vez novamente em funcionamento, deve-se atrelar a meta de produção ao programa de divisão de lucros (PLR) da empresa, de modo a incentivar o cumprimento dos planos de produção.

Devemos também aprimorar e fortificar o setor de manutenção da empresa (TPM), desenvolvendo um plano de manutenção mais eficiente para a empresa; e melhorar a gestão da qualidade (TQC), analisando os processos de produção, de modo a trazer uma maior estabilidade para o processo (diminuir outras perdas de Ohno), facilitando o cumprimento dos planos de produção.

Do ponto de vista do sistema de PCP, os passos seguintes seria a incorporação de técnicas heurísticas para sequenciamento da produção.

Deve-se também promover um gerente de produção que efetue as tarefas de balanceamento da produção durante o mês, bem como outras atividades de

Bibliografia

planejamento da produção. Notou-se a ausência desse cargo, que motivou a realização desse trabalho.

Nesse trabalho, buscou-se consolidar o conhecimento adquirido durante todo o curso de Engenharia de Produção. Espero, por fim, que o trabalho realizado sirva de inspiração para novos trabalhos relacionados, uma vez que apresenta um modelo de solução para a organização dos procedimentos de PCP em uma empresa generalizada de produção intermitente.

BIBLIOGRAFIA

ARNOLD, J. R. T. **Administração de Materiais**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 521p.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de Suprimentos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BARBASTEFANO, R. G. Centro de Estudos em Logística da UFRJ. Rio de Janeiro. Apresenta os fatores críticos para a implementação de sistemas MRP II. Disponível em: <www.cel.coppead.ufrj.br/fr-mrp.htm>. Acesso em 19 de set. 2003.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, Mrp2 e opt** – um enfoque estratégico. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

_____; _____. **Planejamento, Programação e Controle da Produção – MRP II / ERP** – Conceitos, uso e implantação. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

COX, J. F.; BLACKSTONE JR, J. H.; SPENCER, M. S. **Apics Dictionary**. 8. ed. 1995. 92p.

FOGARTY, D. W., HOFFMAN, T. R. **Production & inventory Management**. Cincinnati, OH: South-Western, 1983.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta** – Um processo de Aprimoramento Contínuo. 1. ed. São Paulo: Educator, 1994.

GORDON, G. **System Simulation**. 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1978. p38 – 43.

Bibliografia

GURGEL, F. (Org.), **Glossário de Engenharia de Produção**. 12. ed. São Paulo: s.n., 2003.

HARRINGTON, H. J., **Simulation modeling methods**. 1. ed. New York: McGraw-Hill, 2000. p1-32.

MACKLINE, C *et al* **Administração da Produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1981.

RICE, T. Production-Schedulling. Apresenta um modelo de MRP-I construído em MS-Excel. Disponível em <www.production-schedulling.com>. Acesso em 25 de mar. 2003.

SANTORO, M. C. Apostila **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 2001. 155p.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas,2002.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.220p.

VOLLMAN, T. E., BERRY, W. L., WHYBARK, D. C. **Manufacturing planning and control systems**. 3. ed. Homewood, IL: Irwin, 1992.
