

Programação da produção de uma linha de reservatórios automobilísticos

Fabiana Prado De Martini

Orientadora: Regina Meyer Branski

Universidade Estadual de Campinas

Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes

RESUMO

O objetivo do trabalho é desenvolver uma ferramenta – utilizando Excel – para programar a produção de forma automática. A empresa estudada é fornecedora de reservatórios automobilísticos para uma grande montadora que muda com frequência sua demanda, o que exige que a empresa altere constantemente sua programação da produção. Atualmente, as alterações na programação são realizadas pelo programador partir do seu conhecimento e experiência pessoal. A ferramenta irá permitir uma rápida reprogramação por qualquer programador ou mesmo evidenciar a impossibilidade de atendimento do cliente e será desenvolvida para uma das linhas que produz reservatórios lavadores para automóveis.

ABSTRACT

The objective this paper is to develop a tool – using Excel – for production scheduling automatically. The company studied is a supplier of automobile tanks for a major automaker that often changes their demand, which requires the company to constantly change its production schedule. Currently, the programming changes are made by the developer from their person knowledge and experience. The tool will allow rapid reprogramming for any programmer or even show the impossibility of customer service and will be developed into one of the lines producing reservoirs washers for cars.

1. INTRODUÇÃO

Há uma grande complexidade em gerir os vários fatores de uma linha de produção, como disponibilidade de materiais, mão-de-obra e equipamentos. As principais dificuldades para a gestão desses fatores são:

- Disponibilidade de Materiais: efetuar os pedidos aos fornecedores com o máximo de exatidão, cumprimento do *Lead Time* acordado, programação da linha do fornecedor com o máximo de eficiência;
- Mão-de-obra: estar disponível no momento necessário e na quantidade necessária, sem possíveis excessos;
- Equipamentos: ocupar de forma eficiente os equipamentos disponíveis.

Um bom planejamento destes fatores pode melhorar e tornar mais eficiente a gestão de uma linha de produção, além de evitar possíveis rupturas. Entretanto, muitas vezes a demanda oscila e varia não sendo possível estabelecer parâmetros que ajudem operar da forma mais eficiente a linha de produção.

2. SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO – PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

De modo genérico chamamos de Sistemas de Administração da Produção, os sistemas que dão apoio à tomada de decisões táticas e operacionais referentes às questões logísticas para que sejam atingidos os objetivos estratégicos da organização, que de modo geral são: o que produzir e comprar; quanto produzir e comprar; quando produzir e comprar; com que recursos produzir. O que se espera de um sistema de administração da produção é suporte para que os objetivos estratégicos da organização sejam cumpridos e que o sistema seja capaz de apoiar o tomador de decisões logísticas para (Corrêa e Gianesi, 2011):

- **Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização**

A necessidade de planejar necessidades futuras de capacidade deve a uma característica fundamental dos processos de decisão que envolve obtenção de recursos é o tempo, que necessariamente tem de decorrer entre o momento da tomada de decisão e o momento em que os efeitos da decisão passam a fazer-se sentido.

Não só é essencial planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva, como também fazê-lo levando em conta vários horizontes futuros. É importante enxergar as necessidades futuras com um longo horizonte de antecedência (para que se possa tomar as melhores decisões quanto a possíveis grandes incrementos de capacidade, que são decisões que envolvem normalmente um longo período de tempo), as necessidades futuras com um horizonte médio (podendo se tratar no que se refere á meses) e finalmente as necessidades futuras de capacidade com um horizonte curto (tomando “hoje” as melhores decisões, em um pequeno espaço de tempo).

- **Planejar os materiais comprados**

Para que estes não cheguem nem antes nem depois, nem em quantidades maiores ou menores do que aquelas necessárias ao atendimento da demanda. Isto para não causar interrupções prejudiciais ao atingimento do nível pretendido de utilização dos recursos produtivos e, por outro lado, para que a organização não arque com os custos decorrentes da eventual sobra por compras excessivas. O planejamento dos materiais pode ser uma atividade extremamente complexa.

- **Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais nos pontos certos**

Os estoques devem ser reduzidos aos níveis mínimos necessários a atender às necessidades estratégicas da organização. A gestão desses níveis de estoques é parte das atribuições dos sistemas de administração da produção e está longe de ser atividade trivial na maioria dos sistemas produtivos.

- **Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados em cada momento, nas atividades certas e prioritárias**

A questão de priorização é fundamental em sistemas de administração de produção. Há vários tipos de decisões que envolvem o dia-dia da produção, por exemplo, produzir uma peça mais rápida para que o maior número de ordens seja cumprido ou priorizar as ordens cuja data prometida de entrega ao cliente esteja mais próxima, ou ainda, priorizar as ordens que representem o maior potencial de faturamento num prazo curto de tempo. Enfim, são diversas as possibilidades a se combinar ou priorizar.

A forma com que se podem priorizar as atividades pode ter impacto no desempenho de todo o sistema de produção, em relação a indicadores como cumprimento médio de prazos, tempos médios de atravessamento das ordens pelo sistema produtivo, fluxo de caixa, estoques em processo, entre outros fatores.

- **Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção)**

Essencial na provisão destas informações, aos parceiros de negócio (clientes e fornecedores), para alavancar positivamente a contribuição estratégica destes parceiros para o bom desempenho da cadeia de suprimentos a que pertencem tem a ver com o controle da produção. Disponibilidade de informação é, na verdade, um pré-requisito para se ter controle dos processos.

- **Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois, fazer cumpri-los**

Muitas vezes prazos são prometidos para o cliente no ímpeto de conseguir fechar uma venda e ter a possibilidade de aumento no faturamento. Por esse motivo alguns pedidos entram na fábrica com prazos impossíveis de serem cumpridos, contribuindo para uma gestão conturbada da fábrica. Ao final, o resultado dessa turbulência podem ser prazos não cumpridos não só do novo pedido, mas também de pedidos anteriormente existentes.

Muitas vezes a força de vendas age assim pela falta de apoio informacional. Simplesmente, não há informação disponível sobre a situação de carregamento atual e futuro da fábrica em forma simples e disponível para que os responsáveis pela venda e negociações com o cliente tenham segurança em prometer prazos que tenham ao menos uma mínima probabilidade de ser cumpridos. Para tanto, é necessário o apoio de um sistema de administração de produção eficaz que apóie os tomadores de decisão nessas importantes atividades, com evidentes implicações estratégicas.

- **Ser capaz de reagir eficazmente**

O sistema produtivo deve adaptar-se rapidamente a mudanças no processo produtivo, mudanças na disponibilidade de suprimentos e acima de tudo, mudanças na demanda. Ser capaz de reagir eficazmente a mudanças é uma função essencial da atividade de controle da produção.

Um bom sistema de administração da produção deve ser sensível para, diante de alterações realidade frente ao planejado, ser capaz de rapidamente replanejar o futuro, levando em conta as novas ocorrências. Em termos gerais, os sistemas de administração da produção devem ser capazes de, por meio da informação, integrar a função de operação com outras funções dentro da organização de forma que proporcione a necessária integração de seu processo logístico, onde reside o maior potencial de obtenção de melhoramentos competitivos.

Para Ballou, 2006 os sistemas de produção cada qual com seus pontos positivos devem ser aplicados de modo a atender a especificidade de cada produto e aplicação solicitada por cada cliente.

3. A EMPRESA

A Cebi Brasil Ltda está localizada em Indaiatuba – SP há 14 anos e produz reservatórios lavadores, reservatórios de partida a frio e reservatórios de expansão para grandes montadoras no Brasil. A empresa é fornecedora para as principais montadoras do Brasil como Fiat, General Motors, Volkswagen, Ford, PSA, Renault e também para o mercado de reposição.

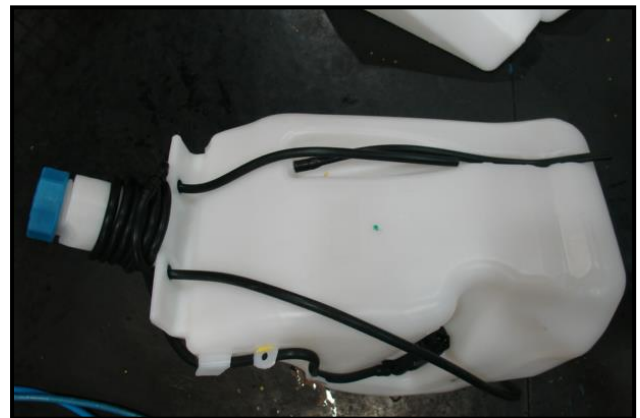
Resumidamente a cadeia de suprimentos da empresa da Cebi funciona da seguinte forma:

- Recebimento da demanda firme prevista pelos clientes e remetida via EDI (mensal e semanal);
- Exportação das informações para o sistema interno;
- Cálculo do MRP semanal;
- Programação semanal enviada aos fornecedores nacionais via EDI para compra de matéria-prima;
- Produção semanal conforme demanda do cliente;
- Entrega dos produtos conforme agenda logística.
- Os 10% de componentes importados são tratados de maneira particular, devido ao grande *Lead Time* de trânsito e liberações.

Este trabalho será direcionado para o mapeamento de uma linha que produz reservatórios lavadores para uma grande montadora de São Bernardo que altera a demanda diversas vezes por semana. Nesta linha são fabricados oito códigos diferentes de reservatórios. Cada código tem tempos diferentes de processo e movimentação na linha. Por exemplo, são produzidos 40 reservatórios do tipo G70009 (Reservatório lavador Kombi – 1 via) por hora utilizando a mão-de-obra de um operador. Já para o código G70011 (Reservatório lavador caminhão NFB – 2 vias) são fabricadas 23 peças em uma hora com a mesma disponibilidade de mão-de-obra. Abaixo exemplos de alguns itens fabricados na célula do estudo:



G70009 – RESERVATÓRIO LAVADOR
KOMBI – 1 via



G70011 – RESERVATÓRIO LAVADOR
CAMINHÃO NFB – 2 vias

Figura 1: Reservatórios Lavadores

Ainda, para cada item a montadora exige embalagens específicas que devem atender as exigências quanto à quantidade de peças por camada e o número de camadas permitido. Abaixo um exemplo de peças embaladas conforme homologação da montadora:



Figura 2: Plano de embalagem reservatório lavadores

Diferentemente dos demais clientes, essa montadora altera com frequência a demanda, tanto em relação à quantidade pedida, como também em relação ao tipo de produto e modifica a sua demanda no mínimo duas vezes a cada semana. A montadora alega que por produzir vários códigos, inclusive os mais antigos, seus mix de produtos são bastante alterados e muitas vezes não consegue aguardar uma semana para reprogramar os fornecedores. Estas alterações no volume e na variedade causam uma série de problemas no planejamento da produção para a Cebi, e consequentemente problemas diretos na programação da produção.

A montadora coleta as peças em sistema de Milk – Run diário. Por se tratar de uma distância de 125 Km entre Indaiatuba e a planta de São Bernardo do Campo, as peças saem da Cebi por volta das 08:00 horas da manhã e chegam na montadora no mesmo dia. Sendo assim, o *Lead Time* de fornecimento é de apenas um dia.

Como regra, a Cebi acompanha a frequência de alteração da maioria dos clientes, e repassa aos nossos fornecedores uma vez a cada semana, após o cálculo do MRP, a programação de entrega atualizada e programa a produção interna uma vez na semana. Mas, no caso da montadora do estudo, dada a variabilidade da demanda, isto não é possível. A empresa também não pode aplicar os modelos tradicionais para cálculo de previsão de demanda, pois a mudança de mix não pode ser programada e não obedece a uma linha de raciocínio estatística. O Gestor de Follow-Up da montadora comentou em conversa informal que algumas vezes a programação não pode ser cumprida, devido ao não atendimento de alguns fornecedores que são considerados nível A (como a Cebi). Este nível é considerado para o fornecimento de peças que são imprescindíveis para finalização de montagem do carro na linha de produção. Como exemplo, em março de 2013 havia cerca de 30 carros incompletos próximos ao estacionamento dos visitantes. Em todos faltava o farol dianteiro esquerdo, ou seja, o fornecedor do farol não é considerado como nível A, pois a linha de produção não precisou ser alterada pela falta de fornecimento do farol.

Há várias conseqüências diante desse desarranjo da montadora, alguns serão citados á seguir:

- Como os fornecedores têm a atualização das informações uma vez a cada semana, muitas vezes o estoque de segurança interno não absorve a variação de demanda do cliente, além dos fornecedores sofrerem com essa instabilidade.
- O estoque de segurança para os itens específicos fornecidos a montadora de São Bernardo do Campo foram acrescidos, pois para que não houvesse rupturas e mantivessem a satisfação do cliente, optou-se em onerar o estoque. Isso também diminuiu os fretes extras que aconteciam com freqüência para retirada de componentes de nossos fornecedores, muitas vezes antecipando a programação.
- Como reflexo dessa demanda instável, há uma desordem no fluxo logístico. Muitas vezes, se o estoque de segurança não é suficiente para o reprograma, os componentes não passam pelo procedimento de recebimento de material, indo direto para a linha. Os componentes são liberados rapidamente pela qualidade, o que torna a conferência duvidosa, a entrada no sistema não é feita no momento correto fazendo com que a transferência entre os almoxarifados seja realizada.
- Finalmente, no momento do faturamento há mais problemas, como lançar uma peça no sistema (já que a linha ainda não é automatizada com apontamento “online” no sistema interno) se os componentes não estão disponíveis no almoxarifado correto no sistema. Enfim, são fatores que impulsionam o conhecido “furo de estoque” tanto de componentes, como nos produtos acabados.

Todos os fatores citados anteriormente são conseqüência do problema da demanda constantemente variável e interferem diretamente na programação da produção. Através das informações disponibilizadas pelo departamento de PCP a fábrica é dimensionada, além de ser decidido a quantidade de operadores necessários, o abastecimento das linhas realizado pelo pessoal do almoxarifado, e todos os processos intermediários internos da fábrica.

4. MODELO ATUAL DE SISTEMA DE PRODUÇÃO

A célula ou linha de montagem que será mapeada no estudo é uma linha de reservatórios lavadores.

Os *setups* da célula não são significativos, pois apenas algumas máquinas de pequeno porte são realocadas, não alterando a configuração da célula e da bancada. O maior gasto de tempo ocorre principalmente na parte da documentação de controle já que são exigidas diversas informações.

A informação para iniciar a montagem do programa de produção é retirada do sistema interno (Microsiga), conhecido como relatório de pedidos não entregue. Nesse relatório as informações relevantes são: o cliente, os itens, a quantidade pedida, a quantidade pendente do pedido e a data de entrega.

Como vários códigos são produzidos em uma só célula, para decidir qual item, em que ordem e em que quantidade serão programados exige diversos parâmetros. Além do fato de existir o estoque, que muita das vezes se torna desbalanceado. Como não é possível alterar automaticamente a produção, é preciso contar com a experiência do programador. No caso da Cebi, o programador é um antigo líder da linha de reservatórios e conhece profundamente os problemas das células, inclusive os operadores.

Outro ponto que merece destaque é o fato de contarmos com a experiência do programador para saber a diferença nos tempos de produção de cada item. Na célula estudada, dos oito tipos de códigos, ao menos quatro têm diferentes tempos de produção devido a algumas particularidades do processo. Não há um trabalho de medição de tempos dos processos ligados a cada item em específico, deixando padronizado, para todos os turnos, a capacidade horária de produção. Sendo assim a empresa é “refém” da experiência de uma única pessoa e a probabilidade de erros aumenta, pois as decisões não são através de procedimentos e estudos comprobatórios.

Não há como prever a linha com linearidade, pois conforme o item a ser programada, a quantidade diária pode ser maior ou menor que a média da demanda prevista. Por isto a necessidade de conhecimento de tempo de produção de cada código, pois se a linha for tratada com sistema linear, pode haver falta ou excesso de capacidade. O processo de programação se torna ainda mais complexo pelo fato que durante a semana o cliente altera os pedidos devido alteração da demanda ou mudança de mix na linha da montadora, sem frequência estipulada ou nível de variação previamente discutida. Quando é recebida essa reprogramação deve ser repassada para a linha de modo imediato e todas as análises que foram feitas para a programação inicial devem ser refeitas. Além disto, a eficiência do processo fica comprometida, pois a medição lógica da linha não está mapeada, e não se sabe, por exemplo, se o operador foi eficiente ou não, e o nível de produção/hora está dentro dos limites do processo. Principalmente quando há várias alterações na programação no decorrer da semana.

5. MÉTODO

Para o desenvolvimento da ferramenta serão necessários:

- Medir os tempos exatos de produção de cada item nos diferentes turnos, através do método da cronoanálise (método de medição que usa a cronometragem como ferramenta e apura o tempo real para a indicação do tempo previsto);
- Medir os tempos dos *setups* com o maior número de configurações possíveis de troca de códigos;
- Medir a quantidade de operadores necessários conforme demanda requisitada;
- Dimensionar o tempo real da linha e tornar como padrão o resultado para todos os departamentos;
- Balancear o estoque e planos de embalagem de maneira automática;

Com essas medidas serão elaboradas planilhas onde as informações coletadas, tempos de *setup*, tempo dos operadores e tempos de produção de cada código, se tornarão padrão para a programação da linha. Através de fórmulas matemáticas ficará automatizada a alteração da programação que frequentemente acontece durante a semana, onde os números serão ajustados de maneira automática, não dependendo mais do único e exclusivo conhecimento e decisão do programador. Com a padronização e divulgação dos resultados esperados do estudo, é possível obter maior confiabilidade e agilidade nas alterações do programa de produção diante de variação da demanda. Será demonstrado á seguir que através da elaboração de planilhas, conseguiu-se chegar á um bom resultado na mudança de programação conforme variação da demanda.

6. APLICAÇÃO

A planilha abaixo foi criada para descrever os cálculos de produção horária por código, as quantidades do plano de embalagem homologado e a demanda previsional no início de cada mês, e o estoque de segurança que será mantido internamente na Cebi. Os valores descritos na planilha abaixo serão considerados na planilha de programação que será detalhada posteriormente:

1 CÓDIGO CEBI	2 DEMANDA DO MÊS	3 ESTOQUE DE SEGURANÇA	4 PLANO DE EMBALAGEM	5 PRODUÇÃO DE PEÇAS/HORA/OPERADOR			
				1	2	3	4
B13025	1650	165	205	30	60	90	120
G70001	1760	176	160	65	130	195	260
G70002	2400	240	160	65	130	195	260
G70009	1200	120	100	40	80	120	160
G70010	304	30	60	40	80	120	160
G70011	2487	249	30	23	45	68	91
G70012	1478	148	36	40	80	120	160
N70006	3192	319	168	40	80	120	160
TOTAL	14471	1447					
6 DIAS ÚTEIS DO MÊS	20						
7 DIAS DE ESTOQUE DE SEGURANÇA	2						
8 PROGRAMA DIÁRIO	796						
9 NÚMERO DE OPERADORES DISPONÍVEIS PARA A LINHA	4						
10 HORAS DISPONÍVEIS POR TURNO	7,5						

Figura 3: Planilha de avaliação mensal da demanda

- 1- CÓDIGO CEBI: código de cada reservatório que produz na linha do estudo;
- 2- DEMANDA DO MÊS: valor previsional disponível no relatório de pedidos não entregues no início do mês;
- 3- ESTOQUE DE SEGURANÇA: para o cálculo do estoque de segurança, primeiramente foi definido de forma estratégica qual a quantidade de dias de estoque de segurança será absorvido durante o mês. Há alguns clientes que tratam o estoque de segurança de maneira contratual, mas no casoda montadora em questão, esse acordo é informal, desde que o abastecimento na montadora não seja comprometido. Nesse exemplo são considerados dois dias de estoque de segurança durante o mês, usando um dos códigos da linha do estudo. A fórmula para o cálculo do estoque de segurança utilizada é:

$$\text{ESTOQUE DE SEGURANÇA} = (\text{DEMANDA DO MÊS} / \text{DIAS ÚTEIS DO MÊS}) \times \text{DIAS DE ESTOQUE DE SEGURANÇA}$$

$$\text{ESTOQUE DE SEGURANÇA B13025} = (1650 / 20) \times 2 = 1650$$

- 4- **PLANO DE EMBALAGEM:** cada código tem seu plano de embalagem específico, conforme dimensões da peça ou de embalagem. O plano de embalagem é homologado pela montadora.
- 5- **PRODUÇÃO DE PEÇAS/HORA/OPERADOR:** foi realizada uma cronoanálise na linha, com médias de produção dos diferentes turnos. Houve a medição do quanto a linha produz, de acordo com a quantidade de operadores disponíveis para a produção;
- 6- **DIAS ÚTEIS DO MÊS:** dias do mês corrente sem considerar sábados, domingos e feriados;
- 7- **DIAS DE ESTOQUE DE SEGURANÇA:** como explicado no item 3, a quantidade de dias considerados no estoque de segurança é tratada de maneira estratégica todo o início de mês, dependendo da valorização do estoque acabado atual.
- 8- **PROGRAMA DIÁRIO:** definição geral do quanto em média será a produção da linha durante o mês, conforme fórmula abaixo:

$$\text{PROGRAMA DIÁRIO: (TOTAL DA DEMANDA DO MÊS + TOTAL DO ESTOQUE DE SEGURANÇA) / QUANTIDADE DE DIAS ÚTEIS DO MÊS}$$

- 9- **NÚMERO DE OPERADORES DISPONÍVEIS:** diante do mapeamento geral para fábrica, quantidade do programa diário apresentado e cálculo de produção/hora/operador, há uma média de necessidade de operadores para a linha.
- 10- **HORAS DISPONÍVEIS POR TURNO:** média de 7,0 á 7,5 horas por turno, devido ao desconto de horário de refeição e café.

O próximo passo é construir outra planilha (Figura 4) que nos mostre os códigos dos itens e os dias da semana e repassar as informações do pedido que o Cliente envia via sistema para uma planilha de Excel. Essa planilha é a única em que o programador irá manipular, para a programação semanal ou conforme reprogramação do sistema. Não há nenhum tipo de fórmula nessa planilha. A única particularidade é que se diminui um dia ao solicitado em carteira, para fechar a quantidade solicitada com um dia de antecedência. Abaixo um exemplo de valores semanais que deveremos produzir da linha do estudo:

ITEM	27/mai	28/mai	29/mai	30/mai	31/mai
B13025			480		
G70001		300			
G70002			800		
G70009			200		
G70010	50				
G70011					648
G70012					375
N70006		168	168	168	168
TOTAL	50	468	1648	168	1191

Figura 4: Planilha base de programação

Conforme a planilha, no dia 27 de maio deve-se produzir apenas 50 peças do item G70010 e no dia 29 de maio, para um único dia, temos o total de 1648 peças, quantidade acima da capacidade diária da linha. Os dados da planilha acima servirão de base tanto para a programação freqüente (semanal) como para possíveis alterações, como cortes e reprogramações do cliente durante a semana.

Assim que a nova programação da montadora chegar, os dados serão colocados na planilha e a produção será automaticamente reprogramada. Para a produção Cebi, a data que se encontra na carteira de pedidos, ou seja, a data que o cliente quer a peça na planta deve ser antecipada em um dia útil.

Como exemplo, podemos usar o código G70010: a montadora enviou um programa de 50 peças para entrega em 28/05/2013. Para a programação Cebi, devemos produzir essa peça no máximo em 27/05/2013 – dia que colocamos na programação (planilha Figura 4). Após dados fornecidos pelas duas planilhas demonstradas acima, em uma última planilha será demonstrado o melhor cenário para a programação levando em consideração não só o valor requerido pelo cliente, mas também a quantidade disponível no estoque, os planos de embalagem, as horas disponíveis para a programação (conforme particularidade de cada item da linha, pelos dados fornecidos pela medição da cronoanálise) e o tempo médio gastos com *setups*.

Para uma melhor explicação a planilha abaixo dará como resultado apenas um turno de um dia de programação e não terá a semana toda demonstrada, pois a quantidade de colunas ficaria excessiva:

ITEM	ESTOQUE	NECESSIDADE	PROGRAMAÇÃO PREVISTA	HORAS PREVISTAS	HORAS PELA NECESSIDADE	HORAS TRABALHADAS	PROGRAMA FIXO	ESTOQUE FINAL
B13025	0	165	205	1,7	1,4	2,7	410	410
G70001	322	0	0	0,0	0,0	0,0	0	322
G70002	324	0	0	0,0	0,0	0,0	0	324
G70009	395	0	0	0,0	0,0	0,0	0	395
G70010	49	30	60	0,4	0,2	0,4	60	59
G70011	597	0	0	0,0	0,0	0,0	0	597
G70012	396	0	0	0,0	0,0	0,0	0	396
N70006	38	319	504	3,2	2,0	3,9	672	710
SETUP				3,0		0,9		
TOTAL	2121		769	5,2	3,6	7,0	1142	3213

Figura 5: Planilha de programação reformulada

COLUNA ITEM: código interno Cebi;

COLUNA ESTOQUE: quantidade de estoque no momento da atualização da programação;

COLUNA NECESSIDADE: através de fórmulas do Excel automaticamente se identifica os itens que tem necessidade de estarem no primeiro dia de programação. Esse cálculo seleciona a quantidade disponível em estoque e a necessidade de saída exemplificada na planilha da Figura 4;

COLUNA PROGRAMAÇÃO PREVISTA: após a identificação dos itens a serem programados ('coluna necessidade') pela lógica do estoque e da saída, essa coluna defini provisionalmente a programação através de amarração da quantidade do plano de embalagem de cada item ajustando as quantidades da 'coluna necessidade';

COLUNA HORAS PREVISTAS: Usam-se os dados da coluna da programação prevista e divide pela quantidade de peças produzidas por hora conforme quantidade disponível de operadores. Essas duas informações são coletadas na planilha da Figura 3 e transportadas automaticamente por fórmulas do Excel.

Exemplo com o item B13025: na programação prevista há 205 peças e pela planilha 1 temos que 4 operadores (disponíveis) produzem 120 peças a cada hora. Tem-se: $(205/120) = 1,7$ horas;

COLUNA HORAS PELA NECESSIDADE: quantidades da 'coluna necessidade' é dividida pela quantidade de peças produzidas por hora conforme quantidade disponível de operadores (Figura 5).

Como exemplo agora o item G10010 que tem necessidade de 30 peças e pela planilha 1 temos a informação que 4 operadores produzem 160 peças a cada hora. Assim, $(30/160) = 0,2$ horas;

COLUNA HORAS TRABALHADAS: quantidade gerada na coluna necessidade multiplicada pelas horas previstas de setup (quantidade de setups x 0,1667). É dividido esse resultado pelo total de horas pela necessidade. Após encontrar o resultado (parcial), multiplica-se o valor pelas horas disponíveis por turno. Exemplo de como se encontra o valor em horas trabalhadas para o item N70006: $(2,0 * 0,9) / 3,6 * 7,5$;

COLUNA PROGRAMA FIXO: Resulta a quantidade exata de programação, considerando múltiplo de embalagens, quantidade inicial de estoque e saída prevista pela carteira de pedidos;

COLUNA ESTOQUE FINAL: quantidade de estoque final após a produção sem descontar a previsão de saída.

• **NOTA: LINHA SETUP:** faz a contagem da quantidade de *setups* previsto para aquele turno.

7. RESULTADOS

Há três semanas a programação está sendo alterada através da ferramenta proposta. O único problema que tivemos é que não tínhamos travado as fórmulas da planilha e o programador em uma determinada atualização apagou as fórmulas em uma das colunas e a programação saiu errada, imediatamente ajustamos e travamos a planilha. O resultado foi muito satisfatório, principalmente pela opinião do programador, pois de modo convencional, toda a decisão é tomada conforme sua experiência e há vários parâmetros que devem ser considerados no momento da construção da programação ou da alteração que sem uma padronização, somente dependendo da experiência do programador, o processo pode facilmente ter falhas. Com esse modelo a programação não depende do programador além do fato de diminuirmos o erro humano, como digitação incorreta, etc.

Outro ponto a ser destacado é que a "confusão" de uma maneira geral diminuiu na empresa, no que refere ao fluxo de informação e também no fluxo interno de materiais.

Abaixo uma tabela comparativa do antes e depois da aplicação já detalhada:

Antes	x	Depois
Não havia medição detalhada de tempos da linha		Medição realizada através da Cronoanálise
Tempos eram conhecidos somente pela experiência do programador		Tempos medidos (confiáveis) disponível para toda empresa
Programação manual (Excel)		Planilha (Excel) criada com fórmulas de amarração considerando os tempos medidos, os planos de embalagem e a capacidade diária da linha

Figura 6: Tabela comparativa

O próximo passo é expandir essa modelagem de programação para o restante das linhas de reservatórios e fazer a medição através de cronoanálise com a ajuda do departamento de Processos para validação dos valores, principalmente junto aos operadores para adequar também às metas de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Corrêa, H. L.; Gianesi, I.G.N. e Canon, M. (2011) Planejamento Programação e Controle da Produção. 5.ed. – São Paulo - SP: Editora Atlas S.A.

Ballou, Ronald H. (2006) Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial. Porto Alegre - RS: Editora Bookman.