

# Plano mestre de produção: modelo para determinar o mix ideal de produção em um ambiente de customização em massa

## RESUMO

**Alexandre De Cesaro**  
[Acesaro1984@gmail.com](mailto:Acesaro1984@gmail.com)  
Universidade de Caxias do Sul (UCS),  
Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

A Customização em Massa busca otimizar o custo de produção fornecendo produtos de acordo com a necessidade individual do consumidor. Para o PPCP – Planejamento, Programação e Controle de Produção, estabelecer a programação da produção mais adequada em um ambiente de Customização em Massa acaba se tornando um desafio. O Plano Mestre de Produção define o que deve ser produzido estabelecendo a melhor estratégia. Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo desenvolver um modelo de cálculo para maximizar os lucros com a implementação do mix ideal de produção e redução da ociosidade nos processos em uma empresa de acessórios de moda caracterizada pela customização em massa. No referencial teórico, são definidos os conceitos da Customização em Massa e do Plano Mestre de Produção. Através de um estudo de caso, é proposto em 10 etapas um método para agrupamento dos itens por similaridade do processo obtendo os resultados da otimização e comparando com a produção real da empresa. Como resultado obtém-se um modelamento matemático que permite definir qual a quantidade que deve ser vendida de cada item maximizando a lucratividade. O modelo criado demonstra que, no período estudado, a menor demanda representa uma taxa de ocupação das máquinas que variam de 7 a 31%. Na maior demanda do período, a taxa de ocupação variou de 38 a 85%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Plano Mestre de Produção, Mix Ideal de Produção, Customização em Massa.

## INTRODUÇÃO

De acordo com Comunello (2014), o Plano Mestre de Produção é responsável pelo cálculo das necessidades dos produtos finais determinando a quantidade e a data que deverão ficar prontos, avaliando a demanda do período e o nível dos estoques. Faz o comparativo da capacidade de produção instalada com a demanda, determina as compras e a priorização da produção. O Plano Mestre de Produção está no nível tático da Programação e Controle da Produção estabelecendo os planos de médio prazo, fazendo a ligação entre o nível estratégico onde são definidas as estimativas de vendas e o nível operacional onde se define a programação da produção.

De acordo com Matioli (2014), o Plano Mestre de Produção faz o desmembramento do planejamento estratégico de longo prazo com as atividades operacionais em curto prazo, definindo a necessidade de produtos em determinado período. Duas funções básicas são atribuídas ao Plano Mestre de Produção: direcionar a programação da produção dos pedidos em curto prazo e validar a capacidade produtiva instalada. Para sua validação, é importante ter uma previsão de demanda precisa.

O Plano Mestre de Produção executa o direcionamento das etapas de produção, montagem e compras, seguindo procedimentos para produtos acabados, baseando-se na previsão de vendas e na carteira de pedidos já confirmada. Define o que se planeja produzir estabelecendo a melhor estratégia de produção. O Plano Mestre de Produção operacionaliza a produção dos produtos individualmente para um período em específico em cada centro de trabalho (VIANA, 2013).

O presente trabalho tem como objetivo propor um método que possibilite obter a maior lucratividade baseando-se no mix ideal de produção em um ambiente de customização em massa. A customização em massa na empresa acaba gerando uma eficiência baixa e pouca ocupação dos recursos instalados. Nas seções seguintes, será apresentado o referencial teórico sobre os temas abordados neste trabalho, bem como o método proposto e os resultados obtidos através das simulações.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, será apresentado o conceito de customização em massa e os níveis do PPCP – Planejamento, Programação e Controle de Produção.

De acordo com Duarte (2014), o conceito relacionado a Customização em Massa surgiu no final da década de 80 em decorrência dos processos terem se tornado mais flexíveis e otimizados no que diz respeito a custo e qualidade. A diminuição do ciclo de vida do produto, a crescente demanda por produtos diversificados e a expansão da concorrência justificam a adoção desse sistema. A customização em massa substitui o sistema de produção em massa. A customização em massa é a habilidade de fornecer produtos projetados de acordo com a necessidade individual de cada consumidor.

Conforme Riboldi (2017), a Customização em Massa é um sistema capaz de atender as necessidades individuais de cada cliente através de processos ágeis, flexíveis e integrados. O tratamento individualizado pode sugerir que cada cliente

se torne um nicho específico, onde passa-se a atender aos seus desejos e demandas. Alguns fatores são essenciais para o sucesso da customização em massa, tais como: produtos que permitam a customização, demanda dos clientes por variedade e customização, uma cadeia de suprimentos preparada para atender esta demanda, tecnologia dos processos de fabricação e conhecimento compartilhado.

O PPCP define antecipadamente o que se fazer, quando fazer, quem deve fazer e como deve ser feito, fazendo a integração do plano de vendas com a manufatura. O PPCP deve comandar o processo produtivo da empresa, transformando em ordem de produção as informações de vários setores. Deve organizar, padronizar e sistematizar o processo produtivo, reduzindo os custos e aumentando a eficiência. O PPCP é dividido em três níveis hierárquicos: estratégico de longo prazo, tático de médio prazo e operacional de curto prazo (BARBOSA, 2017).

Conforme Viana (2013), no nível estratégico, deve-se desenvolver o Planejamento Estratégico da Manufatura com objetivos e políticas visando em longo prazo. O Planejamento Estratégico busca reduzir os riscos nas tomadas de decisão das empresas e maximizar os resultados. Ainda de acordo com Matioli (2014), a partir do Planejamento Estratégico, se estabelece um plano de produção de longo prazo com base nas estimativas de vendas e os recursos financeiros e produtivos disponíveis.

Conforme Santos (2014), o Plano Mestre de Produção trata individualmente os produtos, diferentemente do Plano de Produção que diferencia por famílias de produtos. Os períodos de tempo são determinados de acordo com a velocidade da produção, normalmente sendo em semanas ou no máximo meses. Com as diversas variações possíveis em um mesmo produto, o Plano Mestre de Produção pode ser feito em níveis inferiores com componentes intermediários, programando posteriormente uma montagem do produto final.

O Plano Mestre de Produção é uma ferramenta de gestão ligada à variedade de produtos e ao volume de produção, considerando a sazonalidade da demanda ou carteira de pedidos, podendo trazer benefícios como a redução de custos através da aplicação de conhecimentos técnicos e ferramentas que auxiliam a tomada de decisão. A sua aplicação se dá para produtos específicos e tem a função de coordenar a demanda do mercado com os recursos internos disponíveis, adequando a produção da empresa (SIQUEIRA, 2017).

Segundo Comunello (2014), com base no plano mestre, define-se a Programação da Produção, responsável por planejar e controlar os estoques definindo os lotes de produção, gerando o sequenciamento da produção utilizando da melhor forma os recursos e cria os documentos necessários para início das operações. A Programação da Produção tem como base a estimativa de vendas, a carteira de pedidos, matérias primas e recursos disponíveis. A Programação da Produção define os prazos de entrega, o roteiro a ser seguido, a emissão e a liberação das ordens de produção.

## MÉTODO DE PESQUISA

Neste estudo será realizada uma pesquisa quantitativa com base no estudo de caso e revisão bibliográfica. Conforme Amoras e Amoras (2016), na pesquisa

quantitativa prevalecem as medições do objeto, visando analisar seu comportamento dentro de um período de tempo e sob algumas condições específicas. Para Prodanov e Freitas (2013), a revisão bibliográfica tem o objetivo de dar o embasamento teórico necessário, bem como mostrar o quanto o tema já foi estudado e discutido na literatura. A revisão bibliográfica não é apenas um relatório dos fatos levantados, mas sim uma interpretação destes fatos.

Com base na fundamentação teórica apresentada anteriormente, é descrita a seguir uma proposta de metodologia com o objetivo de desenvolver um modelo de cálculo para maximizar os lucros com a implementação do mix ideal de produção e redução da ociosidade nos processos em uma empresa de acessórios de moda caracterizada pela customização em massa.

A primeira etapa consiste em verificar e organizar as estruturas dos produtos para que possamos agrupar os itens de acordo com a similaridade do recurso utilizado para produção. Conforme a literatura, considera-se os níveis inferiores e intermediários dos produtos, pois, mesmo produtos de diferentes famílias, compartilham em algum momento recursos similares. Quanto melhor a organização dos elementos da estrutura dos itens, mais fácil será a verificação das similaridades e a classificação posterior nas novas famílias de produtos em planilhas do software Excel. Trabalha-se com níveis inferiores pois, devido as inúmeras possibilidades de customizações, seria quase que impossível conseguir prever todas as variações que atenderão ao mercado.

Na segunda etapa, após a organização da estrutura dos itens, deve-se realizar o levantamento do roteiro de produção, onde verifica-se por qual recurso do departamento cada produto deverá passar e qual o sequenciamento de produção a ser seguido. É importante apontar qual a ferramenta e em quais máquinas será possível realizar a produção de cada item para determinar a capacidade produtiva na sétima etapa. Essa informação juntamente com a primeira etapa permite a classificação dos itens nas novas famílias.

Na terceira etapa é realizado o levantamento dos tempos de produção para cada item em cada recurso. Essa etapa é de extrema importância e será utilizada para definir a capacidade produtiva instalada. Utiliza-se o tempo em minutos necessário para se produzir um milheiro de peças considerando a produtividade e o total de tempo disponível sem as paradas programadas para o recurso onde o item deverá ser processado. A limitação é a capacidade interna produtiva devido a mão de obra e aos equipamentos disponíveis. A matéria prima é adquirida em usinas com capacidade maior de fornecimento do que o consumo da empresa.

Na quarta etapa é realizado o levantamento do preço de venda de cada produto, bem como o custo de fabricação e a margem para cada configuração de item. Essa informação será utilizada no cálculo do mix ideal de produção a fim de buscar a maximização dos lucros, sendo parte importante na escolha dos itens juntamente com os tempos de produção e recursos necessários para fabricação em cada etapa. Essa informação deve ser obtida juntamente ao setor de custos industriais da empresa.

Na quinta etapa, deve-se organizar os dados referentes à estrutura dos itens, os tempos de fabricação e os recursos utilizados em planilha buscando identificar a lógica em comum para fazer o agrupamento nas novas famílias, de acordo com a literatura.

Na sexta etapa, de acordo com os dados levantados nas etapas anteriores, organiza-se os itens pela similaridade dos recursos utilizados para produção e os resultados são cruzados com os tempos de produção e disponibilidade dos recursos para o cálculo do mix ideal de produção. Dessa forma, obtém-se as famílias de produtos através da similaridade do processo e não mais por tipo de item. Conforme a literatura, essa nova definição de família de produto leva em consideração a limitação dos recursos internos da empresa.

Na sétima etapa deve-se calcular a capacidade instalada de produção. De acordo com autores, em uma empresa que atua com customização em massa, é necessário considerar o tempo disponível de cada recurso, pois, diversos produtos passam por recursos similares e fica muito difícil determinar a capacidade produtiva de itens individualmente. Para o cálculo, é considerado o tempo disponível do equipamento e da ferramenta, bem como o número de golpes por minuto e número de peças cortadas por vez. Com a capacidade instalada calculada, utiliza-se estes resultados para o cálculo do mix ideal de produção.

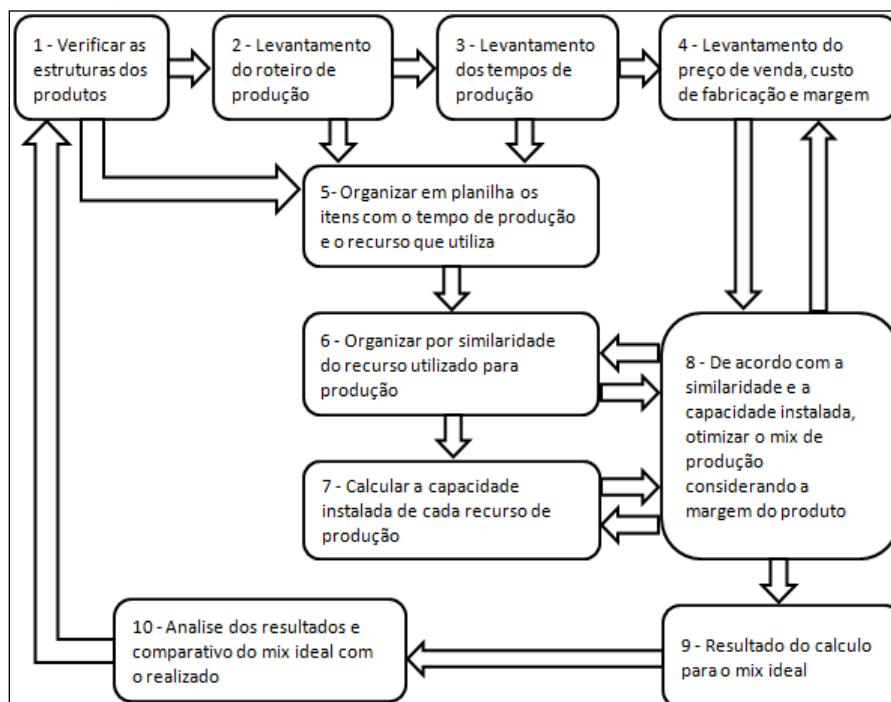
Na oitava etapa é realizado a modelagem da otimização através de programação linear, utilizando a ferramenta Solver do software Microsoft Excel. O cálculo deve considerar os tempos de produção e as restrições da capacidade disponível dos recursos, assim como as demandas mínimas e máximas, os custos, preço de venda e a margem de cada item. O resultado dessa etapa define o mix ideal de produção. Busca-se com este cálculo o máximo aproveitamento dos recursos e da capacidade instalada. O resultado desta otimização, de acordo com a literatura, permite a equipe comercial escolher a política de venda mais adequada para favorecer a venda do mix ideal de produção e direciona os trabalhos internos na empresa para aumentar a eficiência dos processos.

Na nona etapa obtém-se o resultado do mix ideal de produção com base nos cálculos da etapa anterior. O mix ideal considera os grupos por similaridade e possibilita trabalhar com um número grande de itens para atender as necessidades do mercado e também trazendo resultados positivos para a empresa, sem limitar as configurações por item e sim por semelhança no processo produtivo.

Na décima etapa deve-se comparar os dados coletados no sistema ERP (software utilizado para gerenciar os pedidos de vendas bem como a programação da produção) da empresa em relação as demandas em determinado período bem como a margem relativa a venda destes itens com a margem calculada com base no mix ideal de produção. A comparação deve ser para um mesmo período de tempo, podendo assim fazer as comparações e em períodos com oscilações na demanda, tanto em um período de baixa como em um período de alta.

A Figura 1 demonstra o diagrama com a sequência do método descrito anteriormente. Cada retângulo representa uma etapa.

Figura 1 - Diagrama sequencial do método



Fonte: Autor (2018).

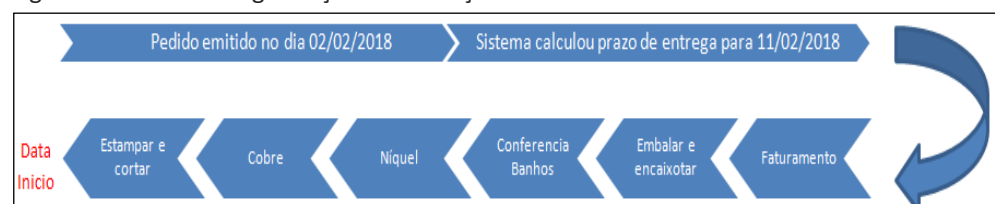
## ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A seguir será apresentada uma descrição do caso e como é feita a programação da produção na empresa em estudo e os resultados obtidos através da simulação do mix ideal de produção.

### Descrição do caso

A empresa em estudo está localizada na cidade de Caxias do Sul, estado do Rio Grande do Sul, atuando no segmento de acessórios metálicos para roupas, calçados e bolsas. Com área construída de 25.000 m<sup>2</sup> e 700 funcionários, possui em seu portfólio aproximadamente 5 mil produtos disponíveis para venda, onde os mesmos podem ser customizáveis de acordo com a necessidade de cada cliente, atendendo todo o Brasil, América Latina e Central. A customização parte desde a escolha do material base, como a colocação do logotipo do cliente e o acabamento superficial das peças. A figura 2 representa o fluxo do Planejamento da Produção na empresa:

Figura 2 - Fluxo da Programação da Produção



Fonte: Autor (2018).

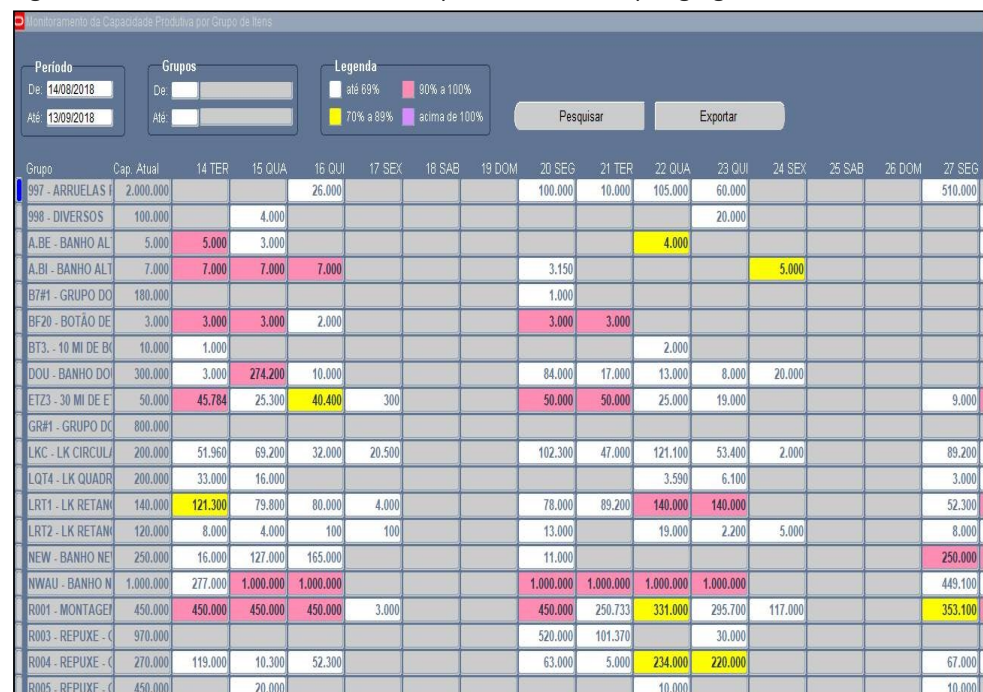
O sistema ERP da empresa calcula o prazo de entrega dos pedidos com base em uma série de estimativas cadastradas para diferentes características de cada item, retrocedendo a partir desta data de entrega para criar uma data de início de fabricação com base no roteiro de produção.

O roteiro de produção contempla tempos de máquina e tempos de espera. Ao final deste processo, o sistema ainda compara todas as datas calculadas para as diferentes linhas de um mesmo pedido que pode ter até 30 itens, embora a média fique na casa de 3, e informa a data de entrega como sendo a mais longa entre estas. Isso significa que o item com maior prazo acaba definindo o prazo dos demais itens do pedido. Normalmente estes itens com maior lead time possuem operações manuais ou de maior complexidade executadas em empresas terceirizadas.

Do ponto de vista do mapeamento da capacidade produtiva, este sistema utiliza os conceitos da Teoria das Restrições, identificando os principais gargalos da empresa e mapeando em quais destes gargalos os produtos deverão ser fabricados, mensurando neles a capacidade produtiva. Este formato não é o ideal para o controle das capacidades produtivas, todavia, não é gerador de atrasos.

A Figura 3 ilustra a tela do sistema que faz o monitoramento da capacidade alocada por gargalo. Cada grupo produtivo cadastrado possui uma limitação de capacidade produtiva e conforme for alocando a produção e completando o grupo em cada dia, a programação coloca no dia posterior a entrega da ordem de produção naquele setor produtivo.

Figura 3 - Tela de monitoramento da Capacidade alocada por gargalo/dia



Grupo	Cap. Atual	14 TER	15 QUA	16 QUI	17 SEX	18 SAB	19 DOM	20 SEG	21 TER	22 QUA	23 QUI	24 SEX	25 SAB	26 DOM	27 SEG
997 - ARRUELAS I	2.000.000			26.000				100.000	10.000	105.000	60.000				510.000
998 - DIVERSOS	100.000		4.000								20.000				
A.BE - BANHO AL	5.000	5.000	3.000							4.000					
A.BI - BANHO AL	7.000	7.000	7.000	7.000				3.150				5.000			
B7#1 - GRUPO DO	180.000							1.000							
BF20 - BOTÃO DE	3.000	3.000	3.000	2.000				3.000	3.000						
BT3 - 10 MI DE BK	10.000	1.000								2.000					
DOU - BANHO DO	300.000	3.000	274.200	10.000				84.000	17.000	13.000	8.000	20.000			
ETZ3 - 30 MI DE E	50.000	45.784	25.300	40.400	300			50.000	50.000	25.000	19.000				9.000
GR#1 - GRUPO DC	800.000														
LKC - LK CIRCULA	200.000	51.960	69.200	32.000	20.500			102.300	47.000	121.100	53.400	2.000			89.200
LQT4 - LK QUADR	200.000	33.000	16.000							3.590	6.100				3.000
LRT1 - LK RETAN	140.000	121.300	79.800	80.000	4.000			78.000	89.200	140.000	140.000				52.300
LRT2 - LK RETAN	120.000	8.000	4.000	100	100			13.000		19.000	2.200	5.000			8.000
NEW - BANHO NE	250.000	16.000	127.000	165.000				11.000							250.000
NWAI - BANHO N	1.000.000	277.000	1.000.000	1.000.000				1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000				449.100
R001 - MONTAGE	450.000	450.000	450.000	450.000	3.000			450.000	250.733	331.000	295.700	117.000			353.100
R003 - REPUXE - C	970.000							520.000	101.370		30.000				
R004 - REPUXE - C	270.000	119.000	10.300	52.300				63.000	5.000	234.000	220.000				67.000
R005 - REPUXE - C	450.000		20.000							10.000					10.000

Fonte: Autor (2018).

Sobre este calculo, algumas considerações são relevantes, sendo elas descritas a seguir:

a) este modelo de cálculo foi estabelecido há mais de 10 anos, e na época atendia às necessidades de organização da fábrica, que trabalhava com lotes grandes e pouca customização. Atualmente os lotes estão cada vez menores e com maiores possibilidades de customização;

b) faz cinco anos que o PCP da empresa vem questionando este modelo e buscando alternativas no mercado, que geralmente aponta para a utilização de um sistema APS, sendo este um sistema de planejamento e programação avançado. Porém, conversas recentes com empresas que utilizam sistemas APS tem mostrado baixo aproveitamento do sistema como um todo e implantações traumáticas, resultando em desconexão entre o existente no sistema e o dia a dia das operações, o que gera grandes questões;

c) a empresa enfrenta um grande problema relacionado ao mix de produtos e ao grande número de ferramentas utilizadas nos processos produtivos, que geram inúmeras paradas por setup ou manutenções nas ferramentas;

d) outra variável que se apresenta é o grande número de ordens de produção com quantidades baixas, onde o tempo de execução demora menos do que tempo de setup, exigindo muita mão de obra e investimentos.

### Análise e interpretação dos resultados

Nesta sessão, são apresentados os resultados obtidos com a aplicação do método descrito anteriormente.

Como detalhado anteriormente, na primeira etapa realizou-se o levantamento dos produtos e suas estruturas. Determinou-se um subgrupo de produção no processo inicial de estampagem e corte, onde são produzidos 21 itens diferentes que podem receber configurações distintas como personalização de marca e acabamento. Destes itens, foram verificados os respectivos roteiros de produção e os recursos utilizados por cada um deles, conforme cadastro do sistema ERP da empresa. Os recursos neste estudo são as máquinas e as ferramentas utilizadas para a produção.

Na etapa seguinte, identificou-se os tempos de produção dos 21 itens organizando em planilha para cálculos posteriores. Junto a área de Custos da empresa, foi realizado o levantamento dos preços de venda e os custos de produção para cada configuração, sendo que foi escolhido três configurações para cada item. Tendo estas informações, foi possível calcular a margem média para cada produto.

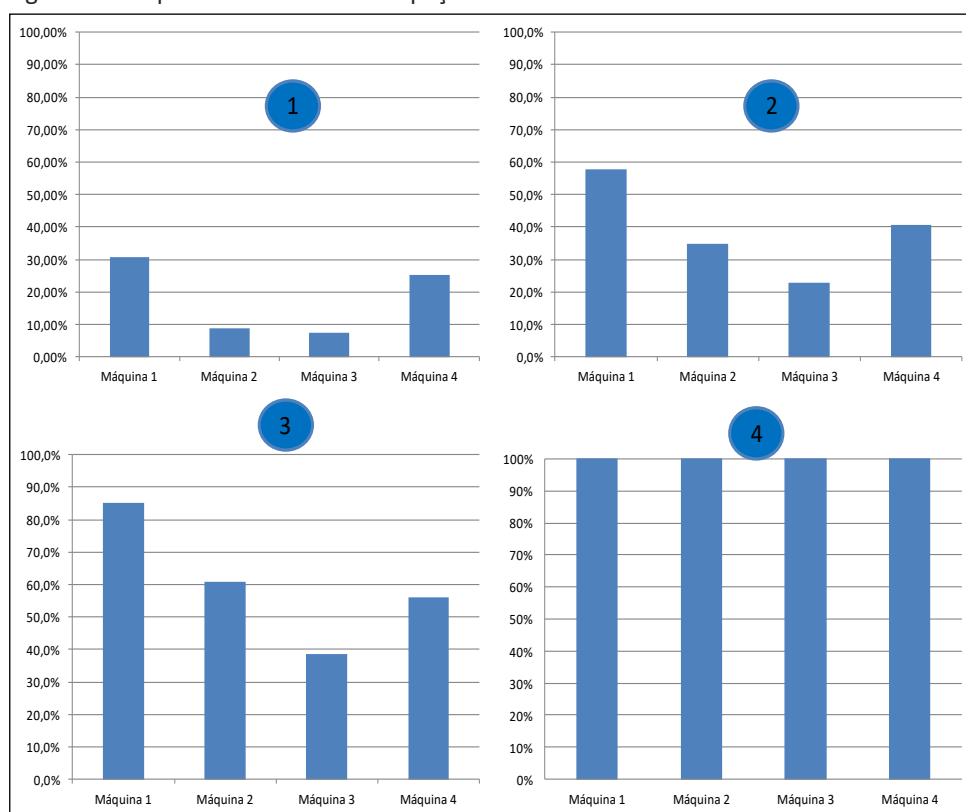
Com as informações dos itens, foi realizado o agrupamento por similaridade nas novas famílias. Com as informações obtidas até esta etapa, foi possível calcular a capacidade instalada dos recursos. A modelagem da otimização foi realizada utilizando o Solver do software Microsoft Excel através do método Simplex, criando as regras e restrições do problema onde a utilização do recurso não poderia ser maior que a sua disponibilidade. Concluindo a modelagem foi possível fazer simulações da taxa de ocupação dos recursos em diferentes cenários. A taxa de ocupação considera o melhor aproveitamento do recurso com o objetivo de obter a maximização nos lucros, portanto levam em consideração os tempos de fabricação, a capacidade instalada e a margem de cada item.



O cenário 1, conforme Figura 4, apresenta um gráfico com a taxa de ocupação do recurso para a menor demanda do período em análise, sendo que o período está compreendido entre o mês de maio de 2017 e abril de 2018. É possível verificar que, para este caso, a taxa de ocupação de cada recurso (máquina) varia de 7 a 31%. Na mesma figura, apresenta-se o cenário 2 com a demanda média do período variando de 23 a 58% dependendo da máquina. O cenário 3 apresenta a maior demanda para o período, variando de 38 a 85% a taxa de ocupação. O cenário 4 é a otimização do recurso onde foi possível calcular o mix ideal para obter 100% da taxa de ocupação em todos os recursos.

É importante ressaltar que, no mix ideal de produção, alguns itens deveriam deixar de serem produzidos e o foco de venda precisa estar nos itens que possuem melhor relação entre capacidade de se produzir e a margem de lucro. Para vender o mix ideal é necessário demanda de clientes, o que dificulta obter esta configuração. Por outro lado, conhecer o mix ideal possibilita determinar as políticas comerciais mais adequadas incentivando a venda destes itens em relação a outros itens menos atrativos.

Figura 4: Comparativo da taxa de ocupação dos cenários 1 ao 4



Fonte: Autor (2018).

A Figura 5 traz o comparativo de produção em milhares de peças no período de estudo e compara com o total de milhares de peças da otimização para o mix ideal de produção. Os valores representam a soma dos 21 itens analisados bem como as configurações geradas por eles. Apresenta o percentual de produção realizado versus o cenário ótimo. Esse resultado demonstra o quanto se poderia aumentar a lucratividade se essa otimização pudesse ser praticada na sua íntegra.

Figura 5: Comparativo entre o mix ideal e a produção no período

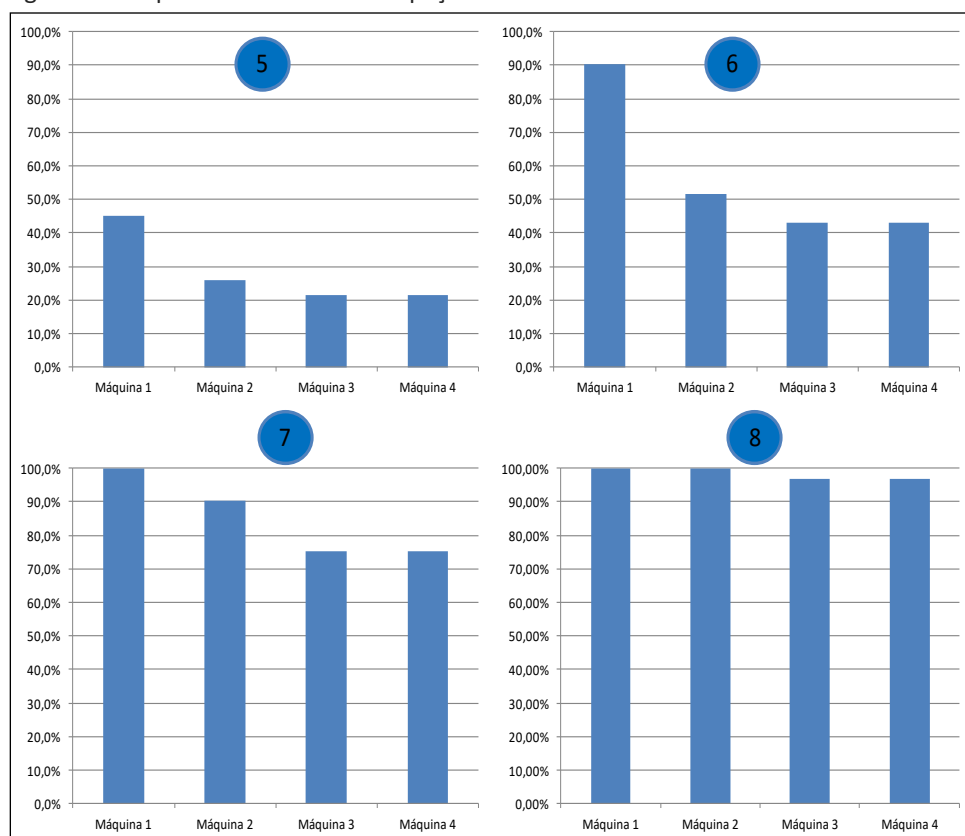
	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18
Total produzido no mês	38.340	45.687	42.753	52.111	49.575	46.382	36.279	24.645	22.692	43.848	48.013	40.074
Total ótimo	125.952	125.952	125.952	125.952	125.952	125.952	125.952	125.952	125.952	125.952	125.952	125.952
Produção realizada x ótimo	30,44%	36,27%	33,94%	41,37%	39,36%	36,83%	28,80%	19,57%	18,02%	34,81%	38,12%	31,82%

Fonte: Autor (2018).

Nos cenários a seguir, foram propostas quantidades máximas de cada item observando o comportamento conforme estas quantidades aumentavam. O cenário 5, conforme Figura 6, demonstra o comportamento da taxa de ocupação do recurso limitando a produção em um mil milhares de cada item. As taxas variam de 21 a 45% dependendo de cada equipamento.

No cenário 6, a produção máxima está em dois mil milhares de cada item, sendo que a taxa de ocupação varia de 43 a 90%. No cenário 7, a quantidade máxima de cada item foi aumentada para três mil e quinhentos milhares de peças. Com isso observa-se que uma das máquinas já alcançou o 100% de ocupação enquanto a menor taxa está em 75%. No cenário 8, a quantidade máxima de cada item foi aumentada para quatro mil e quinhentos milhares de peças, conseguindo com isso uma taxa de ocupação variando entre 96 e 100%.

Figura 6: Comparativo da taxa de ocupação dos cenários 5 ao 8



Fonte: Autor (2018).

Para definição destes cenários, o Gerente Comercial levou em consideração o histórico de vendas no período de 6 meses retroativos a entrevista. Portanto,

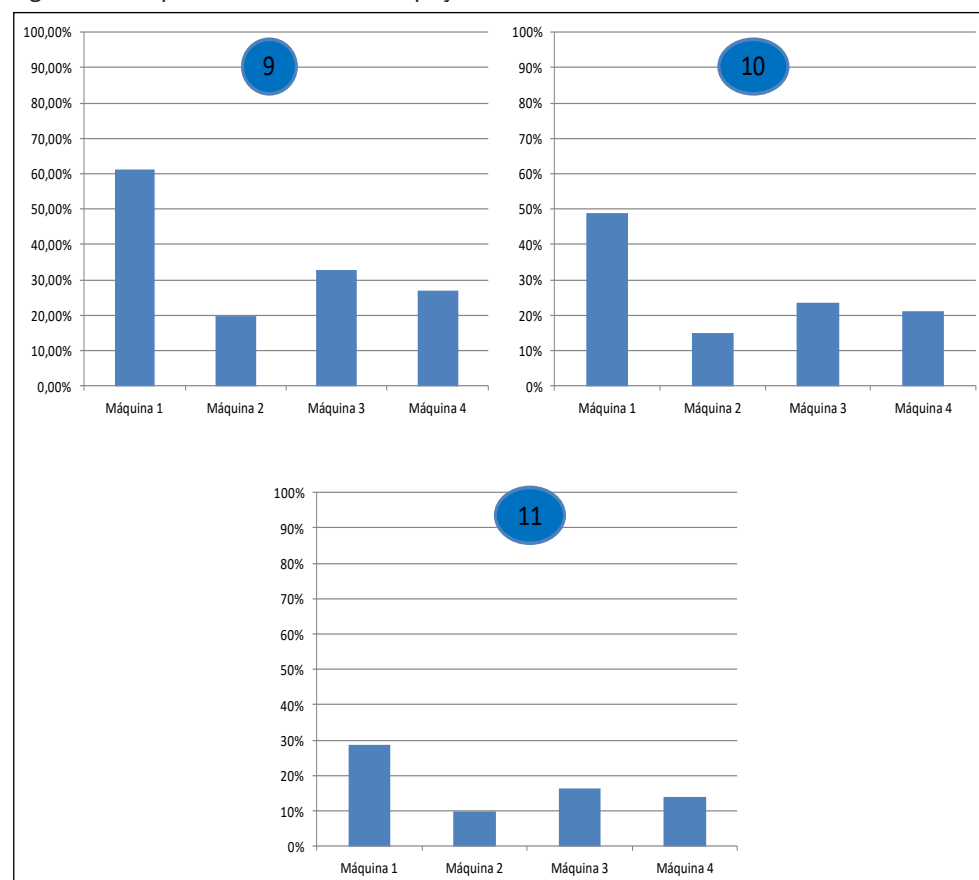
estes cenários não são previsões futuras e sim uma avaliação da demanda realizada em picos de alta e baixa venda.

Conforme o máximo de peças a produzir aumenta, o resultado da otimização obtém melhores resultados. Para essa melhora, o algoritmo analisa cada item e verifica quais são mais vantajosos e quais não são vantajosos para a produção. Alguns destes itens deixarão de ser produzidos para obtenção do resultado ideal enquanto outros serão produzidos no limite máximo.

Estes limites máximos de produção para cada item foram atribuídos sem levar em consideração item a item bem como suas características, mas sim com o objetivo de compreender qual o comportamento do resultado da otimização conforme estas quantidades eram alteradas.

São apresentados na Figura 7 outros três cenários. Estes cenários foram definidos em entrevista ao Gerente Comercial da empresa em estudo, a fim de obter uma visão diferente. O cenário 9 representa uma previsão de venda otimista, onde é possível observar a variação da taxa de ocupação entre 19 e 61% das máquinas. O cenário 10 retrata uma previsão mediana, nem tão otimista nem tão pessimista, onde é possível verificar uma variação entre 15 e 49%. No cenário 11, a previsão de vendas representada é pessimista, tendo a variação entre a taxa de ocupação de 10 a 29%.

Figura 7: Comparativo da taxa de ocupação dos cenários 9 ao 11



Fonte: Autor (2018).

## Implicações gerenciais

O mix ideal de produção traz implicações em vários setores da fábrica e também na parte comercial. Primeiramente, a Engenharia avalia os produtos, seus tempos de produção e roteiros, recursos necessários e capacidade produtiva a fim de determinar as novas famílias de acordo com as similaridades dos processos. A acuracidade dos roteiros e tempos de produção é determinante para a assertividade deste trabalho. É preciso determinar os parâmetros para agrupamento dos itens, o qual deve partir da Engenharia.

O setor de Suprimentos deve direcionar as aquisições de matérias primas, insumos e trabalhos de terceiros de acordo com a definição do mix ideal. Na prática, a tendência é aumentar a necessidade de determinados insumos e reduzir outros, pois, certos produtos aumentarão a demanda enquanto outros reduzirão ou até mesmo deixarão de serem fabricados.

A área de Recursos Humanos também sofrerá implicações. Com o direcionamento da produção, poderá haver variação no quadro de funcionários tanto na quantidade quanto nas qualificações necessárias, que poderão ser mais específicas enquanto algumas funções poderão deixar de ser necessárias.

Na área comercial, a mudança é ainda mais impactante. A equipe precisará direcionar as vendas dos produtos que fazem parte do mix ideal de produção e nas quantidades pré-estabelecidas. Técnicas de negociação devem ser trabalhadas bem como as políticas comerciais devem estar alinhadas com a estratégia da empresa para atendimento dos objetivos.

Essa maneira de direcionar as vendas modifica completamente o que é praticado atualmente na empresa, onde o comercial vende e coloca os pedidos e a fábrica deve atender conforme demanda. Nesse novo modelo, a fábrica direciona o que e quanto o comercial deve vender.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve a proposta estabelecer um método para definir o mix ideal de produção em uma empresa que trabalha no sistema de customização em massa. O método consistiu em dez etapas onde iniciou-se com a verificação das estruturas dos itens, levantamento dos roteiros e dos tempos de produção, assim como o preço de venda, custo e margem dos produtos estudados, organização das informações em planilha, separação dos itens por similaridade do processo, cálculo da capacidade produtiva, construção do modelamento para cálculo do mix ideal e análise dos resultados obtidos. Os resultados demonstram o quanto a empresa teria a ganhar com a implementação do mix ideal de produção.

Observa-se como pontos positivos desta aplicação o melhor aproveitamento dos recursos internos da empresa obtendo o melhor resultado em relação a lucratividade. Isso permite o direcionamento de trabalhos para ganho de produtividade com maior assertividade. Políticas comerciais são mais facilmente determinadas conhecendo o mix ideal de produção. A customização em massa pode sofrer restrições para atendimento do mix ideal podendo dificultar as vendas. Alguns produtos poderão deixar de serem produzidos deixando de atender clientes que não conseguirão substituir estes itens por outros que estão no mix ideal, migrando estes clientes para a concorrência.

Este tema pode ser mais aprofundado em trabalhos futuros, visto que o foco neste trabalho estava concentrado no processo de estampagem e corte e em produtos específicos. A empresa possui demais processos de montagem, injeção e tratamento de superfícies, além de ter um portfólio de aproximadamente de 5 mil produtos atualmente. A otimização pode trazer resultados significativos na empresa bem como pode ser aplicada e adaptada em demais segmentos da indústria que trabalham com customização em massa.

# Master Production Plan: Model to Determine the Ideal Production Mix in a Mass Customization Environment

## ABSTRACT

Mass customization seeks to optimize the cost of production by providing products according to the individual needs of the consumer. For PSPC - Planning, Scheduling and Production Control, establishing the most appropriate production scheduling in a Mass Customization environment becomes a challenge. The Master Production Plan defines what should be produced by establishing the best strategy. In this context, the present study aims to develop a calculation model to maximize profits by implementing the ideal mix of production and reducing idleness in the processes in a fashion accessory company characterized by mass customization. In the theoretical framework, the concepts of Mass Customization and the Master Production Plan are defined. Through a case study, it is proposed in 10 steps a method to group the items by process similarity obtaining the results of the optimization and comparing with the actual production of the company. As a result we obtain a mathematical modeling that allows us to define the quantity that must be sold of each item, maximizing profitability. The model created shows that, during the studied period, the lower demand represents an occupation rate of machines ranging from 7 to 31%. In the highest demand of the period, the occupancy rate ranged from 38 to 85%.

**KEYWORDS:** Master Production Plan, Ideal Mix of Production, Customization in Mass.

## REFERÊNCIAS

AMORAS, Fernando Castro; AMORAS, Aluana Vilhena. A pesquisa no ensino superior: um ensaio sobre metodologia científica. **Estação Científica (unifap)**, [s.l.], v. 6, n. 3, p.127-136, 13 dez. 2016. Universidade Federal do Amapá. <http://dx.doi.org/10.18468/estcien.2016v6n3.p127-136>. **crossref**

BARBOSA, Larissa Bagini. **OTIMIZAÇÃO DO SEQUENCIAMENTO DE TAREFAS EM MÁQUINAS PARALELAS COM TEMPOS DE PROCESSAMENTO DIFERENTES**. 2017. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Transportes e Logística, Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017.

COMUNELLO, Ana Carla. **PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: um estudo em uma indústria do Oeste do Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

DUARTE, Rafael Siva. **ESTUDO DA APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS INTERATIVAS PARA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA NA INDUSTRIA AUTOMOTIVA**. 2014. 254 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Ufrgs, Porto Alegre, 2014.

MATIOILLI, Marcel Kitakawa. **Implantação do PPCP em uma Recicladora de Plásticos**. 2014. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico:: métodos e técnicas da pesquisa e trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Fevale, 2013.

RIBOLDI, Tiago Martini. **MODELO PARA DETERMINAÇÃO DO MIX DE PRODUÇÃO EM UM AMBIENTE DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA**. 2017. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Programa de Pós-graduação em Administração – PPGA, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2017.

SANTOS, Sigmar Miranda dos. **A ATUAÇÃO DO PPCP NOS DIFERENTES TIPOS DE SISTEMAS PRODUTIVOS – UMA ABORDAGEM À SUA ADAPTAÇÃO E FERRAMENTAS MAIS UTILIZADAS**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

SIQUEIRA, Eder Wilian de Macedo. **SIMULAÇÃO DO PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO (PMP) DE UMA MADEIREIRA**. In: ENCONTRO NACIONAL DE

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2017, Joinville. **Anais...** . Joinville: Enegep, 2017. p. 1 - 15.

VIANA, Carlise Luft. **SISTEMA DE PRODUÇÃO**: Estudo de caso da programação da Chapemec Industria de Cabines. 2013. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2013.

**Recebido:** 27 Out. 2018

**Aprovado:** 31 Dez. 2019

**DOI:** 10.3895/gi.v15n4.8996

**Como citar:**

DE CESARO, A. Plano mestre de produção: modelo para determinar o mix ideal de produção em um ambiente de customização em massa. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 15, n. 4, p. 166-181, Out./Dez. 2019. Disponível em: <http://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi>. Acesso em: 2019.

**Correspondência:**

Alexandre De Cesaro

Rua Campos Junior, número 931, Bairro Rio Branco, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

**Direito autorial:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

