

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)

ESCOLA DE GESTÃO E NEGÓCIOS

MBA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO E LOGÍSTICA

**Plano Mestre de Produção como ferramenta para planejamento de
produção de médio prazo na indústria de materiais injetados**

Diego Link Persch

São Leopoldo, agosto de 2019

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

FIGURA 1: Integração de atividades do planejamento de programação.....	8
FIGURA 2: Comportamento da demanda ajustada (Família JARRAS).....	14

TABELAS

TABELA 1: Participação no faturamento por marca.....	4
TABELA 2: Crescimento no valor do faturamento (vendas) por marca	5
TABELA 3: Superprodução na família Jarras (outubro 2018 a fevereiro 2019).....	11
TABELA 4: Famílias de produtos.....	13
TABELA 5: Mediana, desvio padrão, limite inferior e superior (Família JARRAS)	14
TABELA 6: Compreendendo estrutura de cálculos PARTE I	15
TABELA 7: Compreendendo estrutura de cálculos PARTE II	16
TABELA 8: Compreendendo estrutura de cálculos PARTE III	16
TABELA 9: Compreendendo estrutura de cálculos PARTE IV	17
TABELA 10: Compreendendo estrutura de cálculos PARTE V	19
TABELA 11: Estoque inicial mês a mês no período simulado (Família JARRAS).....	21
TABELA 12: Ganhos monetários na utilização de matéria-prima (Família JARRAS)	21
TABELA 13: Ganhos monetários na utilização de mão-de-obra (Família JARRAS).....	22

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO E PROBLEMA IDENTIFICADO.....	4
2. PROPOSTA DE SOLUÇÃO	6
2.1 REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1.1 PLANEJAMENTO DE PROGRAMAÇÃO	6
2.1.1.1 PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO	7
2.1.1.2 PREVISÃO DE DEMANDA.....	8
2.2 ENTENDIMENTO APROFUNDADO DO PROBLEMA.....	10
2.3 APRESENTAÇÃO DE SOLUÇÃO.....	12
2.3.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS HISTÓRICOS DE VENDAS.....	12
2.3.2 DIVISÃO POR PERFIL DE PRODUTO	13
2.3.3 PADRONIZAÇÃO DOS DADOS PARA ANÁLISE.....	13
2.3.4 PREVISÃO DE DEMANDA POR FAMÍLIA.....	14
2.3.5 PREVISÃO DE DEMANDA POR SKU.....	17
2.3.6 ESTRUTURANDO O PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO.....	18
2.4 RETORNO PREVISTO DA SOLUÇÃO APRESENTADA.....	20
3. CONCLUSÃO	23
4. REFERÊNCIAS.....	25

PROJETO APLICADO MBA GESTÃO DA PRODUÇÃO E LOGÍSTICA

1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO E PROBLEMA IDENTIFICADO

O projeto foi aplicado em uma organização que ocupa a sétima posição em nível mundial na produção de móveis e outros bens para o lar, utilidades domésticas e colchões. Atualmente com sede em Tupandi, possui um parque fabril de duzentos mil metros quadrados, contando com um efetivo de aproximadamente mil e setecentos colaboradores. Como exemplo de sucesso, detém inúmeras premiações nacionais (*Top of Mind*) e internacionais (Prêmio exportação RS), estando presente em quarenta e cinco mil pontos de vendas no Brasil e exportando para mais de quarenta países em todos os continentes, exceto na Oceania. O leque de produtos está dividido em nove marcas do segmento de móveis em série, móveis planejados, mesas e cadeiras de metal, utilidades domésticas (injetados), colchões, sofás e salas de jantar.

Dentre seus segmentos, a linha de injetados domésticos foi escolhida para a aplicação do estudo, sendo representa no presente projeto como Marca U. Tal escolha se justifica por ser a ramificação que atingiu uma evolução ampla e acelerada desde seu lançamento ao mercado em 2012, tendo o maior crescimento de vendas por quatro anos consecutivos dentre as marcas que juntas geram 90% do faturamento da organização, como pode ser visto na TABELA 1 e TABELA 2. O crescimento acelerado da marca traz a necessidade de identificar o comportamento da demanda de cada linha de produtos nos períodos futuros.

TABELA 1: Participação no faturamento por marca

	2015	2016	2017	2018
Marca U	2,31%	6,39%	10,12%	12,18%
Marca C	5,91%	5,68%	5,90%	4,92%
Marca I	5,51%	5,21%	5,16%	4,24%
Marca K	84,24%	79,57%	70,91%	69,36%

FONTE: Dados da empresa (2019).

TABELA 2: Crescimento no valor do faturamento (vendas) por marca

	2015	2016	2017	2018
Marca U	55,88%	177,48%	67,14%	34,13%
Marca C	-11,65%	-3,58%	9,55%	-7,06%
Marca I	-4,51%	-5,07%	4,34%	-8,43%
Marca K	-8,51%	-5,34%	-6,04%	9,04%

FONTE: Dados da empresa (2019).

A empresa optou em trabalhar com estoques de produtos acabados em função de possuir uma gama extensa de SKU's, tendo como base para definição do tamanho de lotes e controle de estoques uma média móvel das vendas realizadas nos dois meses anteriores. Em contrapartida, o controle do estoque de matéria prima é realizado sob outra fonte de dados, considerando a média de consumo dos insumos em um período de vinte dias. Este modelo pode se apresentar falho em dois vieses: 1) não há uma homogeneidade de informações para o setor de compras e PCP; 2) não é realizado o tratamento dos dados para captar as sazonalidades nas vendas e identificar o comportamento normal do produto para cada período do ano;

A utilização de uma média histórica dos dados brutos e a heterogeneidade nas informações analisadas pelos setores de compras e PCP gera uma série de consequências negativas ao longo da cadeia, culminando na alocação de esforços desnecessários, representados pela: compra antecipada e em volume incorreto da matéria prima; produção antecipada e em volume incorreto; custo da mão de obra em caso de horas extras; aumento de estoque; imobilização de capital; redução no capital de giro.

Para minimizar as consequências negativas do formato atual, a proposta do projeto visa à elaboração de um plano mestre de produção, que servirá de base para definição dos lotes de produção, controlando os níveis de estoques tanto da matéria prima quanto do produto acabado. Na etapa da previsão de demanda propõem-se utilizar um modelo preditivo que pondera fatores de sazonalidade, comportamento de tendência crescente ou decrescente da demanda do produto e tratamento de dados históricos por desvio padrão para mensurar a projeção de vendas do ano de 2019. O teste piloto será aplicado em uma família de produtos, estabelecendo no final do projeto o resultado monetário obtido seguindo o plano mestre de produção estabelecido.

2. PROPOSTA DE SOLUÇÃO

2.1 REVISÃO DA LITERATURA

Divido em três principais tópicos, será abordado em seguida, o embasamento teórico deste projeto aplicado, trazendo as definições e principais conceitos que norteiam a formulação de um planejamento de produção e compras para médio prazo.

2.1.1 PLANEJAMENTO DE PROGRAMAÇÃO

Slack (1996), afirma que planejamento é a formalização do que se pretende fazer acontecer no futuro. Porém, é somente a declaração da intenção do que se quer que aconteça, e não a garantia de que o evento vai ocorrer. De acordo com Martins (2005) e Chiavenato (2005), a produção dentro de uma empresa não ocorre por acaso, nem funciona de maneira improvisada. Para atingir os objetivos e utilizar adequadamente seus recursos, as empresas precisam planejar antecipadamente sua produção. Desta forma:

“O planejamento é a função administrativa que determina antecipadamente quais são os objetivos que deverão ser atingidos e o que deve ser feito para atingi-los da melhor maneira possível. O planejamento fixa rumos, focaliza o futuro e está voltado para continuidade da empresa. (CHIAVENATO, 2005, p. 100)

A partir dos objetivos da organização, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) planeja e programa a produção da empresa, bem como a controla adequadamente para tirar o melhor proveito possível em termos de eficiência e eficácia. Ao desenvolver suas funções, o PCP mantém uma rede de relações com as demais áreas da empresa, onde uma das mais importantes é o setor de compras.

Em empresas que optam manter estoque de produtos acabados para suprir as entregas aos clientes, cabe ao PCP controlar os níveis de estoque e sequenciar a produção baseando-se em uma previsão de demanda, ficando ao setor de compras a responsabilidade de atender o abastecimento de matéria prima no prazo correto. Para isso ocorrer, é necessária uma sinergia entre os dois setores, havendo uma dependência mútua na troca de informações. Assim, para ambos: “É necessário saber quanto a empresa planeja vender de seus produtos ou seus serviços no futuro, pois essa expectativa é o ponto de partida, direto ou indireto, para praticamente todas as decisões.” (MOREIRA, 2011, p.293).

Para Tubino (2007), os desdobramentos do planejamento consistem no planejamento da produção. Esta programação estabelece em curto e médio prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário à composição dos produtos finais, emitindo as ordens de compra e de produção, de forma a aperfeiçoar a utilização dos recursos. Tais atividades tomam como ponto de partida o plano mestre de produção, ferramenta para controle dos níveis de estoques, por meio do planejamento de médio prazo e ajustes de curto prazo.

2.1.1.1 PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO

O plano mestre de produção (PMP – *Master Program Schedule*) consiste na versão desagregada do planejamento de produção, detalhando os volumes a serem fabricados para cada tipo de produto. Para Gaither (1998) e Frazier (1998), é composto por um conjunto de registros com escalas de tempo, contendo para cada produto final informações atualizadas de estoques e demanda. A partir disso, não havendo estoque suficiente para suprir a demanda futura, são projetados na linha do programa-mestre quantidades destes itens finais (produtos acabados), juntamente com as respectivas datas. Assim, ainda conforme Gaither (1998) e Frazier (1998), o plano mestre de produção leva em conta a demanda, o plano de produção, solicitações pendentes, disponibilidade de materiais, disponibilidade de capacidade, políticas e metas gerenciais.

Quando gerada a necessidade de produtos na linha de tempo do PMP, é função do PCP realizar o sequenciamento das ordens de produção (OP), mantendo o cuidado com *lead times*, estoques e prazos de entrega (TUBINO, 2007). Este sequenciamento, segundo Corrêa (2006) e Chiavenato (2005), é a definição das prioridades das ordens de produção, informando ao setor de produção o sequenciamento das atividades para atingir o planejamento e objetivos da programação. A figura 1 ilustra a interação e importância das atividades que norteiam o planejamento de programação, iniciando pela previsão das quantidades demandadas dos produtos para períodos futuros, esta por sua vez sendo fundamental para os cálculos do plano mestre de produção que irá ser utilizado como base para a programação de compras e produção.

FIGURA 1: Integração de atividades do planejamento de programação



FONTE: Elaborado pelo autor (2019).

A elaboração do PMP considera a previsão de vendas e também fatores relacionados à capacidade fabril, disponibilidade e otimização dos recursos produtivos, níveis de estoques de insumos e produtos acabados. Desta forma, deve ser ressaltado que o plano mestre de produção refere-se à programação da produção de produtos acabados, sendo diferente da previsão de vendas, que será abordado no próximo tópico.

2.1.1.2 PREVISÃO DE DEMANDA

Segundo Moreira (2011), a previsão de demanda é um processo racional de busca de informações acerca das vendas futuras de um item ou conjunto de itens. Já para Martins (2005), previsão de demanda é a utilização eficaz do maquinário dentro da produção, realizando a reposição correta de materiais e respectivas quantidades.

A previsão de vendas, segundo Oliveira (1999), é fundamental para o departamento de produção e compras, pois se trata da informação básica para determinar as quantidades a serem produzidas, cujas decisões provêm do mapeamento das quantidades a serem vendidas juntamente com os níveis de estoque. Para Gaither (2002) e Frazier (2002), as previsões de vendas se tornam entrada tanto para a estratégia de negócios como para previsões dos recursos de produção.

Os métodos de previsão quantitativos são modelos matemáticos baseados em dados históricos, supondo que dados passados são relevantes para o futuro, conforme Gaither (2002) e Frazier (2002). Dentre estes métodos, é comum a utilização da média móvel para prever demandas que possuem pouca oscilação ao longo do tempo, formada por uma série temporal de curto prazo que prevê vendas para o período seguinte. Neste modelo, a média aritmética das vendas reais, correspondente a um número específico de períodos de tempo, é a previsão para o período seguinte. Já demandas com oscilações constantes, picos de sazonalidades e comportamentos de tendência crescentes ou decrescentes são perceptíveis no método exponencial com sazonalidade e linha de tendência, onde as vendas realizadas em um período passado são modificadas pelas informações a respeito de dados com um padrão de tendência. No presente projeto será observada a comparação entre estes dois métodos, o primeiro sendo o utilizado pela organização, e o segundo utilizado dentro do PMP aplicado como teste piloto na linha de utilidades domésticas (UZ Utilidades).

2.2 ENTENDIMENTO APROFUNDADO DO PROBLEMA

Para entender a estrutura utilizada no controle dos níveis de estoque foram contatadas diferentes áreas, como programação de produção, compras, gerência fabril e TI, chegando assim aos parâmetros da execução destas atividades. Por meio de observação das necessidades de produção geradas no ERP e entrevistas não estruturadas com os setores mencionados, foram identificadas ao longo do tempo oscilações nos níveis de estoque exigidos pela empresa, hora com produção antecipada gerando estoques elevados, em outros com produção em atraso e estoque não atendendo a carteira de pedidos. Mesmo seguindo os parâmetros gerados pelo ERP e a experiência empírica dos responsáveis pelo controle dos níveis de estoque, esse fenômeno foi identificado tanto no estoque de produtos prontos quanto da matéria-prima.

O estoque de matéria-prima é controlado pelo setor de compras, onde os níveis são monitorados através da média móvel do consumo de cada material nos últimos 20 dias, fator que é decisivo para definição do momento da compra (quando comprar). Já o controle dos estoques de produtos acabados é responsabilidade do PCP, que define os lotes de produção (quando e quanto produzir) baseando-se na média móvel das vendas (emissão das notas fiscais) dos últimos sessenta dias. Ao entender a estrutura da base de informações utilizadas para as principais atividades relacionadas ao controle de estoques - o que produzir / comprar; quando produzir / comprar; quanto produzir / comprar - foram identificados pontos não contemplados no modelo de previsão.

Ao retornar a média de consumo e vendas, o sistema ERP não identifica demandas fora do comportamento normal de cada SKU, contabilizando no histórico para períodos futuros um consumo incorreto proveniente de ações promocionais ou greves no setor de transporte rodoviário, por exemplo. A média móvel indica uma média de consumo, sem ponderar fatores de sazonalidade em meses com datas comemorativas ou estações do ano, presentes em diversos produtos, como: jarras, xícaras, taças de vinho e espumante, coolers, entre outros. A TABELA 3 apresenta em números o estoque inicial dos SKU's que compõem a família de jarras entre novembro de 2018 a março de 2019,

demonstrando a produção antecipada (superprodução) gerada pelo método de previsão da média móvel.

TABELA 3: Superprodução na família Jarras (outubro 2018 a fevereiro 2019)

SKU	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
UZ253-ROS	80	100	102	67	67
UZ253-TR	14	102	93	38	69
UZ253-VA	55	101	102	64	94
UZ253-VM	145	139	133	71	82
UZ254-ROS	66	168	189	168	221
UZ254-TR	64	187	184	131	199
UZ254-VA	18	92	66	29	40
UZ254-VM	132	148	127	86	128
UZ255-AM	227	121	103	51	46
UZ255-AZU	105	73	35	48	2
UZ255-BR	54	23	59	36	15
UZ255-PR	92	44	77	43	13
UZ255-ROS	185	122	123	101	198
UZ255-VA	229	159	145	100	122
UZ255-VM	393	268	226	117	301
UZ162-ROS	24	11	47	46	32
UZ162-TR	120	90	84	54	24
UZ162-VA	27	19	14	13	0
UZ162-VM	62	18	65	43	21
UZ109-ROS	116	113	65	86	69
UZ109-TR	171	274	335	238	218
UZ109-VA	69	128	96	63	60
UZ109-VM	205	227	77	151	199
UZ134-AM	287	141	360	271	166
UZ134-AZU	95	36	68	24	47
UZ134-BR	69	52	83	56	63
UZ134-PR	114	59	141	90	105
UZ134-ROS	193	79	197	146	110
UZ134-VA	301	108	242	127	152
UZ134-VM	469	222	424	250	297
UZ158-AM	254	247	686	463	290
UZ158-AZU	360	244	88	132	166
UZ158-BR	127	63	69	122	105
UZ158-PR	222	365	190	175	183
UZ158-ROS	740	254	580	452	774
UZ158-VA	889	306	202	205	646
UZ158-VM	1607	1006	852	804	1394

FONTE: Dados da empresa (2019).

Na estrutura visualizada na empresa, as decisões tomadas são para atender um planejamento de curto prazo, sem haver uma projeção para períodos futuros das demandas de cada produto. Desta forma, aliado a necessidade de haver melhorias no modelo de previsão da demanda, percebe-se a importância

de construir um planejamento antecipado de médio prazo com alterações de curto prazo para controlar os níveis de estoque.

2.3 APRESENTAÇÃO DE SOLUÇÃO

A proposta do projeto é desenvolver um planejamento da demanda para médio prazo, tendo ajustes mensais que se consolidam no planejamento de curto prazo, se tornando uma ferramenta para controle e assertividade dos níveis de estoque. Buscou-se atender esse objetivo mediante a criação de um plano mestre de produção, construído a partir da previsão de demanda com sazonalidade e comportamento de tendência dos dados históricos mês a mês.

O desenvolvimento do PMP deu-se através de seis principais etapas, as quais tem o seu detalhamento descrito no decorrer do trabalho. São elas:

1. Levantamento dos dados históricos;
2. Divisão por grupo de famílias;
3. Padronização dos dados;
4. Cálculo da previsão de demanda para a família;
5. Segmentação da previsão de demanda por SKU;
6. Estruturação do plano mestre de produção.

2.3.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS HISTÓRICOS DE VENDAS

Para o levantamento dos dados históricos foram considerados somente os SKU's em linha, em virtude da empresa trabalhar com *make to order* no atendimento de pedidos com itens fora de linha ou exclusivos de alguns clientes. O relatório foi extraído do sistema ERP da empresa em novembro de 2018, trazendo as vendas mensais de mil trezentas e cinco referências no período de janeiro de 2017 a outubro de 2018. Em seguida, por insuficiência de dados para análise, foram desconsideradas cento e noventa referências, ambas sem histórico de vendas no ano de 2018.

2.3.2 DIVISÃO POR PERFIL DE PRODUTO

O próximo passo foi segmentar os SKU's por famílias, associando cada referência ao seu perfil de produto, totalizando vinte e sete grandes grupos, conforme TABELA 4. Por fim, obteve-se a demanda histórica mensal para cada uma das famílias, somando a quantidade demandada de ambos os itens que compunham o grupo.

TABELA 4: Famílias de produtos

Famílias					
1	Bandejas	10	Lixeiras	19	Porta sabonete líquido
2	Cadeiras	11	Organizadores	20	Potes premium
3	Caixas organizadoras	12	Porta algodão	21	Potes redondos
4	Cestos	13	Porta detergente	22	Potes retangulares
5	Coolers	14	Porta escovas	23	Pratos
6	Copos	15	Porta frios	24	Saboneteira
7	Cremeiras / cumbucas	16	Porta guardanapos	25	Saladeiras
8	Jarras	17	Porta mantimentos	26	Utensílios
9	KIT's	18	Porta pão e bolo	27	Xícaras

FONTE: Criado pelo autor (2018).

2.3.3 PADRONIZAÇÃO DOS DADOS PARA ANÁLISE

Obtendo as informações quanto às quantidades demandadas em cada grupo, partiu-se para o tratamento individual (por grupo) dos dados via ferramenta Excel, trazendo como resultado um comportamento ajustado dos dados para futuras análises preditivas. O primeiro passo foi identificar o valor da mediana, que indica o centro do grupo de números, onde metade dos números possui valores que são maiores do que a mediana e a outra metade possui valores menores. Em seguida, foi calculado o desvio padrão, que indica o quanto os valores da demanda tendem a estar próximos da mediana. Através destes números foi possível calcular o limite inferior e superior de demanda

em cada família, realizando a substituição dos dados nos meses em que os pontos estavam fora destes limites, conforme TABELA 5.

TABELA 5: Mediana, desvio padrão, limite inferior e superior (Família JARRAS)

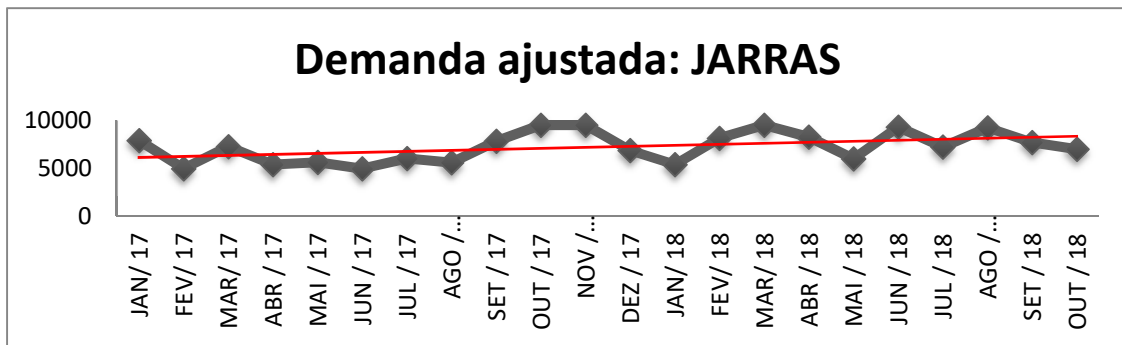
1º passo		2º passo		
JAN/ 17	7894	JAN/ 17	7894	7894
FEV/ 17	4196	FEV/ 17	4196	4963
MAR/ 17	7266	MAR/ 17	7266	7266
ABR / 17	5400	ABR / 17	5400	5400
MAI / 17	5621	MAI / 17	5621	5621
JUN / 17	4204	JUN / 17	4204	4963
JUL / 17	6020	JUL / 17	6020	6020
AGO / 17	5602	AGO / 17	5602	5602
SET / 17	7841	SET / 17	7841	7841
OUT / 17	11431	OUT / 17	11431	9517
NOV / 17	13715	NOV / 17	13715	9517
DEZ / 17	6848	DEZ / 17	6848	6848
JAN/ 18	5373	JAN/ 18	5373	5373
FEV/ 18	8120	FEV/ 18	8120	8120
MAR/ 18	9553	MAR/ 18	9553	9517
ABR / 18	8253	ABR / 18	8253	8253
MAI / 18	5997	MAI / 18	5997	5997
JUN / 18	9311	JUN / 18	9311	9311
JUL / 18	7214	JUL / 18	7214	7214
AGO / 18	9224	AGO / 18	9224	9224
SET / 18	7684	SET / 18	7684	7684
OUT / 18	6978	OUT / 18	6978	6978
(1) Mediana	7240	Limite inferior = (1) - (2)	4963	
(2) Desvio padrão	2277	Limite superior = (1) + (2)	9517	

FONTE: Dados da empresa (2018).

2.3.4 PREVISÃO DE DEMANDA POR FAMÍLIA

Os dados ajustados foram analisados individualmente por família, onde ambas apresentaram repetições de picos ao longo da linha de tempo das vendas, acompanhados de crescimento ou declínio no comportamento dos valores da demanda, exemplificado na FIGURA 2.

FIGURA 2: Comportamento da demanda ajustada (Família JARRAS)



FONTE: Dados da empresa (2018).

Desta forma, os grupos foram classificados como séries temporais com sazonalidade e tendência, sendo utilizado para o cálculo das previsões o intervalo de sazonalidade na linha de tempo (média centrada móvel – MCM), a distância percentual da demanda em relação a MCM (índice sazonal individual - ISI) e a média dos índices sazonais dos pontos análogos (ISPA), conforme exemplificado na TABELA 6.

TABELA 6: Compreendendo estrutura de cálculos PARTE I

τ	P	DA	MCM	ISI	ISPA
Tempo	Mês	Demanda	Média centrada	Índice sazonal	Índice sazonal PA
1	JAN/ 17	7894			
2	FEV/ 17	4963			
3	MAR/ 17	7266	6388,75	1,1387	1,0964
4	ABR / 17	5400	5812,5	0,929	0,9721
5	MAI / 17	5621	5812,5	0,9671	0,8964
6	JUN / 17	4963	5501	0,9022	1,0928
7	JUL / 17	6020	5551,5	1,0844	1,0964
8	AGO / 17	5602	6106,5	0,9174	0,9721
9	SET / 17	7841	7245	1,0823	0,8964
10	OUT / 17	9517	8119,25	1,1722	1,0928
11	NOV / 17	9517	8430,75	1,1288	1,0964
12	DEZ / 17	6848	7813,75	0,8764	0,9721
13	JAN/ 18	5373	7464,5	0,7198	0,8964
14	FEV/ 18	8120	7473,5	1,0865	1,0928
15	MAR/ 18	9553	7824,75	1,2209	1,0964
16	ABR / 18	8253	7980,75	1,0341	0,9721
17	MAI / 18	5997	8278,5	0,7244	0,8964
18	JUN / 18	9311	7693,75	1,2102	1,0928
19	JUL / 18	7214	7936,5	0,909	1,0964
20	AGO / 18	9224	8358,25	1,1036	0,9721
21	SET / 18	7684	7775	0,9883	0,8964
22	OUT / 18	6978	8955	0,7792	1,0928

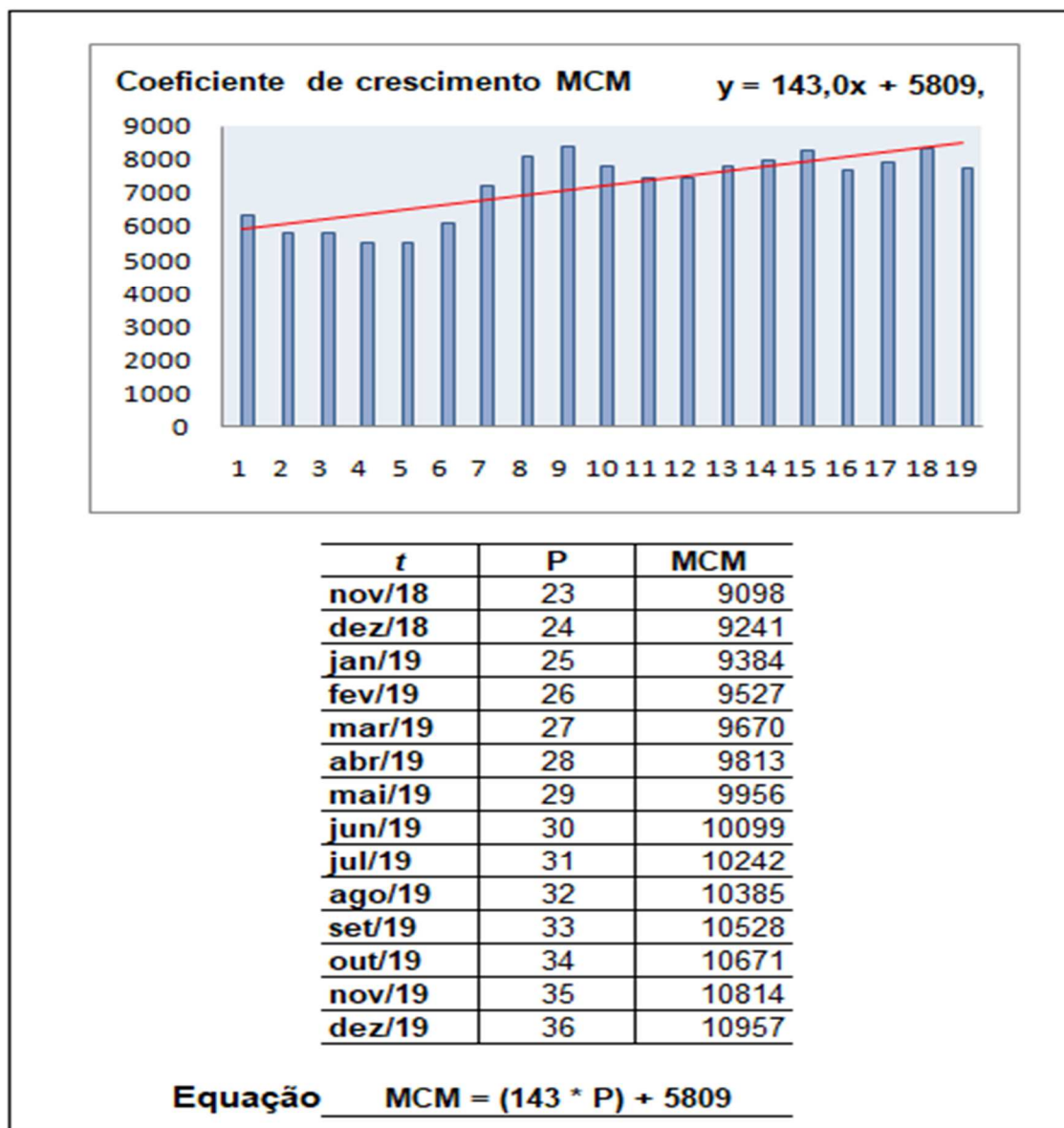
$$\text{Equações:} \quad \frac{\sum (DA1 + DA2 + DA3 + DA4)}{4} \quad \frac{DA}{MCM} \quad \frac{\sum (isi4 + isi8 + isi12 + isi16 + isi20)}{n}$$

FONTE: Criado pelo autor (2019).

Estando definidos os índices de sazonalidade é momento de identificar a média centrada móvel estimada de novembro 2018 a dezembro 2019, calculada

pela multiplicação do tempo (t) pelo coeficiente da linha de tendência da MCM histórica, conforme pode ser interpretado na TABELA 7.

TABELA 7: Compreendendo estrutura de cálculos PARTE II



FONTE: Criado pelo autor (2019).

Através da multiplicação dos índices de sazonalidade dos pontos análogos pelo MCM previsto de cada mês, chegou-se na previsão de demanda total dos períodos futuros. Para melhor entendimento, a TABELA 8 demonstra como foi realizada a previsão para a família Jarras.

TABELA 8: Compreendendo estrutura de cálculos PARTE III

t	MCM	ISPA	PREVISÃO
-----	-----	------	----------

Nov/18	9098	1,0964	9975
Dez/18	9241	0,9721	8983
Jan/19	9384	0,8964	8412
Fev/19	9527	1,0928	10411
Mar/19	9670	1,0964	10602
Abr/19	9813	0,9721	9539
Mai/19	9956	0,8964	8925
Jun/19	10099	1,0928	11036
Jul/19	10242	1,0964	11229
Ago/19	10385	0,9721	10095
Set/19	10528	0,8964	9437
Out/19	10671	1,0928	11661
Nov/19	10814	1,0964	11856
Dez/19	10957	0,9721	10651
Equação		Prev. = (MCMt * ISPA t)	

FONTE: Criado pelo autor (2019).

2.3.5 PREVISÃO DE DEMANDA POR SKU

Os valores previstos para cada mês (TABELA 8) foram multiplicados pelo percentual de participação de cada SKU conforme volume total demandado no período histórico observado, obtendo assim a previsão de demanda por produto final. A TABELA 9 exemplifica de que forma as quantidades previstas foram divididas entre os SKU's que compõem esse grupo.

TABELA 9: Compreendendo estrutura de cálculos PARTE IV

Etapa 1					
Período	UZ162-VA	UZ134-BR	UZ158-VM	UZ213-VA	Total grupo
JAN/ 17	8	38	1876	41	7894
FEV/ 17	40	110	700	44	4196
MAR/ 17	43	97	1680	89	7266
ABR / 17	44	96	769	103	5400
MAI / 17	69	85	630	137	5621
JUN / 17	34	50	702	78	4204
JUL / 17	38	100	925	54	6020
AGO / 17	34	66	916	140	5602
SET / 17	20	33	1974	35	7841
OUT / 17	33	83	1448	234	11431
NOV / 17	186	104	1857	125	13715
DEZ / 17	26	67	845	51	6848
JAN/ 18	35	38	693	82	5373
FEV/ 18	33	47	1157	96	8120
MAR/ 18	18	62	1467	75	9553

ABR / 18	17	60	1045	67	8253
MAI / 18	4	35	883	24	5997
JUN / 18	12	44	1329	83	9311
JUL / 18	12	36	1073	54	7214
AGO / 18	55	45	1710	61	9224
SET / 18	23	94	1241	75	7684
OUT / 18	6	29	1267	37	6978
Total Período	790	1419	26187	1785	163745
% do total	0,48%	0,87%	15,99%	1,09%	100,00%

Etapa 2					
Período	UZ162-VA	UZ134-BR	UZ158-VM	UZ213-VA	Prev. grupo
% histórico	0,48%	0,87%	15,99%	1,09%	
Nov/18	48	86	1595	109	9975
dez/18	43	78	1437	98	8983
jan/19	41	73	1345	92	8412
fev/19	50	90	1665	113	10411
mar/19	51	92	1696	116	10602
abr/19	46	83	1526	104	9539
mai/19	43	77	1427	97	8925
jun/19	53	96	1765	120	11036
jul/19	54	97	1796	122	11229
ago/19	49	87	1614	110	10095
set/19	46	82	1509	103	9437
out/19	56	101	1865	127	11661
Nov/19	57	103	1896	129	11856
dez/19	51	92	1703	116	10651

Equação	% histórico * Prev. grupo
----------------	----------------------------------

FONTE: Criado pelo autor (2019).

2.3.6 ESTRUTURANDO O PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO

O último passo realizado foi estruturar o cálculo do plano mestre de produção, levando em consideração a demanda prevista, as solicitações pendentes e os estoques já existentes. Partindo da lógica de que os pedidos em carteira já são pertinentes a demanda prevista do mês, essas quantidades são descontadas do montante mensal, da mesma forma, os produtos acabados em estoque ou em processamento também são subtraídos da necessidade de produção prevista. Assim, na medida em que as peças são processadas, pedidos são implantados e clientes atendidos, o plano mestre de produção

atualiza as informações referentes a necessidade de produção para atender as expectativas de vendas projetadas. A TABELA 10, expressa a fórmula do cálculo mencionado.

TABELA 10: Compreendendo estrutura de cálculos PARTE V

$$\text{Necessidade Produção} = (((\text{Previsão} - \text{Carteira}) - (\text{Estoque} + \text{Produção})) - \text{Em Produção})$$

FONTE: Criado pelo autor (2019).

Por fim, o plano mestre de produção é incorporado as ferramentas do ERP utilizadas por compras e PCP, tendo diariamente atualizada a informação do quanto ainda é necessário produzir para atender a perspectiva de vendas demandadas para cada produto, havendo assim a homogeneidade na informação e maior assertividade na definição dos lotes de produção e volume de compras.

2.4 RETORNO PREVISTO DA SOLUÇÃO APRESENTADA

O PMP aplicado como planejamento de produção para médio e curto prazo vem a gerar benefícios por distintas linhas de ações, ambas voltadas a redução de custos para a empresa. Os ganhos pela utilização desta ferramenta podem apresentar-se de cunho qualitativo e quantitativo, no momento em que algumas dessas melhorias não podem ser mensuradas estatisticamente.

Ao implantar o PMP e disponibilizar os dados a toda cadeia interna de suprimentos é gerada a padronização de informações ao setor de compras e PCP, gerando um ganho não mensurável. Porém, as melhorias mensuráveis são diretamente impactadas pela homogeneidade dos dados na medida em que estes são utilizados como base para as atividades de compra da matéria prima e definição dos lotes de produção.

Para identificar os ganhos monetários como redução na imobilização de materiais e utilização da mão-de-obra (superprodução), foram simulados os resultados que seriam atingidos mediante a utilização do PMP no período de cinco meses na família JARRAS – novembro de 2018 até março de 2019 -, estes comparados aos resultados de fato obtidos no modelo atual da gestão de estoques deste mesmo período. O parâmetro para mensurar a eficiência dos modelos foi o estoque inicial de dezembro 2018 até abril 2019, considerando que o estoque inicial de cada mês é a perda por superprodução gerada no mês anterior. Conforme a TABELA 11, em ambos os cinco meses analisados o estoque inicial é inferior no modelo do PMP, ilustrando maior eficiência na sua estrutura de planejamento que se ajusta de médio para curto prazo.

TABELA 11: Estoque inicial mês a mês no período simulado (Família JARRAS)

		Atual	PMP	Ajuste no PMP (curto prazo)
Dez	Estoque inicial	5909	2780	
	Previsão		8983	Planejamento para médio prazo
	Produção	6748	6203	$=(((\text{Previsão} - \text{Carteira}) - (\text{Estoque} + \text{Produção})) - \text{Em Produção})$
	Demanda	5928	5928	
Jan	Estoque inicial	6729	3055	
	Previsão		8412	Planejamento para médio prazo
	Produção	2738	5357	$=(((\text{Previsão} - \text{Carteira}) - (\text{Estoque} + \text{Produção})) - \text{Em Produção})$
	Demanda	4306	4306	
Fev	Estoque inicial	5161	4106	
	Previsão		10411	Planejamento para médio prazo
	Produção	6560	6305	$=(((\text{Previsão} - \text{Carteira}) - (\text{Estoque} + \text{Produção})) - \text{Em Produção})$
	Demanda	5003	5003	
Mar	Estoque inicial	6718	5408	
	Previsão		10602	Planejamento para médio prazo
	Produção	4332	5194	$=(((\text{Previsão} - \text{Carteira}) - (\text{Estoque} + \text{Produção})) - \text{Em Produção})$
	Demanda	5159	5159	
Abr	Estoque inicial	5891	5443	

FONTA: Dados da empresa (2019).

Os resultados obtidos também foram analisados do ponto de vista monetário, uma vez que os produtos apresentam diferentes necessidades na quantidade de matéria-prima e tempo de processamento. Desta forma, considerando que o estoque inicial do mês posterior foi a superprodução do mês atual realizou-se a multiplicação dos custos de cada SKU (materiais e mão-de-obra) pelo seu estoque inicial mês a mês. Como resultados destas análises na família JARRAS, constam sucessivamente na TABELA 12 e TABELA 13 os custos compilados por imobilização de materiais e utilização antecipada da mão-de-obra. Novamente os dados apontam para melhores resultados seguindo o modelo do PMP, onde em quatro dos cinco meses analisados os resultados são significativamente melhores que no modelo atual da gestão dos estoques.

TABELA 12: Ganhos monetários na utilização de matéria-prima (Família JARRAS)

Indicador		nov-18	dez-18	jan-19	fev-19	mar-19
Material	PMP	R\$21.964,00	R\$29.450,31	R\$35.304,36	R\$56.936,56	R\$45.981,64
	Atual	R\$61.225,20	R\$74.494,00	R\$29.396,48	R\$73.442,74	R\$51.178,56
	Ganhos	R\$39.261,20	R\$45.043,69	-R\$5.907,88	R\$16.506,18	R\$5.196,92

FONTA: Dados da empresa (2019).

TABELA 13: Ganhos monetários na utilização de mão-de-obra (Família JARRAS)

Indicador		nov-18	dez-18	jan-19	fev-19	mar-19
Mão de obra	PMP	R\$9.717,43	R\$15.072,02	R\$18.926,85	R\$29.486,49	R\$25.147,61
	Atual	R\$29.004,57	R\$37.809,44	R\$16.771,93	R\$38.632,61	R\$26.960,69
	Ganhos	R\$19.287,14	R\$22.737,42	-R\$2.154,92	R\$9.146,12	R\$1.813,08

FONTE: Dados da empresa (2019).

As análises realizadas trouxeram resultados que valiam o plano mestre de produção proposto no projeto, trazendo para empresa ganhos monetários que geram retenção de valores no caixa oriundos de uma gestão de estoques mais eficaz e alocação adequada da mão-de-obra.

3. CONCLUSÃO

Ao observar o comportamento dos estoques foram identificadas fontes de melhorias principalmente relacionadas à superprodução de produtos acabados, visíveis no elevado estoque inicial mês a mês de cada SKU, culminando em um conjunto de impactos negativos ao longo da cadeia: compra antecipada e em volume incorreto da matéria-prima; produção antecipada e em volume incorreto; custo da mão-de-obra; imobilização de capital; redução no capital de giro. Conforme aumentava o entendimento aprofundado do assunto através de entrevistas não estruturadas com diferentes áreas da empresa, a atual estrutura de gestão dos estoques apresentou pontos não contemplados nos cálculos das projeções de vendas, ilustrando um planejamento somente de curto prazo e pouco eficaz.

Desta forma, o objetivo do projeto foi estruturar um plano mestre de produção que estabelecesse um planejamento antecipado de médio prazo, sofrendo alterações de curto prazo na medida em que as peças são processadas, pedidos são implantados e clientes atendidos.

O levantamento de dados históricos dos SKU's em linha via sistema ERP gerou um relatório das vendas mensais de mil trezentas e cinco referências no período de janeiro de 2017 a outubro de 2018, as quais foram agrupadas em famílias conforme semelhanças dos SKU's. Todos os dados foram tratados para identificar os comportamentos normais de vendas em cada família, assim sendo possível estabelecer um padrão de comportamento e submeter os dados a um modelo robusto de previsão das vendas no ano de 2019. Tendo as quantidades demandadas e desenvolvida a estrutura matemática do plano mestre de produção foram gerados dados para comparar os resultados do PMP com os números obtidos através do atual modelo da gestão de estoques.

A simulação em um dos vinte e sete grupos – família JARRAS – comprovou o desempenho mais eficaz no controle de estoques mediante utilização do plano mestre de produção. Os números mostram valores inferiores no estoque inicial em ambos os cinco meses analisados (TABELA11). Monetariamente os resultados também foram mais satisfatórios, pois através do PMP a empresa iria garantir maior capital de giro mediante a redução na

imobilização de materiais e utilização da mão-de-obra, conforme apresentado na TABELA 12 e TABELA 13.

Optou-se comprovar a eficácia do PMP através da simulação de dados devido o assunto estar diretamente relacionado ao faturamento da empresa, uma vez que a organização trabalha com make to stock para garantir o atendimento dos pedidos aos clientes. Mediante os resultados obtidos a estrutura matemática do plano mestre de produção foi incorporada ao ERP da empresa e está sendo utilizada como ferramenta para planejamento de produção de médio prazo com ajustes em curto prazo.

Com finalidade de atingir um atendimento mais eficaz das demandas e melhor otimização de recursos dentro da área de produção, sugere-se que, sejam realizadas consecutivos acompanhamentos que garantam a utilização correta do PMP estabelecido, bem como manter constante contato com as diversas áreas para se certificar que a utilização da ferramenta está gerando os ganhos prospectados, desenvolvendo uma cultura voltada a um ciclo de melhoria contínua (PDCA).

4. REFERÊNCIAS

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2006.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de produção: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

GAITHER, Norman e Frazier, Greg. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

MARTINS, Petrônio Garcia . **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2 ed. rev. E ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças. **Planejamento estratégico, conceitos, metodologia e práticas**. São Paulo: Atlas, 1999.

PINHEIRO, AF; BARRETO, FAFD. **Previsão Orçamentária do FGTS com o Uso de Modelos de Séries Temporais**. Fortaleza: Anais do IX Encontro Regional de Economia , 2004.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SLACK, Nigel. **Gerenciamento de operações e de processos: princípios e práticas de impacto estratégico**. 2. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2013.

TUBINO, D. F.; **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2007.