



Demand forecasting and aggregate planning in auto parts production

Jhony de Jesus Morais, Liene de Oliveira Baldini,
Rogério Monteiro and Eliacy Cavalcanti Lélis

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

December 1, 2019

PREVISÃO DE DEMANDA E PLANEJAMENTO AGREGADO NA PRODUÇÃO DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

RESUMO. Este artigo apresenta o atual cenário de uma indústria de produção de peças de reposição automotiva, que tem enfrentado problemas na gestão de sua produção, tais como: atrasos na entrega de pedidos, custos exagerados na compra de recursos materiais e gastos com horas extras sem planejamento. O desafio aplicado a este estudo, está relacionado à busca de técnicas para o melhor uso dos dados existentes, conhecer a necessidade de produção para atender seus pedidos de forma eficiente. Assim foi possível encontrar soluções por meio de técnicas de previsão de demanda e planejamento agregado no controle da produção do item de maior demanda.

Palavras-chave. Previsão de demanda, planejamento agregado, produção.

ABSTRACT. This paper presents the current scenario of an industry of production of automotive spare parts which has faced problems in managing its production, such as: order delivery delays, excessive costs in the purchase of material resources and spending on over time work without planning. The challenge applied to this study is related to the search for techniques for the best use of existing data, and also knowing the production need to meet their requests efficiently. So, it was possible to find solutions by forecasting techniques demand and aggregate planning in controlling the item production of higher production demand.

Keywords. Demand forecasting, aggregate planning, production.

1. INTRODUÇÃO

Com a consolidação de um mundo globalizado, estudar a previsão de demanda para adequar a produção e montagem industrial ao mercado é essencial para torna-lo competitivo, diante principalmente da concorrência da indústria chinesa com custos e prazos cada vez menores.

Neste contexto, o presente artigo dispõe o estudo de métodos como previsão de demanda e planejamento agregado, como ferramentas que podem auxiliar o planejamento e controle de produção na linha de montagem da empresa Marflex (nome fictício).

O problema de pesquisa neste artigo visa responder à seguinte questão central: como o conhecimento e a análise de previsão de demanda pode auxiliar no planejamento de produção?

O objetivo geral é estudar sobre a previsão de demanda aplicado ao setor de montagem industrial.

Os objetivos específicos são:

- Estudar o método de previsão de demanda do produto de maior índice de venda.
- Estudar o método de planejamento agregado do produto de maior demanda.
- Aplicar o método da previsão de demanda no planejamento de produção de interruptores da empresa Marflex.

1.1 JUSTIFICATIVA

A realização deste estudo justifica-se em mostrar que o uso de ferramentas como: previsão de demanda e planejamento agregado são importantes para contribuir na melhoria da utilização dos recursos disponíveis, saber o quanto produzir e atender a demanda de pedidos. Com isso possibilitar

um planejamento e controle da produção de forma eficiente, gerindo recursos conforme sua necessidade sem excessos, resultando na minimização de custos.

1.2 METODOLOGIA

De acordo com as autoras Marconi e Lakatos (2017) pesquisa bibliográfica é importa pois trata-se do levantamento de toda a bibliografia já publicada em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto. Neste artigo serão utilizados materiais bibliográficos sobre previsão de demanda e planejamento agregado.

Segundo Yin (2005) o estudo de caso é importante porque é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade. No presente artigo será aplicado o estudo de caso na empresa Marflex.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PREVISÃO DE DEMANDA

Tubino (2007) afirma que a previsão de demanda é a variável mais importante na definição de um sistema de produção. Ela consiste do histórico de dados da demanda, resultando em uma estimativa da necessidade para atendê-la, em um período a médio prazo.

Segundo Levi e Kaminsky (2010) um grande erro na previsão de demanda tem um impacto negativo na cadeia de suprimentos, o que acarreta perda de vendas, estoque obsoleto e a utilização ineficiente de recursos.

2.1.1 A IMPORTÂNCIA DA PREVISÃO DE DEMANDA

Para Chopra e Meindl (2003) o objetivo de toda previsão de demanda é apoiar decisões que nela se baseiam. Com isso o conhecimento da demanda está ligado a tomada de decisões que afetam diretamente o planejamento.

Ainda Chopra e Meindl (2003) afirmam que o fracasso na tomada conjunta dessas decisões pode resultar em produtos em excesso ou em falta em diversos estágios da cadeia de suprimento. Dessa forma o controle da demanda possibilita as empresas elaborar estratégias focando a minimização de custos e maximizar a utilização de seus recursos.

2.1.2 PRINCIPAIS MÉTODOS PARA ENCONTRAR A PREVISÃO DE DEMANDA

A literatura disponibiliza diversos métodos para calcular a previsão de demanda, podendo ser qualitativos ou quantitativos baseados em dados históricos da empresa, cabe análise de cada cenário para decisão do método que melhor atende a necessidade da empresa. Golçalves (2013) destaca os seguintes métodos quantitativos presentes na tabela abaixo.

TABELA 1 – MÉTODOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

Método	Principais características
--------	----------------------------

<p>Médias móveis simples</p>	<p>É o método de previsão pela média aritmética móvel, onde a tomada de valores para o cálculo da média vária em função do tempo. É considerado que a demanda prevista para o próximo mês será estimada a partir do consumo médio ocorrido em um período anterior. A equação é expressa da seguinte forma,</p> $MMS = \frac{V1 + V2 + V3... Vn}{n}$ <p style="text-align: right;">(1)</p> <p>Onde V é o valor do período e n o número de períodos.</p>
<p>Médias móveis ponderadas</p>	<p>Os dados históricos são tratados de acordo com um grau de importância onde cada um dos períodos incluídos no cálculo da média passa a ter um peso que corresponde a sua importância na tomada da média, dentre dos diversos critérios de ponderação podemos considerar a triangular, onde o dado mais recente recebe o maior peso. A equação é expressa da seguinte forma,</p> $MMP = \frac{\Sigma(W * D)}{\Sigma W}$ <p style="text-align: right;">(2)</p> <p>Sendo que W se refere ao peso e D a demanda.</p>
<p>Ajustamento exponencial</p>	<p>O conceito fundamental desse método leva a encontrar parâmetros de uma equação de tal sorte que a soma dos quadrados dos desvios entre os valores reais e os valores projetados, pela equação matemática também conhecida como equação de ajustamento, seja mínima.</p> <p>De acordo com valores previstos em estudos anteriores, confronta-se com os resultados que de fato foram obtidos. A equação é expressa da seguinte forma.</p> $P_t = P(t - 1) + \delta\{D(t - 1) - P(t - 1)\}$ <p style="text-align: right;">(3)</p>
<p>Mínimos quadrados (regressão linear)</p>	<p>Trata de uma correlação entre duas variáveis, onde o gráfico aproxima-se de uma linha. A possibilidade para avaliar correlação entre as variáveis se dá em obter a equação da reta, chamada de reta de regressão. Representada por um gráfico de dispersão. A equação é expressa da seguinte forma.</p> $y = a + bx$ <p style="text-align: right;">(4)</p> <p>Assim, x é a variável independente e y a variável dependente. Para a e b temos os parâmetros de equação reta, podendo ser</p>

	calculados por meio das seguintes formulas. $\Sigma y = n. a + b. \Sigma x$ $\Sigma xy = a. \Sigma x + b. \Sigma x^2$ <p style="text-align: right;">(5)</p>
--	--

FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES

2.2 PLANEJAMENTO AGREGADO

De acordo com Peinado e Graeml (2007) Planejamento agregado é o plano de produção da demanda agregada para um período de médio prazo, é o método que permite através da previsão de demanda, atuar de modo estratégico a sazonalidade da demanda. Onde demanda agregada resulta em agrupar tipos ou famílias de produtos, no objetivo de possibilitar a análise de uma única demanda.

Peinado e Graeml (2007) também afirma que o planejamento agregado tem por finalidade definir de antemão o que será feito para atender a demanda de característica sazonal.

2.2.1 OBJETIVO DO PLANEJAMENTO AGREGADO

O objetivo do planejamento agregado está focado em equilibrar a utilização e garantir a disposição dos recursos, de forma a atender pontualmente as variações da demanda. De acordo com Tubino (2000) o planejamento agregado da produção vai fazer a ligação da produção, e as decisões estratégicas da empresa.

Segundo Martins e Laugeni (2005) a empresa define uma estratégia de operações, que pode adequar os recursos necessários ao atendimento da demanda, ou atuar na demanda a fim de que os recursos disponíveis possam atendê-la. Ainda Martins e Laugeni (2005) diz que uma vez definido o plano agregado este deve ser desdobrado para elaborar o plano mestre de produção para cada um dos itens que compõe a referida família dos produtos.

2.2.2 ESTRATÉGIAS DE ATUAÇÃO DO PLANEJAMENTO AGREGADO

Aplicar estratégias para equilibrar a relação de produção e demanda, requer a busca pelo método que melhor atenda as variáveis do planejamento agregado. Levi e Kaminsky (2010) diz que adotar a melhor estratégia envolve a relação entre oferta e demanda por meio da identificação de uma estratégia que minimize os custos totais de produção, de transporte e de estoque, ou de uma estratégia que maximize os lucros.

A atuação do planejamento agregado, podem ser aplicadas das seguintes formas:

Na oferta de recursos, onde a empresa atua em recursos como, mão de obra (admissões, demissões e horas extras), e também nos níveis de estoque.

Na oferta de demanda, direcionada ao mercado onde envolve preço de venda, promoção ou até mesmo atrasos na entrega para garantir a produção dos produtos.

Sendo assim Martins e Laugeni (2005) afirma que a estratégia poderá ser mista, podendo atuar tanto nos recursos quanto na demanda.

3. ESTUDO DE CASO

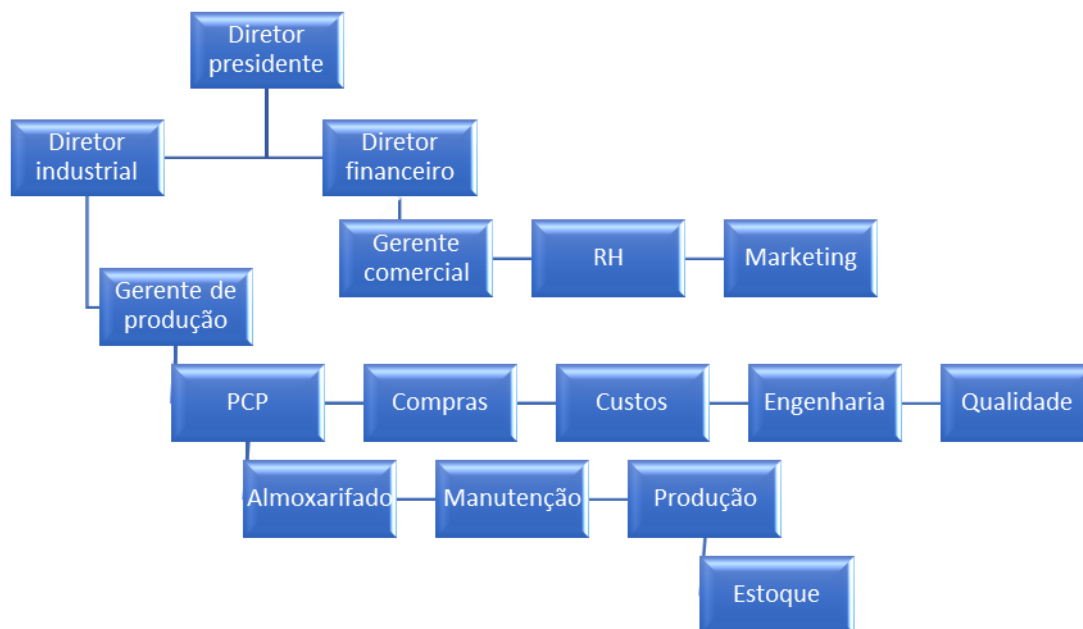
3.1 A EMPRESA

Localizado no bairro de Itaquera, em São Paulo, o grupo Marflex conta com a colaboração de mais de 300 funcionários e área de parque fabril com mais de 9.000 metros quadrados, em terreno são 75.000 metros quadrados. E hoje é reconhecida como uma das maiores empresas brasileiras em seu segmento.

Na sua origem em 1987, o grupo e começa suas atividades fabricando apenas cabos de vela, onde ao longo do tempo passou a produzir também tampas do distribuidor, rotores e condensadores, e posteriormente lançando bobinas de ignição a óleo.

Atualmente conta com vários itens novos em seu portfólio, como pastilhas de freio, com interruptores de luz de ré, interruptores de luz de freio, interruptores pressão de óleo, alarmes de freio, sensores de temperatura, relés de buzina, relés de pisca, relés auxiliares, caixas de fusíveis, interruptores de cortesia, interruptores universais, interruptores gerais de luz, cabos de vela em silicone, botões de partida e botões de buzina. Abaixo na figura 1 é demonstrado o organograma da empresa.

FIGURA 1 – ORGANOGRAMA DA EMPRESA



FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES

3.2 O PROBLEMA

Atualmente a empresa se depara no cenário em que problemas no planejamento da produção, resultam em atrasos na entrega de pedidos. Na linha de montagem de interruptores universais, os recursos disponíveis não suportam atender os pedidos dentro de um prazo competitivo.

A dificuldade na coleta, armazenamento e tabulação de informações da produção, se dá ao fato do não uso de um sistema integrado para administrar a produção e os recursos da fábrica, isto resulta na

dificuldade em programar ordens de produção que atendam a demanda de venda.

No cenário atual as ordens de produção são geradas a partir de um débito em estoque referente a venda, com isso a produção é baseada na experiência prática em conhecer os produtos de maior saída, onde por diversas vezes não é o suficiente para sanar a demanda em um prazo competitivo. Observando as vendas em relação a produção do interruptor 7207 ao longo de 12 meses de 2018, onde a diferença entre a produção e as vendas resulta no estoque de cada mês, com isso temos o seguinte quadro apresentado na tabela 2.

TABELA 2 – NÍVEL DE CONSUMO E DIFERENÇA ENTRE PRODUÇÃO E VENDA

INTERRUPTOR UNIVERSAL 7207 - 12 MESES													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL 12 meses
VENDAS	11.252	11.260	11.276	9.583	11.781	9.645	9.126	10.178	9.043	9.923	12.681	12.948	128.696
PRODUÇÃO	13.862	12.804	12.769	7.730	11.794	9.468	7.618	8.646	11.046	9.515	12.437	12.378	130.067
SALDO EM PEÇAS	2.610	4.154	5.647	3.794	3.807	3.630	2.122	590	2.593	2.185	1.941	1.371	1.371

FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES

Com base no período destacado, nota-se uma enorme variação nos níveis de estoque e de produção, onde há meses com altos níveis de estoque e meses muito abaixo comprometendo o nível de serviço. Abaixo na tabela 3, são demonstrados o nível de serviço e a volumetria apresentada no mês de março, onde para atender os pedidos o setor comercial exige da produção um prazo de no máximo sete dias, onde durante três semanas esse prazo não foi atendido. Durante esse período foram necessárias vinte horas extras de trabalho para alcançar o débito e garantir as entregas da última semana.

TABELA 3 – NÍVEL DE SERVIÇO DE ENTREGAS NO PRAZO

NÍVEL DE SERVIÇO PEDIDO ENTREGUE - INTERRUPTOR UNIVERSAL 7207					
MARÇO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	ACUMULADO
PEDIDOS	35	33	30	22	120
NO PRAZO	32	22	23	22	99
FORA DE PRAZO	3	11	7	0	21
TOTAL PÇS	4350	3055	2782	1089	11276
VOLUMETRIA	39%	27%	25%	10%	100%
NÍVEL DE SERVIÇO	9%	33%	23%	0%	18%

FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES

Ao analisar a tabela 3, é destacado o alto nível de atrasos na entrega de pedidos chegando a 33% na semana 2 e 18% no acumulado. Outro dado relevante está na volumetria, em que tem seu maior nível na semana 1 com 39% do total de peças vendidas no mês de março.

Com atrasos na entrega de pedidos e descontrole na produção, desencadeando uma série de problemas como:

- Gastos com mão de obra, horas extra e contratações sem planejamento.
- Compra de matéria prima e componentes sem programação, geralmente com custo maior.
- Desgaste de maquinário, com a falta de manutenção preventiva adequada.

- Perda de qualidade, com o aumento da necessidade de produção com maquinário e mão de obra desgastado.
- Perda de confiabilidade devido a atrasos em entrega de pedidos e prazos longos.

3.3 A SOLUÇÃO

Com a utilização dos dados de vendas descritos na tabela 2, é possível propor o uso do método de previsão de demanda. O método dos mínimos quadrados (regressão linear), foi aplicado no histórico de venda do produto descrito como, 7207 interruptores universal. Assim temos o período formando a coluna X e seus respectivos dados de venda, formando a coluna Y, aplicados a fórmula conforme demonstrado abaixo na tabela 4.

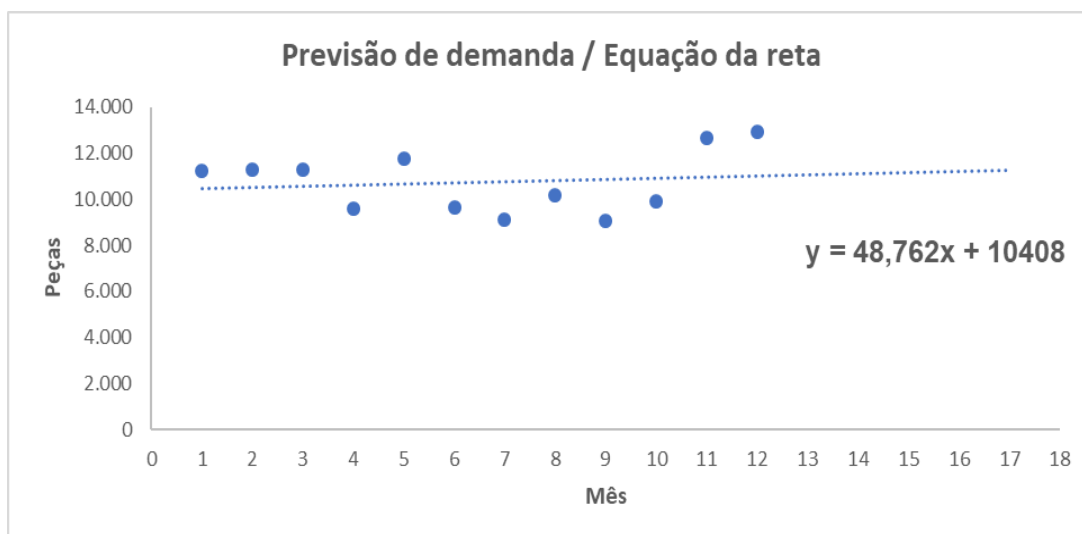
TABELA 4 – TABELA MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS APLICADO AO ITEM 7207

7.207	X	Y	X*Y	X²
JAN	1	11.252	11.252	1
FEV	2	11.260	22.520	4
MAR	3	11.276	33.828	9
ABR	4	9.583	38.332	16
MAI	5	11.781	58.905	25
JUN	6	9.645	57.870	36
JUL	7	9.126	63.882	49
AGO	8	10.178	81.424	64
SET	9	9.043	81.387	81
OUT	10	9.923	99.230	100
NOV	11	12.681	139.491	121
DEZ	12	12.948	155.376	144
Σ	78	128.696	843.497	650

FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES

Com o uso do programa Excel, os dados aplicados na fórmula do método e resultaram na equação da reta, onde $y = 48,762x + 10408$, desta forma com o uso do programa, foi gerado um gráfico que demonstra o sentido tomado pela demanda nos cinco meses seguintes ao período calculado, apresentado abaixo na figura 2.

FIGURA 2 – GRÁFICO COM EQUAÇÃO DA RETA



FONTES: ELABORADO PELOS AUTORES

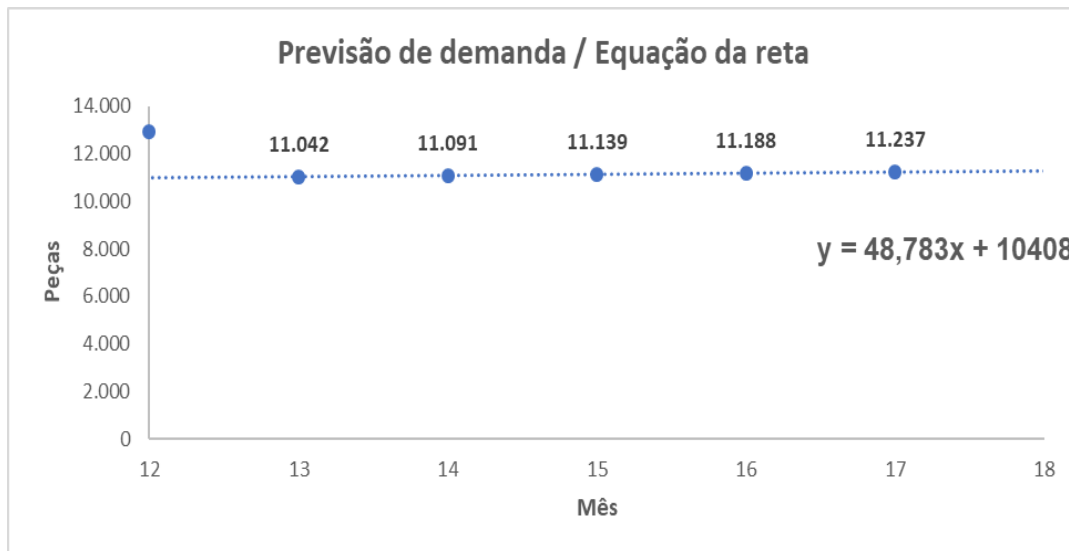
O resultado da previsão aplicada aos cinco meses seguintes, apresentam um leve crescimento nas vendas ao calcular a equação da reta em seus períodos propostos aos cinco meses seguintes, e estão demonstrados na tabela 5 e representados graficamente na figura 3.

TABELA 5 – TABELA COM PREVISÃO DE VENDAS

PREVISÃO DE VENDAS - 5 MESES			
13	jan/19	$y=48,762*13+10408$	11.042
14	fev/19	$y=48,762*14+10408$	11.091
15	mar/19	$y=48,762*15+10408$	11.139
16	abr/19	$y=48,762*16+10408$	11.188
17	mai/19	$y=48,762*17+10408$	11.237

FONTES: ELABORADO PELOS AUTORES

FIGURA 3 – GRÁFICO COM RESULTADO DA PREVISÃO DE DEMANDA



FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES

Com os resultados obtidos na previsão de demanda, o próximo passo está em aplicá-los ao planejamento agregado, estruturando um caminho de como devera ser direcionada a produção. No planejamento agregado deve se considerar um estoque de segurança, no qual foi calculado por meio da seguinte fórmula:

$$ES = (DM - DN) * LT \quad (6)$$

Onde, ao considerar que a demanda varia e o lead time é fixo.

Estoque de segurança é igual a demanda maior de 11.237 peças (mês de maio de 2019, que apresentou o nível mais alto de venda de peças), menos demanda normal de 11.140 peças (o cálculo da média da soma da demanda prevista), que multiplica o lead time de 22 dias (considerando o tempo para fabricar a demanda normal dentro de um mês com 22 dias uteis). Aplicado a formula, $ES=(11.237-11.140*0,73 \approx 3068$.

Em condições normais a capacidade de produção é um lote mensal de 11.500 peças, para a solução é importante determinar o lote para auxiliar o planejamento da compra de componentes, matéria prima e mão de obra necessária.

Assim com o saldo de peças do mês anterior a previsão que era de 1371 peças, o estoque de segurança de 3068 peças e a quantidade do lote mensal de até 11.500 peças (capacidade em condições normais de produção), foi elaborada uma tabela com o calculo de planejamento agregado, onde o consumo previsto confrontado a necessidade da produção, determina o quanto se deverá produzir estipulando o plano mestre de produção, preservando o estoque de segurança, é importante observar que para equilibrar o planejamento agregado, no primeiro mês é necessário uma produção acima do lote mensal, onde horas extras podem ser a solução pontual para alcançar a quantidade necessária de peças. A seguir tabela 6 com o planejamento agregado do interruptor universal 7207.

TABELA 6 – PLANEJAMENTO AGREGADO PRODUTO 7207

PLANEJAMENTO AGREGADO 2019							
ES. INICIAL	1371	MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI
ES. SEG.	3068	PREVISÃO	11.042	11.091	11.139	11.188	11.237
PRODUZIR			12.739	11.091	11.139	11.188	11.237

FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES

Com o planejamento agregado aplicado a previsão de demanda mensal, o modo de atender os pedidos de forma a melhorar o nível de serviço buscando eliminar atrasos na entrega, é elaborar o plano mestre de produção que atenda a volumetria da demanda peças durante cada semana, o cálculo da volumetria é resultado da média de produtos vendidos dentro de cada semana. Desta forma temos o seguinte quadro representado na tabela 7.

TABELA 7 – PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO E VOLUMETRIA SEMANAL 7207

PMP - INTERRUPTOR UNIVERSAL 7207					
JANEIRO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	ACUMULADO
VOLUMETRIA	39%	27%	25%	10%	100%
PEÇAS À PRODUZIR	4.914	3.451	3.143	1.230	12.739

FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o estudo de caso apresenta, o problema de falta de organização na programação da produção de interruptores, com estoques inchados, falta de confiabilidade com atrasos na entrega, e custos com mão de obra e compras sem programação. São situações em que a previsão de demanda possibilita estipular o planejamento agregado, minimizando os prejuízos e equilibrando a produção.

Ao condicionar a produção ao planejamento agregado, a programação da produção contribui em maior barganha na compra de matéria prima e componentes, com a determinação de um lote de produção, possibilita ao setor de compras economizar na compra de materiais. Outro grande fator de economia está em diminuir os custos com extra na produção, melhora o controle de seus estoques.

Mas dentre os ganhos o mais importante é garantir a confiabilidade de seus clientes ao garantir a entrega de seus produtos dentro do prazo melhorando o nível de serviço, onde ao aplicar o plano mestre de produção de forma a atender a volumetria da demanda semanal, permite a produção identificar de forma pontual o quanto se deve produzir.

5. CONCLUSÃO

Com o estudo da previsão de demanda e planejamento agregado, junto a implementação dessas ferramentas impacta diretamente o modo de atuação do PCP, onde tem por objetivo ganhos em economia na busca de organizar os processos de produção. Já o plano mestre de produção garante o controle das condições em que a produção deve ser administrada, no qual ao atender a volumetria semanal da demanda garante a produção das peças necessárias para atender a demanda de venda, de

forma a cumprir os prazos, resultando em confiabilidade de seus clientes com bom nível de serviço. Ao aplicar o método de previsão de demanda, no qual se baseia a partir de dados históricos para prever uma demanda futura, foi possível programar o planejamento da produção, partindo de um cenário próximo de suas reais necessidades, possibilitando atuar na melhoria da eficiência da produção controlando o uso dos recursos materiais e humanos. Assim o conhecimento da demanda contribui na aplicação do planejamento agregado, que tem por objetivo equilibrar a utilização e garantir a disposição desses recursos, de forma a minimizar os custos com a produção. Onde permitiu a compra de materiais de forma planejada garantindo atender à necessidade.

REFERÊNCIAS

- CHOPRA, S. E MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
- CORRÊA, S.M.B.B. **Probabilidade e estatística**. 2ª ed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003.
- FATECZL, **Aplicação da técnica de regressão linear para previsão da demanda de aparelhos auditivos**. Anais do I Engetec. São Paulo: Editora da fatec Zona Leste. 2018. p. 497.
- GONÇALVES, P. S. **Administração de materiais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- LEVI, D. S. , KAMINSKY, P. E LEVI, E. S. **Cadeia de suprimentos projeto e gestão**. 3º ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- MARCONI, M. A. E LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 7º ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MARFLEX. **A história**. 2019. Disponível em: <<http://marflex.ind.br/marflex/a-empresa/historia>>. Acesso em: 07 out. 2019. 13h20.
- MARTINS, P. G. E LAUGENI, P. F. **Administração da produção**. 2º ed. São Paulo, 2005.
- PEINADO, J. E GRAEML, A. R. **Administração da produção**. Curitiba: Unicenp, 2007.
- SANTOS, S. D. **Congressos científicos e revistas**. Anais do I Engetec. São Paulo: Editora da fatec Zona Leste. 2018. p. 150.
- SILVA, F. D. **Trabalhos científicos**. 2. ed. São Paulo: Genérica, v. 1, 2018.
- SILVA, J. D. Metodologia científica. **Fatec Zona Leste em debate**, São Paulo, 25 janeiro 2107. 1 - 20.
- TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2017.
- YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3º ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.