

Brasil– septiembre 2017 - ISSN: 1696-8352

## PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP) UTILIZANDO ESTATÍSTICA NA PREVISÃO DA DEMANDA: UM ESTUDO DE CASO

Guilherme Bonassa<sup>1</sup>  
Parcelso De Oliveira Caldas<sup>2</sup>  
Kristian Madeira<sup>3</sup>  
Leopoldo Pedro Guimarães Filho<sup>4</sup>  
Cristina Keiko Yamaguchi<sup>5</sup>  
Lilian Adriana Borges<sup>6</sup>  
Rosana Claudio Silva Ogoshi<sup>7</sup>  
Mara Lúcia Figueiredo<sup>8</sup>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Guilherme Bonassa, Parcelso De Oliveira Caldas, Kristian Madeira, Leopoldo Pedro Guimarães Filho, Cristina Keiko Yamaguchi, Lilian Adriana Borges, Rosana Claudio Silva Ogoshi y Mara Lúcia Figueiredo (2017): "Planejamento de vendas e operações (S&OP) utilizando estatística na previsão da demanda: um estudo de caso", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Brasil, (septiembre 2017). En línea:

<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/2017/planejamento-vendas-estadistica.html>

**Resumo:** Dentro da indústria, o PCP – Planejamento e controle de produção, tem por finalidade planejar os recursos produtivos a fim de alcançar os objetivos da empresa. Para tanto, uma das ferramentas que pode utilizar o Planejamento de Vendas e Operações - S&OP (do inglês *Sales and Operation Planning*) que tem por objetivo fazer a conexão vertical entre as estratégias de negócios e os planos operacionais; e conexão horizontal entre departamentos, como suprimentos, produção, vendas, marketing, e etc. O presente estudo trata-se de um estudo de caso de uma empresa de bens de consumo que produz sob demanda produtos não padronizados. Isto tornou insuficiente os métodos convencionais de previsão da demanda. Desta forma, este trabalho tem por objetivo somar as técnicas estatísticas ao Planejamento de Vendas e Operações para prover confiabilidade e precisão ao planejamento fabril. Foi utilizado a metodologia de solução de problemas da pesquisa operacional. Os objetivos do trabalho foram parcialmente atendidos. Dois indicadores de previsão de

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Produção na Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. E-mail: guilherme.bonassa@unesc.net

<sup>2</sup> Mestre em computação. Docente do curso de Engenharia de Produção na Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. E-mail: poc@unesc.net

<sup>3</sup> Doutor em Ciências da Saúde. Docente na Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. E-mail: kristian@unesc.net

<sup>4</sup> Doutor em Ciências Ambientais. Docente na Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. E-mail: lpg@unesc.net

<sup>5</sup> Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Coordenadora Institucional da UNIPLAC. E-mail: criskyamaguchi@gmail.com

<sup>6</sup> Doutora em Engenharia de Manufatura e Gestão de Operações. Docente da Universidade do Alto Vale do Itajaí – UNIDAVI. E-mail: lilian.borges@unidavi.edu.br

<sup>7</sup> Doutora em Zootecnia. Docente na Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP. E-mail: rosana.ogoshi@yahoo.com.br

<sup>8</sup> Pós-doutora em Educação ambiental. Docente do Centro Universitário de Brusque – UNIFEBE. E-mail: pos@unifebe.edu.br

venda foram previstos com assertividade maior que o modelo atual, porém outros dois indicadores não puderam ser otimizados; ficando como sugestão a verificação dos dados históricos da empresa a fim de se corrigir distorções provocadas por fatores externos.

**Palavras chave:** previsão de demanda, planejamento, vendas, operações, produção, capacidade, PCP.

## **SALES AND OPERATIONS PLANNING (S&OP) USING STATISTICS IN FORECASTING DEMAND: A CASE STUDY**

**Abstract:** Within the industry, the PPC - Production Planning and Control, has the purpose of planning the productive resources in order to achieve the company's objectives. Therefore, one of the tools that can use the Sales and Operation Planning - S&OP that has the goal to make a vertical connection between the strategies of business and operational plans; and horizontal connection between departments, such as supplies, production, sales, marketing, and etc. The present study is a case of a consumer goods company that produces non-standard products on demand. Thus, this work has the goal to add up the statistics techniques to the Sales and Operation Planning to provide reliability and accuracy to factory planning. It was used the solution of problems method of operational research. The goals of the work were partially answered. Two sales forecast indicators were predicted with greater assertiveness than the current model, but two other indicators could not be optimized; being as a suggestion the verifications of historical datas of the company in order to correct distortions caused by external factors.

**Keywords:** demand forecast, planning, sales, operations, production, capacity, PPC

## **1 INTRODUÇÃO**

A produção de bens é fator primordial na economia de um país, está associada diretamente à geração de conhecimento e o emprego deste na otimização de recursos. Isso significa dizer que com tecnologias e práticas sustentáveis, busca-se gerar mais valor, maior lucratividade, utilizando menos insumos, menos tempo, e menor investimento.

Inicialmente, após a primeira e a segunda revolução industrial (invenção da máquina a vapor e da eletricidade, respectivamente), o conjunto de técnicas administrativas era aplicado olhando-se para dentro das empresas. Porém, com a ampliação do comércio internacional e a terceira revolução industrial (internet), o mercado passou a exigir maior agilidade e flexibilidade no atendimento ao cliente, o que gerou a necessidade de planejar e controlar mais efetivamente toda a cadeia de suprimentos. Passou-se a olhar para todo o processo, desde a obtenção da matéria-prima até a entrega ao cliente final, este estando muitas vezes do outro lado do mundo.

Nesta perspectiva, a indústria, agente transformadora de insumos em bens de consumo, deve definir suas estratégias de mercado. Estas estratégias vão delimitar de que forma ela vai atender as necessidades de seus *stakeholders*, principalmente clientes e acionistas, e também colaboradores, fornecedores e a sociedade. Dentro das empresas, uma das áreas responsáveis em tomar este planejamento estratégico empresarial e traduzi-lo ao planejamento operacional é o setor de PCP – Planejamento e Controle da Produção, também chamado de Programação e Controle da Produção ou PPCP – Planejamento, Programação e Controle da Produção.

O PCP dispõe de uma série de ferramentas para programar a fábrica e controlar os seus resultados. Além disso, é responsável pelo planejamento, e junto a outros setores como o setor

comercial, desenvolver o Planejamento de Vendas e Operações, também conhecido como S&OP (*Sales and Operation Planning*).

O presente estudo pretende somar técnicas matemáticas à técnicas de gestão, com a finalidade de auxiliar uma empresa de bens de consumo com produção **sob demanda**. Nesta, apesar de semelhantes, os produtos **não são padronizados** dificultando a utilização de métodos convencionais de previsão de demanda, levando a empresa a utilizar um método de cálculo que apresenta resultados insatisfatórios para o processo.

Este trabalho se faz importante, pois existe uma carência de bibliografia de estudo de casos da aplicação do S&OP (Thomé *et al.*, 2012). Ainda, Tomas, Sato e Alcantara (2012) sugerem a falta de publicações sobre de que forma e quão maduro este processo tem sido utilizado nas empresas. Além disso, vem para preencher um *gap* na literatura de como utilizar técnicas estatísticas para rodar o Planejamento de Vendas e Operações - S&OP em empresas com produtos não padronizados e sob demanda.

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia para previsão da demanda e da oferta visando a redução de perdas no processo produtivo inovando o método de S&OP com a aplicação de conceitos da pesquisa operacional.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O PPCP, ou simplesmente PCP como é mais comumente chamado, é o setor de apoio responsável pelo fluxo de informações e materiais numa indústria. Segundo Tubino (2009,p. 2) “[..] o PCP é responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível aos planos estabelecidos nos níveis estratégico, tático e operacional”. Esses níveis referem-se ao período de abrangência do planejamento, e dentro da gestão da cadeia de suprimentos, Ballou (2006, p.52) os define conforme o horizonte temporal. O planejamento estratégico é definido como de longo prazo (período mínimo de um ano), o planejamento tático como intermediário (período inferior a um ano) e o planejamento operacional como de curto prazo (nesse caso as decisões são tomadas a cada hora ou diariamente).

Na figura 1 evidencia-se as relações entre o horizonte temporal, as atividades e os objetivos de tomada de decisão nas empresas.

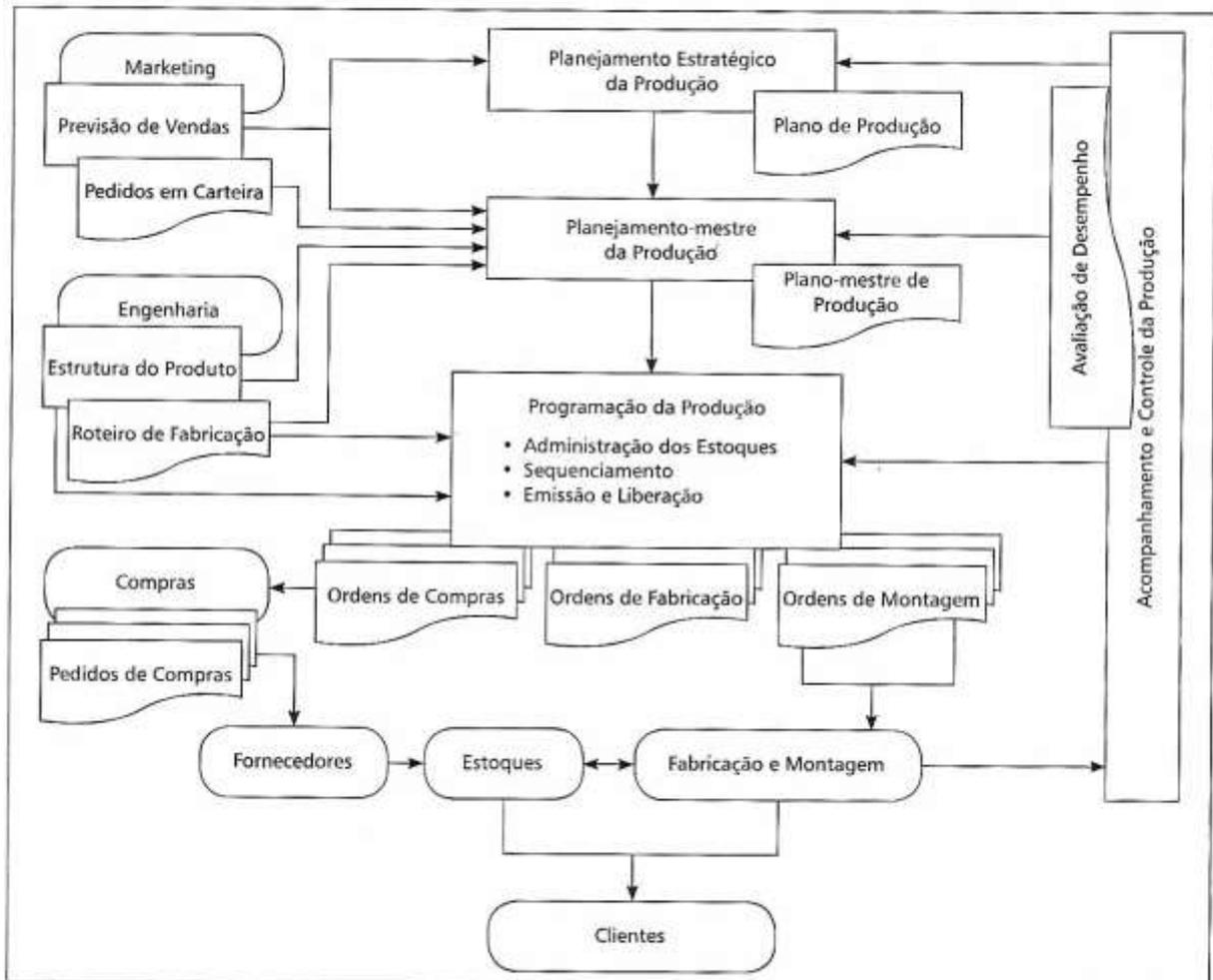
Figura 1 - Prazos, atividades e objetivos do PCP.



Fonte: Tubino (2009).

Tubino (2009) explora um pouco mais o papel do PCP dentro de cada nível de planejamento. No estratégico, converte a previsão de demanda em necessidades de disponibilidade de recursos e capacidade produtiva, em tempo hábil para a empresa se planejar financeiramente quanto ao incremento ou redução destes. Já a médio prazo, no nível tático utiliza previsão de vendas e carteira firme (aquilo que já está vendido), com informações de quantidade por família de produto, estrutura de produtos e roteiros de fabricação para definir o Planejamento Mestre de Produção – PMP, onde planeja a alocação de recursos e identifica possíveis gargalos que venham a impedir a realização deste planejamento. E em curto prazo o papel se resume em programar as Ordens de Produção, Ordens de Montagem, Ordens de Compra, etc., para fazer cumprir o PMP e atender os pedidos em carteira. Neste curto prazo, existe ainda a execução do C do PCP, ou seja, o Controle. Através do acompanhamento das informações da produção, verifica se aquilo que foi planejado está sendo cumprido; e ao identificar falhas e oportunidades, toma as ações necessárias rapidamente para evitar ou minimizar os problemas. A figura 2 apresenta o fluxo de informações no PCP conforme o autor.

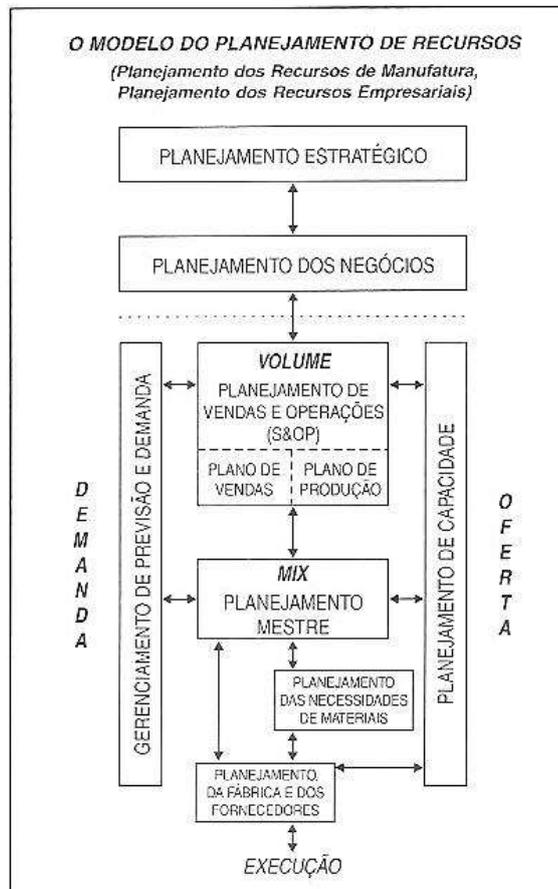
Figura 2 - Fluxo de informações no PCP.



Fonte: Tubino (2009).

Já Wallace e Stahl (2003, p.8) definem primeiramente Plano Mestre (ou Planejamento Mestre) como sendo “um processo de negócios concebido para balancear a demanda e a oferta a nível detalhado de variedade.” E complementam que o Planejamento Mestre é “principalmente um processo de tomada de decisões [...]. O resultado deste processo é o Planejamento Mestre da Produção, que é o plano de produção antecipado dos produtos (ou peças dos produtos) específicos e dos pedidos dos clientes”. A figura 3 ilustra como os níveis hierárquicos de planejamento estão interligados dentro do fluxo da demanda e oferta.

Figura 3 - O modelo do planejamento de recursos



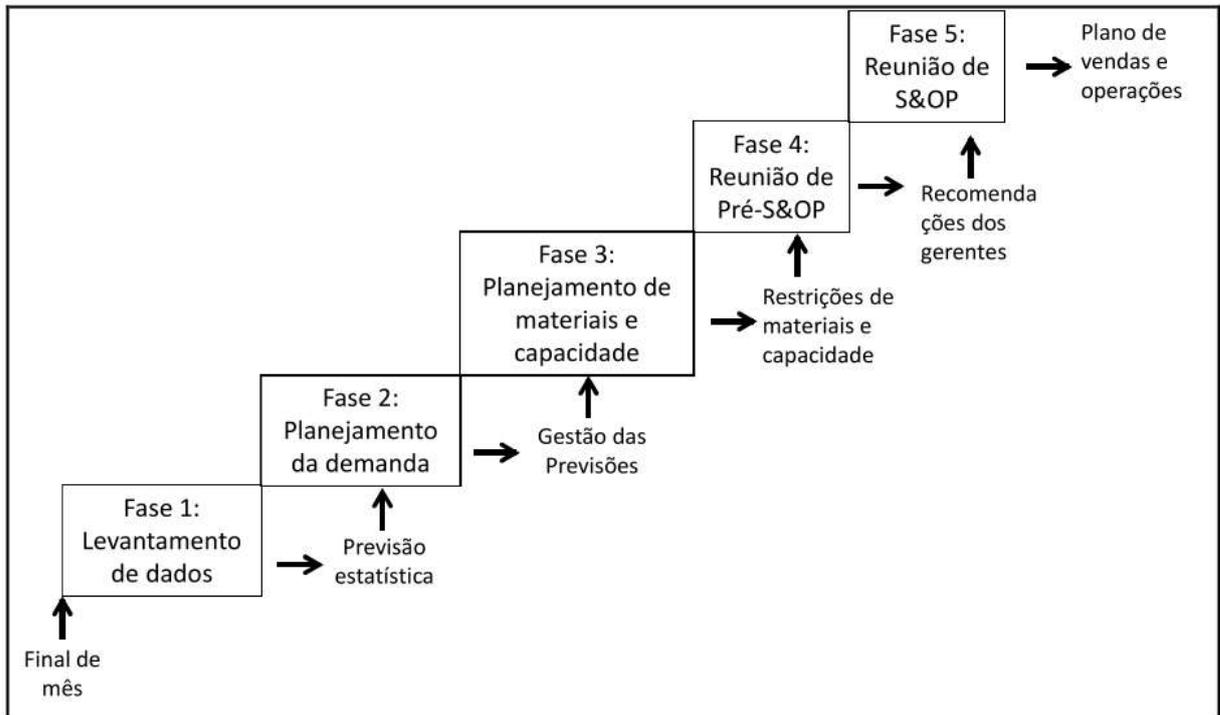
Fonte: Wallace e Stahl (2003).

## 2.2 PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES

A figura 3 representa as relações verticais (entre planejamento estratégico e execução) e horizontais (entre demanda e oferta, passando também pelos departamentos da empresa, não evidenciado na ilustração). O processo de S&OP - Planejamento de Vendas e Operações - tem por objetivo ligar estas pontas. Simultaneamente o S&OP desdobra o planejamento estratégico para a execução e nivela oferta e demanda – conectando vendas e marketing a setores como produção, suprimentos, etc. (Wallace, 2004).

Sheldon (2006) contribui ao conceito definindo-o também como cíclico mensal, e explora que este processo tem por função gerenciar os riscos das incertezas da relação entre expectativas de clientes e operações internas. Desta forma o S&OP trata-se de um conjunto de processos e tecnologias que permitem o balanceamento entre mercado e cadeia de suprimentos. A figura 4 apresenta as etapas do processo de S&OP conforme Wallace (2004).

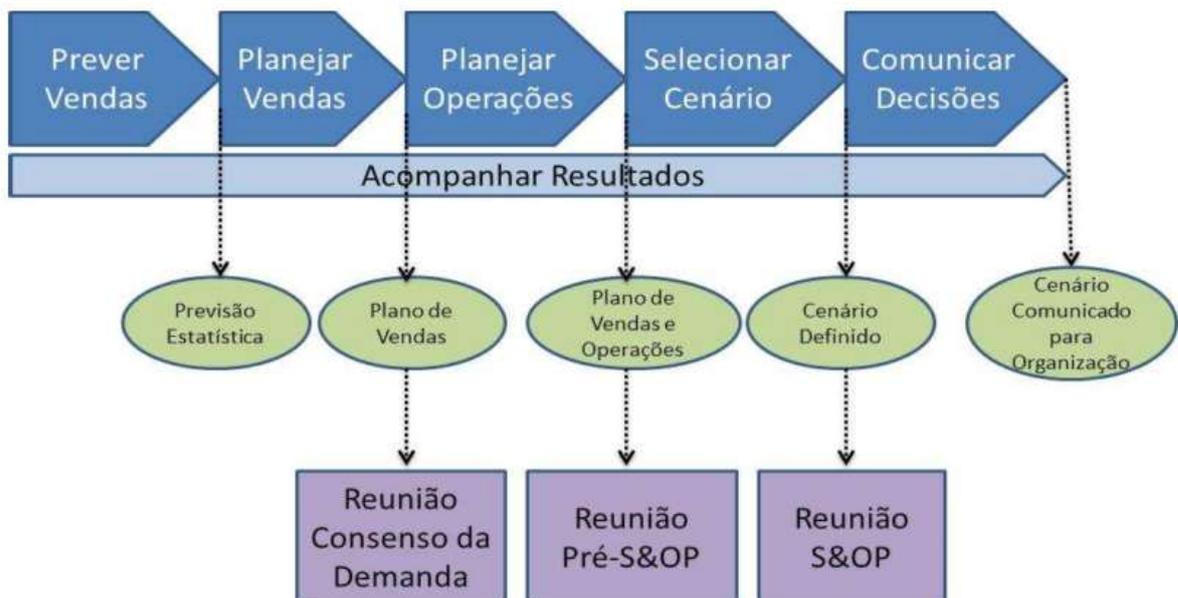
Figura 4 - Processo de S&amp;OP



Fonte: Tomas, Sato e Alcantara ( 2012) adaptado de Wallace (2004).

A Figura 5 mostra o processo de S&OP conforme Bremer, Matheus e Azevedo (2008) onde percebe-se uma maior ênfase na etapa final de comunicação à organização sobre os resultados do planejamento.

Figura 5 - Etapas do S&amp;OP



Fonte: Tomas, Sato e Alcantara ( 2012) apud Bremmer et al. (2008).

Em síntese Bremer, Matheus e Azevedo (2008) e Wallace (2004) definem as etapas do S&OP de forma muito semelhante, resumindo-se em:

- .....P  
revisão da demanda - levantamento de dados e previsão estatística;
- .....P  
lanejamento de vendas - gestão das previsões;
- .....P  
lanejamento de operações - restrições de capacidades e suprimentos;
- .....R  
reunião de Pré-S&OP - definição de cenários e recomendações dos gerentes;
- .....R  
reunião S&OP - análise com direção e comunicação dos resultados à organização.

### 2.3 PESQUISA OPERACIONAL

A PO – Pesquisa Operacional surgiu na 2ª Guerra Mundial quando cientistas utilizaram técnicas matemáticas para solucionar problemas logísticos e de estratégia militar. Devido ao sucesso de seus resultados em suas aplicações, a Pesquisa Operacional foi difundida no meio acadêmico e empresarial com a finalidade de resolver problemas administrativos. (Andrade, 2014; Belfiore e Fávero, 2013).

Segundo (Andrade, 2014) esse campo de análise caracteriza-se pelo uso de técnicas e métodos científicos quantitativos por equipes interdisciplinares para racionalizar a utilização de recursos escassos e otimizar resultados operacionais. Outra característica, segundo o autor, é o emprego de modelos; que permite que soluções possíveis sejam testadas, facilitando a tomada de decisão.

Taha (2008) aponta que para considerar um problema de tomada de decisão e encontrar sua solução por meio da PO é necessário responder a três perguntas: (a) Quais soluções são possíveis alternativas? (b) Quais são as restrições para a tomada de decisão? (c) Qual ou quais são os critérios objetivos tomados por base para avaliar as alternativas?

Para Belfiore e Fávero (2013) as restrições “podem ser definidas como um conjunto de equações (expressões matemáticas de igualdade) e inequações (expressões matemáticas de desigualdade) que as variáveis da decisão do modelo devem atender.”

Um problema de PO tem no seu formato geral uma função objetivo que deve ser maximizada ou minimizada (Taha, 2008) e determina o valor alvo a ser alcançado, podendo ser lucro, receita, nível de serviço, dentre outros. Essa função, para Andrade (2014), é a formalização escrita em termos matemáticos do conjunto de variáveis do problema e suas relações.

Estas variáveis supracitadas, segundo Belfiore e Fávero (2013), podem ser contínuas, discretas e binárias. As variáveis contínuas podem assumir qualquer valor dentre os números reais, como quantidade ótima de fabricação, percentual, etc. As discretas se encontram dentro de um

conjunto finito ou uma quantidade enumerável de quantidade, por exemplo, o número ideal de trabalhadores por turno de produção. As binárias, por sua vez, assumem dois possíveis valores, sendo 0 ou 1, verdadeiro ou falso, sim ou não, e assim por diante.

Após a solução do problema, obtém-se possíveis soluções. Segundo Taha (2008) uma solução é viável quando satisfaz todas as restrições do modelo, enquanto que a solução ótima é aquela que apresenta o melhor valor na função objetivo.

A técnica mais utilizada em Pesquisa Operacional é a programação linear, empregada a modelos cujas funções objetivos e restrições são lineares; Porém esta não é a única. Outras técnicas são empregadas em situações diferentes, como a programação inteira, programação dinâmica, otimização em redes e a programação não linear. (Taha, 2008)

## 2.4 FASES DE UM ESTUDO DE PO

Segundo Taha (2008) as principais fases de um estudo de Pesquisa Operacional são: (a) Definição do problema; (b) Construção do modelo; (c) Solução do modelo; (d) Validação do modelo; (e) Implementação das soluções.

A definição do problema é desenhar seu escopo identificando os três elementos já mencionados que são as alternativas de decisão, o objetivo do estudo e as limitações do sistema, ou seja, suas restrições. (Taha, 2008).

A construção do modelo trata-se de transcrever o problema em relações matemáticas. Se o modelo matemático resultante for padrão pode-se chegar a uma solução utilizando algoritmos disponíveis. Se os modelos e relações matemáticas forem complexas para resolução analítica pode-se simplificar o modelo utilizando-se métodos heurísticos ou simulações. Em alguns casos pode-se combinar modelos matemáticos, heurísticos e de simulação para resolver certo problema de decisão.

A etapa da solução do modelo é a etapa mais simples, de efetuação dos cálculos com base nos algoritmos de otimização definidos na etapa anterior. Segundo Taha (2008) “um aspecto importante é a *análise de sensibilidade*, que trata de obter informações adicionais sobre o comportamento da solução ótima quando o modelo passa por algumas mudanças de parâmetros”. Mais importante ainda se faz esta análise, quando o problema envolve variáveis não definidas com precisão. Desta forma, pode-se simular a interferência destas variáveis estimadas na solução estudando o comportamento desta última de acordo com a variação das primeiras.

A validação do modelo implica em verificar a eficácia do mesmo, “isto é, ele prevê adequadamente o comportamento do sistema em estudo?” (Taha, 2008). Conforme o autor, com o intuito de aumentar a segurança e o nível de satisfação da solução do problema, a equipe de PO analisa intuitivamente se as soluções são aceitáveis ou não. “Do lado formal, um método comum para verificar a validade de um modelo é comparar seus resultados com dados históricos. O modelo é válido se, sob condições similares de entradas, reproduz razoavelmente o desempenho anterior” (Taha, 2008). Isso permite que o modelo e o problema real sejam comparados, entretanto, segundo o próprio autor, isso não garante que os resultados futuros repitam as séries históricas.

A implementação do modelo é a “tradução dos resultados em instruções operacionais inteligíveis que serão emitidas para as pessoas que administrarão o sistema recomendado.” (Taha, 2008).

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente estudo foi realizado na principal linha de produtos da empresa pesquisada, e abordou suas matérias primas principais, que correspondem a mais de 80% do insumo para a produção da empresa.

Na construção dos indicadores de Média móvel foi utilizada a seguinte equação:

Equação 1 – Média móvel.

$$MM_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Fonte: Tubino (2009).

Sendo:

MMn – Média móvel de n períodos;

D<sub>i</sub> – Demanda do período i;

n – número de períodos;

i – índice de períodos (i = 1, 2, 3,... n).

Já para regressão linear simples foram utilizadas as seguintes equações:

Equação 2 – Regressão linear simples.

$$RL_n = A + BX$$

Fonte: Tubino (2009).

Equação 3 – intercessão no eixo Y.

$$A = \frac{(\sum Y) - B(\sum X)}{n}$$

Fonte: Tubino (2009).

Equação 4 – intercessão no eixo Y.

$$B = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

Fonte: Tubino (2009).

Sendo:

RLn– previsão da demanda para o período X através da regressão linear de n períodos;  
 n – número de períodos;  
 A – intercessão no eixo Y, obtido através da equação 3;  
 B – coeficiente angular, obtido através da equação 4;  
 X – período para previsão.

Para avaliar a assertividade das previsões foram calculadas as variações relativas, ou seja, quanto que o número previsto divergiu do número realizado (%).

Equação 5 – intercessão no eixo Y.

$$\text{Variação relativa} = \frac{(\text{valor real} - \text{valor previsto})}{\text{valor real}} \times 100\%$$

Fonte: Autores.

A empresa alvo desse estudo está situada no sul de Santa Catarina e produz caixilhos de alumínio para construção civil. Seus principais clientes são construtoras e lojas de materiais de construção civil. Ela possui linhas de produtos definidos, porém estes são produzidos sob encomenda, com medidas, componentes e cores definidos no orçamento. Cada desenho de produto tem seu código (SKU). Se existem duas peças semelhantes, mas que diferem por alguma característica, seja um acessório diferente ou um milímetro maior no tamanho, estas possuem SKU diferentes. Estes códigos podem ser agrupados conforme o tipo de acordo com o grau de características idênticas compartilhadas. Podendo ainda serem agrupados mais amplamente conforme a semelhança na forma do produto (Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação dos produtos.

Grupo 1	Tipo 1
	Tipo 2
	Tipo 3
	Tipo 4
	Tipo 5
	Tipo 6

	Tipo 7
	Tipo 8
	Tipo 9
	Tipo 10
	Tipo 11
Grupo 2	Tipo 12
	Tipo 13
	Tipo 14
	Tipo 15
	Tipo 16
	Tipo 17
	Tipo 18
	Tipo 19
	Tipo 20
	Tipo 21
	Tipo 22
	Tipo 23
	Tipo 24
	Tipo 25
	Tipo 26
Tipo 27	
Tipo 28	
Tipo 29	
Tipo 30	
Grupo 3	Tipo 31
	Tipo 32
	Tipo 33
Grupo 4	Tipo 34
	Tipo 35
	Tipo 36

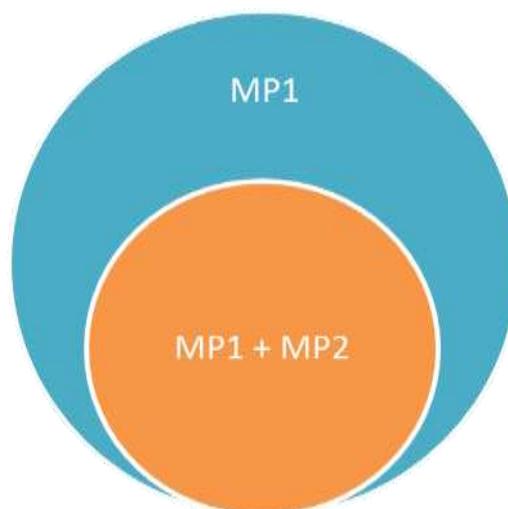
Fonte: Autores.

Cada tipo pode ser aberto ainda em mais dois níveis, que são as tipologias (especificam desenhos, cores e componentes) e por fim os SKU (especificam além das tipologias, os tamanhos dos produtos). No entanto, como a variedade de produtos é enorme, chegando a milhares de tipologias e dezenas de milhares de SKU, o PCP da empresa calcula os indicadores da fábrica e faz o seu planejamento considerando apenas os tipos de produtos.

Cada produto é composto por duas matérias primas principais e um conjunto de componentes secundários. Este último não é considerado no planejamento fabril realizado, e a aquisição deste é feito mediante necessidade de compra.

As duas matérias primas principais são chamadas neste trabalho genericamente de MP1 e MP2. Estas formam mais de 80% de cada produto. A MP1 é a principal matéria prima e está presente em todos os produtos. Já a MP2 não é utilizada em todos os produtos (Figura 6).

Figura 6 – Relação entre produtos e matéria primas.



Fonte: Autores.

Quanto aos indicadores fabris controlados pelo setor de PCP, existem alguns que são fundamentais no planejamento da fábrica, como faturamento, volume de peças e consumo de matérias primas. O quadro 2 revela estes indicadores e o seu comportamento ao longo de alguns meses.

Quadro 2 – Indicadores de fábrica

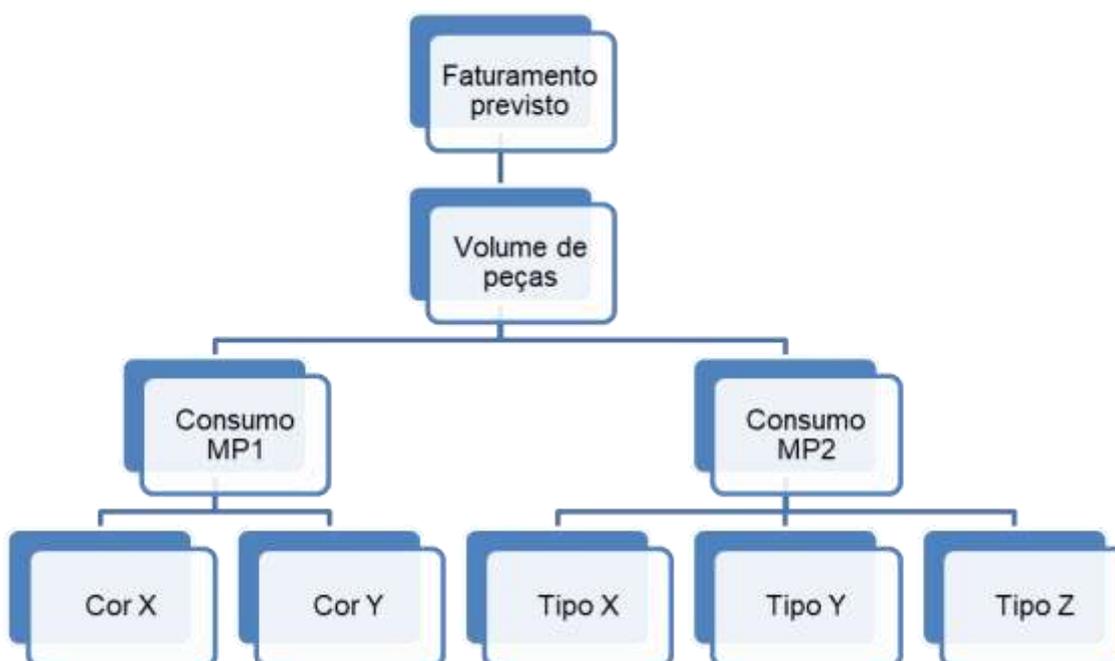
Mês	Faturamento (R\$)	Volume produção (peças)	Consumo MP1 (kg)	Consumo de MP2 (m <sup>2</sup> )
ago/14	6.632.554,00	30.287	163.206	29.724
set/14	4.530.962,00	19.548	137.325	20.568
out/14	5.963.141,00	28.134	168.992	29.347
nov/14	4.887.264,00	20.329	178.993	28.831
dez/14	5.736.484,00	25.609	193.182	28.879
jan/15	7.524.766,00	29.362	226.692	32.064
fev/15	7.430.002,00	28.671	211.969	32.350
mar/15	9.778.249,00	43.739	234.032	45.363
abr/15	7.976.870,00	34.224	235.522	39.229
mai/15	7.885.307,00	29.955	210.748	31.910
jun/15	8.931.545,00	32.816	218.719	41.609
jul/15	7.074.449,00	25.494	188.978	35.446
ago/15	7.136.921,00	26.795	146.377	33.347
set/15	5.186.284,00	18.659	118.409	24.241
out/15	5.878.758,00	20.677	146.250	29.455

nov/15	5.730.715,00	20.153	161.365	30.086
dez/15	5.570.128,00	21.595	121.240	29.325

Fonte: Autores.

Os indicadores estão diretamente relacionados entre si. O faturamento depende das vendas e negociações fechadas. Hoje na empresa não existe um método estatístico para sua previsão, no S&OP é através dele que o setor comercial dá sua estimativa de vendas para o setor de planejamento. O PCP calcula então o volume de peças previstas para o período seguinte com base no faturamento previsto. Da mesma forma, o consumo de MP1 e MP2 é baseado no volume de peças previsto. Existe assim uma cadeia de informações, que pode “abrir” a informação em níveis de especificação, conforme figura abaixo.

Figura 7 – Relação entre indicadores e níveis de informação.



Fonte: Autores.

O cálculo que é realizado possui uma variação relativa que se propaga à medida em que se abrem os níveis. O faturamento previsto, como é uma estimativa, naturalmente apresenta variações para mais ou para menos. O volume de peças também varia de acordo com o preço médio dos produtos; se for vendido mais peças caras, o mesmo faturamento irá gerar um volume de peças menor do que um *mix* de vendas de peças mais baratas. Por sua vez, peças maiores ou menores ocasionarão um consumo de matéria prima menor ou maior, respectivamente.

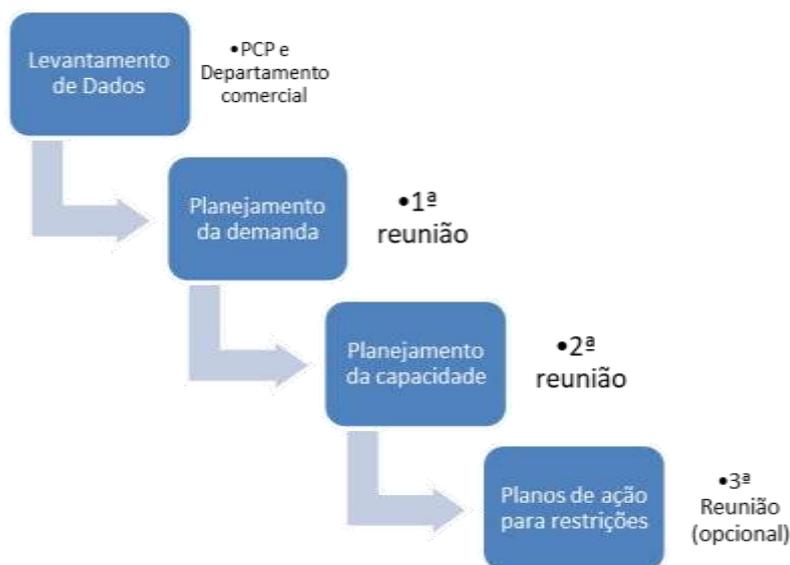
Um ponto interessante a se observar é que há uma tendência de que peças baratas tenham um maior volume, mas sejam peças mais leves, e peças mais caras tenham um menor volume, mas sejam mais pesadas. De certa forma há uma ligação direta entre o consumo de MP e o preço de venda, até porque o custo de matéria prima é um dos itens de formação de preço. Porém, esse ponto não é abordado estatisticamente pela empresa.



### 3.1 S&OP

O processo de S&OP é realizado na empresa com os setores de PCP, Departamento de vendas, Engenharia de produto e Produção. Após o fechamento de mês o PCP e o Departamento de vendas realizam o levantamento dos dados, e o último faz a previsão de vendas para o próximo período. Com a previsão de faturamento e informações adicionais, é realizada a primeira reunião envolvendo PCP, Engenharia de Produtos e Vendas. Com a informação de faturamento previsto, o PCP realiza os cálculos obtendo volume de produção prevista e consumo de matéria prima, e faz a segunda reunião envolvendo PCP e Produção. Se houver alguma restrição que demande investimento, são elaborados planos de ação e cenários que são apresentados à Diretoria da empresa e ao Departamento Comercial em uma terceira reunião. Caso não exista alguma restrição, ou se as restrições são possíveis de transpor sem investimento ou aumento do custo fixo, o setor produtivo toma as informações e toma as ações necessárias.

Figura 8 – Processo de S&OP na empresa.



Fonte: Autores.

### 3.1 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

O setor de PCP utiliza as equações 1 e 2 para realizar os cálculos respectivos ao planejamento de fábrica. A divisão entre o faturamento e o volume de peças faturadas fornece a relação R\$/peça, e dividindo o faturamento estimado por esse número, obtém-se o volume de peças estimado para o próximo período, conforme equação 1:

Equação 6 - Volume de peças previsto.

$$\text{Produção estimada próximo período (peças)} = \frac{\text{Faturamento estimado próximo período (R\$)}}{\left( \frac{\text{Faturamento (R\$)}}{\text{Volume de peças faturadas (peças)}} \right)}$$

Fonte: Autores.

Com o volume de peças previstas calcula-se o consumo de matéria prima. Divide-se o consumo de matéria prima pelo volume de peças faturadas e obtém-se o consumo médio por peça. Multiplica-se este número pela produção estimada para se obter o consumo previsto de matéria prima.

Equação 7 – Consumo de matérias primas.

$$\text{Consumo previsto MP (kg ou m}^2\text{)} = \text{Produção estimada (peças)} \times \left\{ \frac{\text{Consumo MP (kg ou m}^2\text{)}}{\text{Volume de peças faturadas (peças)}} \right\}$$

Fonte: Autores.

Empiricamente foi definido que se deve considerar o histórico dos últimos 3 meses para estimar o próximo. Não existe um estudo ou simulação que comprove isso, mas a empresa entende que esse período apresenta uma base segura devido à volatilidade do mercado, que inviabiliza a utilização de uma série histórica maior. A tabela abaixo simula estes cálculos:

Tabela 1 - Simulação do planejamento fabril.

Mês	Faturamento realizado (R\$)	Faturamento previsto (R\$)	Volume produzido (peças)	Volume produzido estimado (peças)	Consumo MP1 realizado (kg)	Consumo MP1 previsto (kg)	Consumo MP2 realizado (m <sup>2</sup> )	Consumo MP2 previsto (m <sup>2</sup> )
ago/14	6.632.554,46	6.000.000,00	30.287	-	163.206	-	29.724	-
set/14	4.530.962,08	6.000.000,00	19.548	-	137.325	-	20.568	-
out/14	5.963.141,13	6.000.000,00	28.134	-	168.992	-	29.347	-
nov/14	4.887.264,38	6.000.000,00	20.329	27.315	178.993	164.488	28.831	27.900
dez/14	5.736.483,92	6.000.000,00	25.609	26.530	193.182	189.311	28.879	30.717
jan/15	7.524.766,13	6.000.000,00	29.362	26.794	226.692	195.757	32.064	31.491
fev/15	7.430.001,55	8.000.000,00	28.671	33.193	211.969	263.985	32.350	39.573
mar/15	9.778.248,90	10.000.000,00	43.739	40.424	234.032	305.367	45.363	45.089
abr/15	7.976.869,83	10.000.000,00	34.224	41.148	235.522	271.982	39.229	44.385
mai/15	7.885.306,58	10.000.000,00	29.955	42.340	210.748	270.605	31.910	46.433
jun/15	8.931.545,34	10.000.000,00	32.816	42.089	218.719	265.324	41.609	45.437
jul/15	7.074.448,57	10.000.000,00	25.494	39.120	188.978	268.208	35.446	45.474
ago/15	7.136.920,66	6.000.000,00	26.795	22.166	146.377	155.314	33.347	27.365
set/15	5.186.283,90	6.000.000,00	18.659	22.064	118.409	143.648	24.241	28.623
out/15	5.878.758,38	6.000.000,00	20.677	21.945	146.250	140.356	29.455	28.777
nov/15	5.730.715,23	6.000.000,00	20.153	21.799	161.365	135.492	30.086	28.693
dez/15	5.570.128,32	6.000.000,00	21.595	21.251	121.240	152.190	29.325	29.930

Fonte: Autores.

Na tabela 2, é possível verificar a variação relativa do cálculo do planejamento fabril, que chegou a uma variação de 53,45% no volume de peças. Na previsão de consumo de matéria prima, o erro máximo foi de 41,93% para MP1 e 45,51% para MP2.

Tabela 2 – Variações relativas da simulação do planejamento fabril.

<b>Mês</b>	<b>Variação relativa Volume produção estimado (%)</b>	<b>Variação relativa Consumo MP1 previsto (%)</b>	<b>Variação relativa Consumo MP2 previsto (%)</b>
dez/14	-34,37	8,10	3,23
jan/15	-3,59	2,00	-6,36
fev/15	8,75	13,65	1,79
mar/15	-15,77	-24,54	-22,33
abr/15	7,58	-30,48	0,61
mai/15	-20,23	-15,48	-13,14
jun/15	-41,35	-28,40	-45,51
jul/15	-28,26	-21,31	-9,20
ago/15	-53,45	-41,93	-28,29
set/15	17,27	-6,11	17,94
out/15	-18,25	-21,32	-18,07
nov/15	-6,13	4,03	2,30
dez/15	-8,17	16,03	4,63

Fonte: Autores.

Fundamental para o planejamento da cadeia de suprimentos, as previsões norteiam o dimensionamento da fábrica, contratação de pessoas ou redução do quadro de lotação, orienta compra de insumos e níveis de estoque. Além de implicação direta nos custos, erros podem acarretar em rupturas do estoque, afetando diretamente a entrega ao cliente.

## 4 CONSTRUÇÃO DO MODELO

### 4.1 PREVISÃO DE FATURAMENTO

A figura 10 apresenta o gráfico com o faturamento mensal da empresa. As colunas representam o faturamento real, enquanto que a linha representa o faturamento especulado. Percebe-se que há uma assertividade em identificar zonas de altas e baixas, porém quase no geral são mais otimistas que o cenário real. Como se pode ver na tabela 4, a variação relativa chegou a 27%.

Figura 9 – Faturamento real versus previsto.



Fonte: Autores.

A tabela abaixo simula o cálculo de previsão de faturamento considerando dois métodos (MM – média móvel e Regressão Linear) e variando a base histórica entre três e seis meses.

Tabela 3 – Métodos de previsão de demanda aplicado ao faturamento.

Mês	Faturamento realizado (R\$)	Faturamento previsto (R\$)	MM3 (%)	MM6 (%)	RL3 (%)	RL6 (%)
ago/14	6.632.554,46	6.000.000,00	-	-	-	-
set/14	4.530.962,08	6.000.000,00	-	-	-	-
out/14	5.963.141,13	6.000.000,00	-	-	-	-
nov/14	4.887.264,38	6.000.000,00	5.708.885,89	-	5.016.460,84	-
dez/14	5.736.483,92	6.000.000,00	5.127.122,53	-	5.467.816,97	-
jan/15	7.524.766,13	6.000.000,00	5.528.963,14	-	5.290.511,60	-
fev/15	7.430.001,55	8.000.000,00	6.049.504,81	5.879.195,35	8.720.779,99	6.580.010,32
mar/15	9.778.248,90	10.000.000,00	6.897.083,87	6.012.103,20	8.508.657,09	7.971.745,44
abr/15	7.976.869,83	10.000.000,00	8.244.338,86	6.886.651,00	10.491.970,39	9.706.307,93
mai/15	7.885.306,58	10.000.000,00	8.395.040,09	7.222.272,45	8.879.235,30	9.956.868,44
jun/15	8.931.545,34	10.000.000,00	8.546.808,43	7.721.946,15	6.634.299,18	9.171.875,81
jul/15	7.074.448,57	10.000.000,00	8.264.573,91	8.254.456,39	9.220.130,54	8.904.475,64
ago/15	7.136.920,66	6.000.000,00	7.963.766,83	8.179.403,46	7.164.501,42	7.718.532,21
set/15	5.186.283,90	6.000.000,00	7.714.304,86	8.130.556,64	5.910.832,43	6.636.434,21
out/15	5.878.758,38	6.000.000,00	6.465.884,38	7.365.229,14	4.608.173,97	5.562.300,16
nov/15	5.730.715,23	6.000.000,00	6.067.320,98	7.015.543,90	4.787.875,96	4.892.252,45
dez/15	5.570.128,32	6.000.000,00	5.598.585,84	6.656.445,35	6.135.426,15	4.512.887,94

Fonte: Autores.

Calculando a variação relativa dos métodos de cálculo acima, percebe-se que o erro ainda permanece alto. As médias móveis de três e seis meses (MM3 e MM6) obtiveram um erro máximo de 29% e 57%; enquanto que na regressão linear de três e seis meses (RL3 e RL6) teve até 26% e 28% de erro, respectivamente. Lembrando que o faturamento previsto pelo departamento comercial teve o seu erro máximo de 27%.

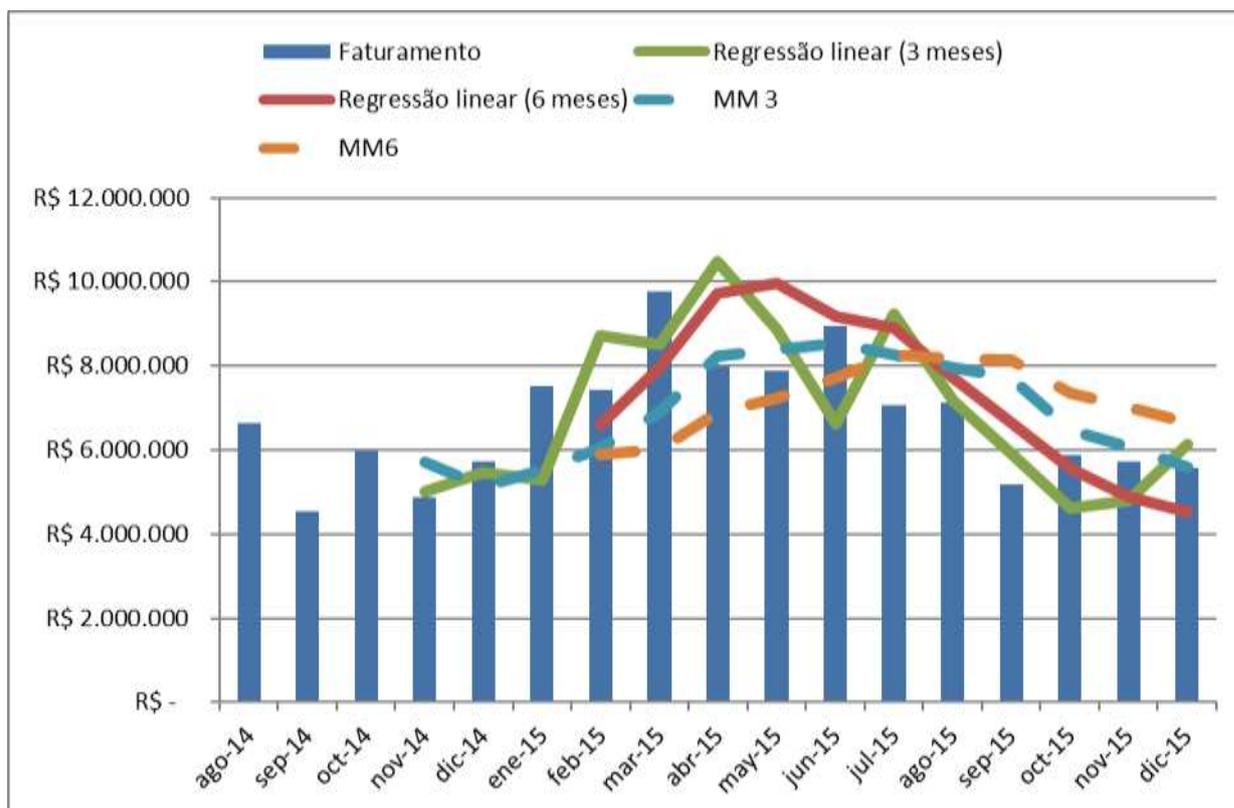
Tabela 4 – Variações relativas dos métodos de previsão de demanda aplicado ao faturamento.

Mês	Faturamento previsto (R\$)	MM3 (R\$)	MM6 (R\$)	RL3 (R\$)	RL6 (R\$)
fev/15	7,67	-18,58	-20,87	17,37	-11,44
mar/15	2,27	-29,47	-38,52	-12,98	-18,47
abr/15	25,36	3,35	-13,67	31,53	21,68
mai/15	26,82	6,46	-8,41	12,60	26,27
jun/15	11,96	-4,31	-13,54	-25,72	2,69
jul/15	41,35	16,82	16,68	30,33	25,87
ago/15	-15,93	11,59	14,61	0,39	8,15
set/15	15,69	48,74	56,77	13,97	27,96
out/15	2,06	9,99	25,29	-21,61	-5,38
nov/15	4,70	5,87	22,42	-16,45	-14,63
dez/15	7,72	0,51	19,50	10,15	-18,98

Fonte: Autores.

Na figura 11 é possível perceber o comportamento de cada método de previsão. A média móvel possui maior capacidade de prever comportamentos estáticos, enquanto a regressão linear capta a tendência de alta ou baixa da curva. Percebe-se claramente que a regressão de três meses é mais volúvel a leves variações, oscilando e revelando tendências de alta ou baixa, enquanto que a média móvel de seis meses parece ser mais ponderada quando plotada no gráfico.

Figura 10 – Simulação da previsão de faturamento pelos métodos estatísticos.



Fonte: Autores.

Em virtude desta variação relativa, desenvolveu-se um método baseado no comportamento dos métodos estatísticos. No S&OP, na etapa de levantamento de dados, o departamento comercial deve levantar junto à direção da empresa possíveis cenários para os próximos períodos. Junto ao PCP, na etapa de planejamento da demanda, deve-se calcular através da função e da análise de sensibilidade qual cenário é o mais provável. A equação 3 sugere o emprego dos métodos de média móvel e regressão linear, com o balanço entre ambos definidos pelo operador através dos coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$ . Também há o cálculo de variabilidade onde quanto mais próximas as previsões, menor ficará a amplitude de variação possível.

Equação 8 – Função para previsão de demanda.

$$\text{Faturamento previsto} = \frac{\alpha \times \text{MM3} + \beta \times \text{RL6}}{\alpha + \beta} \pm \left| \frac{\text{MM3} - \text{RL6}}{\text{RL6}} \right|$$

Fonte: Autores.

Sendo:

MM3 – média móvel de 3 meses

RL6 – regressão linear simples de 6 meses

De acordo com a tendência esperada pelo comercial, deve-se dar maior peso para  $\alpha$  e  $\beta$ . Desta forma, quando detectada empiricamente uma tendência de estabilização, deve-se aumentar o valor de  $\alpha$  e reduzir o de  $\beta$ , o que dá mais peso para a previsão da média móvel. Se identificado uma tendência, faz-se o inverso dando mais peso para regressão linear.

#### 4.2 PREVISÃO DE VOLUME DE PEÇAS E CONSUMO DE MATÉRIA PRIMA

O cálculo de volume de peças, bem como os de consumo de matéria prima, depende da relação dos indicadores entre si. Por exemplo, o volume de peças, extraído do volume de faturamento esperado, tem por base o preço médio dos produtos nos últimos meses. Mas esta relação, reais por peça, pode apresentar um comportamento ascendente ou descendente, não correspondendo assim a média simples. A tabela 5 evidencia uma tendência ascendente.

Tabela 5 – Relação entre indicadores: preço médio e consumo de MP1 e MP2 por peça.

Mês	Faturamento realizado (R\$)	Volume produzido realizado (peças)	R\$/peça	Consumo MP1 realizado (kg)	Kg MP1/peça	Consumo MP2 realizado (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup> MP2/peça
ago/14	6.632.554,46	30.287	219	163.206	5,39	29.724	0,98
set/14	4.530.962,08	19.548	232	137.325	7,03	20.568	1,05
out/14	5.963.141,13	28.134	212	168.992	6,01	29.347	1,04
nov/14	4.887.264,38	20.329	240	178.993	8,81	28.831	1,42
dez/14	5.736.483,92	25.609	224	193.182	7,54	28.879	1,13
jan/15	7.524.766,13	29.362	256	226.692	7,72	32.064	1,09
fev/15	7.430.001,55	28.671	259	211.969	7,39	32.350	1,13
mar/15	9.778.248,90	43.739	224	234.032	5,35	45.363	1,04
abr/15	7.976.869,83	34.224	233	235.522	6,88	39.229	1,15
mai/15	7.885.306,58	29.955	263	210.748	7,04	31.910	1,07
jun/15	8.931.545,34	32.816	272	218.719	6,67	41.609	1,27
jul/15	7.074.448,57	25.494	278	188.978	7,41	35.446	1,39
ago/15	7.136.920,66	26.795	266	146.377	5,46	33.347	1,24
set/15	5.186.283,90	18.659	278	118.409	6,35	24.241	1,30
out/15	5.878.758,38	20.677	284	146.250	7,07	29.455	1,42
nov/15	5.730.715,23	20.153	284	161.365	8,01	30.086	1,49
dez/15	5.570.128,32	21.595	258	121.240	5,61	29.325	1,36

Fonte: Autores.

Com base nisso foi agregado a regressão linear para extrapolar o valor de reais por peça ou consumo de matéria prima por peça dentro das equações de previsão. Como pode-se ver nas equações 3 e 4, deve-se calcular a intersecção (A) e a inclinação da reta (B) que simula o comportamento das variáveis supracitadas; sendo X o próximo período.

Equação 9 - Volume de peças previsto.

$$\text{Produção estimada próximo período (peças)} = \frac{\text{Fat. estimado próx. período (R\$)}}{A + BX \left(\frac{\text{R\$}}{\text{peça}}\right)}$$

Fonte: Autores.

O cálculo para consumo previsto de matéria prima é o mesmo para MP1 e MP2.

Equação 10 – Consumo de matérias primas.

$$\text{Consumo previsto MP (kg ou m}^2\text{)} = \text{Produção estimada próximo período (peças)} \times \left\{ A + BX \left(\frac{\text{kg ou m}^2}{\text{peça}}\right) \right\}$$

Fonte: Autores.

## 5 SOLUÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO

### 5.1 PREVISÃO DE FATURAMENTO

A tabela 6 apresenta valores de previsão de faturamento de acordo com o modelo proposto, e simulando diferentes relações entre  $\alpha$  e  $\beta$ .

Tabela 6 – Previsão de faturamento de acordo com o modelo proposto.

Mês	Faturamento realizado (R\$)	$\alpha=50 / \beta=50$ (R\$)	$\alpha=70 / \beta=30$ (R\$)	$\alpha=30 / \beta=70$ (R\$)
fev/15	7.430.001,55	6.314.757,56	6.208.656,46	6.420.858,67
mar/15	9.778.248,90	7.434.414,65	7.219.482,34	7.649.346,97
abr/15	7.976.869,83	8.975.323,40	8.682.929,58	9.267.717,21
mai/15	7.885.306,58	9.175.954,26	8.863.588,59	9.488.319,94
jun/15	8.931.545,34	8.859.342,12	8.734.328,65	8.984.355,60
jul/15	7.074.448,57	8.584.524,77	8.456.544,43	8.712.505,12
ago/15	7.136.920,66	7.841.149,52	7.890.196,44	7.792.102,60
set/15	5.186.283,90	7.175.369,53	7.390.943,66	6.959.795,41
out/15	5.878.758,38	6.014.092,27	6.194.809,11	5.833.375,43
nov/15	5.730.715,23	5.479.786,71	5.714.800,42	5.244.773,01
dez/15	5.570.128,32	5.055.736,89	5.272.876,47	4.838.597,31

Fonte: Autores.

Como pode-se ver na tabela 7, a variação relativa deste modelo chegou a 43%, o que demonstra sua incapacidade de sozinho realizar a previsão de demanda de faturamento. Era esperado que para cada período pelo menos uma das previsões ficasse próximo a zero, o que deixaria a eficiência do método dependente da capacidade dos analistas de identificar a relação mais adequada entre  $\alpha$  e  $\beta$  para o próximo período. Porém, se tomarmos como exemplo o mês set/2015 na tabela 7, todos os métodos apresentaram variação relativa alta, acima de 30%.

Tabela 7 – Variação relativa do modelo proposto.

Mês	Variação relativa: $\alpha=50/\beta=50$ (R\$)	Variação relativa: $\alpha=70/\beta=30$ (R\$)	Variação relativa: $\alpha=30/\beta=70$ (R\$)
fev/15	15,01	16,44	13,58
mar/15	23,97	26,17	21,77
abr/15	-12,52	-8,85	-16,18
mai/15	-16,37	-12,41	-20,33

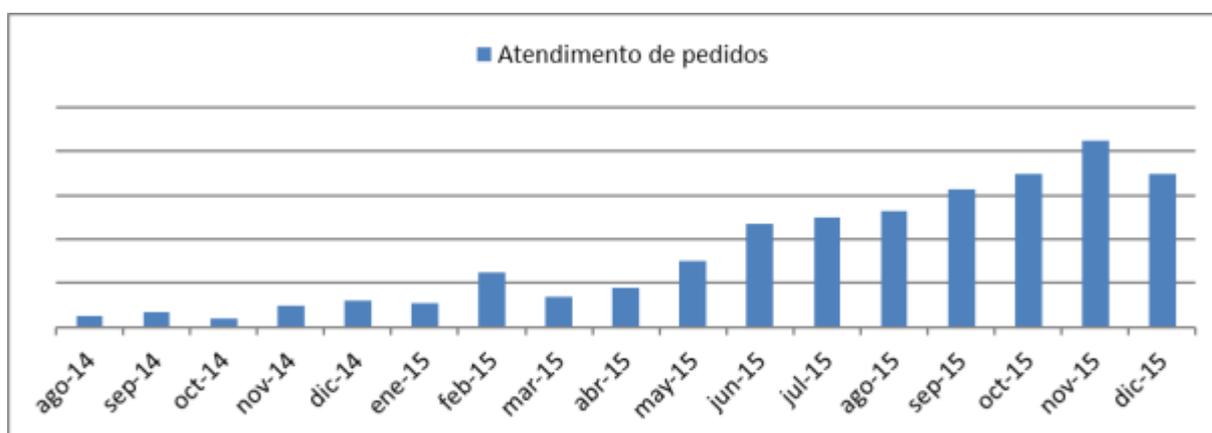
jun/15	0,81	2,21	-0,59
jul/15	-21,35	-19,54	-23,15
ago/15	-9,87	-10,55	-9,18
set/15	-38,35	-42,51	-34,20
out/15	-2,30	-5,38	0,77
nov/15	4,38	0,28	8,48
dez/15	9,23	5,34	13,13

Fonte: Autores.

Após os resultados insatisfatórios do modelo de previsão, foi consultada a empresa para avaliar o método e tentar identificar o motivo do insucesso. Levantou-se então uma questão de possível falta de confiança nos dados, até então não questionados. Sugeriu-se que a demanda histórica, ou seja, o faturamento mensal utilizado como base, apresente distorções devido a atrasos de entrega de pedidos. Caso a demanda de um período não fosse atendida, comprometeria o faturamento deste mês tornando o número menor do que a demanda real, e também o do período seguinte que faturou a demanda do mês vigente mais o atraso do mês anterior.

Foi então levantada a estatística de todos os pedidos, prazos de entrega e notas fiscais faturadas, e foi calculado o indicador de atendimento. Os números e o eixo “y” não podem ser mostrados em virtude do sigilo de informações, mas o gráfico da figura 12 mantém as proporções dos números reais para análise.

Figura 11 – Histórico do indicador de atendimento de pedidos.



Fonte: Autores.

## 5.2 PREVISÃO DE VOLUME DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE MATÉRIA PRIMA

A tabela 5 apresenta os resultados através do método proposto no modelo. Como é possível perceber, ainda há um *gap* relativamente alto em relação ao realizado. Porém, menor do que no cálculo realizado pela empresa.

Tabela 8 – Simulação da previsão da demanda pelo modelo.

Mês	Faturamento realizado (R\$)	Volume produção realizado (peças)	Volume produção estimado (peças)	Consumo MP1 realizado (kg)	Consumo MP1 previsto (kg)	Consumo MP2 realizado (m²)	Consumo MP2 previsto (m²)
ago/14	6.632.554,46	30.287	-	163.206	-	29.724	-
set/14	4.530.962,08	19.548	-	137.325	-	20.568	-
out/14	5.963.141,13	28.134	-	168.992	-	29.347	-
nov/14	4.887.264,38	20.329	-	178.993	-	28.831	-
dez/14	5.736.483,92	25.609	-	193.182	-	28.879	-
jan/15	7.524.766,13	29.362	-	226.692	-	32.064	-
fev/15	7.430.001,55	28.671	29.729	211.969	249.354	32.350	35.430
mar/15	9.778.248,90	43.739	37.295	234.032	348.946	45.363	51.046
abr/15	7.976.869,83	34.224	31.793	235.522	220.042	39.229	35.910
mai/15	7.885.306,58	29.955	33.376	210.748	169.117	31.910	29.930
jun/15	8.931.545,34	32.816	35.340	218.719	206.212	41.609	35.299
jul/15	7.074.448,57	25.494	27.025	188.978	162.412	35.446	30.708
ago/15	7.136.920,66	26.795	25.292	146.377	193.673	33.347	36.662
set/15	5.186.283,90	18.659	17.776	118.409	124.008	24.241	25.941
out/15	5.878.758,38	20.677	20.354	146.250	123.404	29.455	28.483
nov/15	5.730.715,23	20.153	20.126	161.365	128.775	30.086	29.348
dez/15	5.570.128,32	21.595	19.452	121.240	161.518	29.325	31.968

Fonte: Autores.

Essa análise é corroborada pela tabela 6 que mostra a variação relativa do modelo. Nesta tabela é possível identificar o erro máximo de 14,73% para a previsão do volume de peças, muito abaixo do 53,45% do cálculo da empresa. Na MP2 o erro máximo foi de 15,16%, também menor do que os 45,51% iniciais. Porém a MP1 não apresentou uma melhora significativa, sendo que seu erro máximo de 49,10% ficou até maior do que o inicial, de 41,93%.

Tabela 9 – Variação relativa do modelo.

Mês	Variação relativa volume produção - modelo inicial	Variação relativa volume produção - modelo proposto	Variação relativa consumo MP1 - modelo inicial	Variação relativa consumo MP1 - modelo proposto	Variação relativa consumo MP2 - modelo inicial	Variação relativa consumo MP2 - modelo proposto
fev/15	8,75	-3,69	13,65	-17,64	1,79	-9,52
mar/15	-15,77	14,73	-24,54	-49,10	-22,33	-12,53
abr/15	7,58	7,10	-30,48	6,57	0,61	8,46
mai/15	-20,23	-11,42	-15,48	19,75	-13,14	6,20
jun/15	-41,35	-7,69	-28,40	5,72	-45,51	15,17
jul/15	-28,26	-6,01	-21,31	14,06	-9,20	13,37
ago/15	-53,45	5,61	-41,93	-32,31	-28,29	-9,94
set/15	17,27	4,73	-6,11	-4,73	17,94	-7,01
out/15	-18,25	1,56	-21,32	15,62	-18,07	3,30

nov/15	-6,13	0,13	4,03	20,20	2,30	2,45
dez/15	-8,17	9,92	16,03	-33,22	4,63	-9,01

Fonte: Autores.

Novamente a origem dos dados foi questionada, porém agora o problema é o indicador empregado. Atualmente a empresa emprega o volume de peças faturadas para os cálculos de planejamento, porém devido aos atrasos de entrega (que também afetam a previsão de faturamento) o volume de peças faturadas pode ser diferente do volume de peças produzidas, o que distorce a informação de consumo por peça. Porém caso fosse esta a única causa da distorção, a previsão da MP2 também seria afetada. Portanto levanta-se a necessidade de reavaliação da confiabilidade dos dados de consumo de MP1 para verificar possíveis distorções.

## 6 CONCLUSÃO

A previsão da demanda é um processamento de dados, que contém *inputs* e *outputs*. O principal aprendizado deste trabalho é a importância da checagem da confiabilidade dos dados de entrada, tornando-se crucial a compreensão de sua origem e de todas as variáveis que o afetam.

A previsão de faturamento e consumo de MP1 apresentaram resultados insatisfatórios para o processo. Faz-se então a sugestão para a empresa de que os dados sejam minuciosamente analisados e que sejam feitas correções no histórico a fim de se anular “pontos fora da curva” que distorcem a análise do rol de dados. Faz-se necessário também que, para a análise de consumo de matéria prima, seja utilizada a informação de produção real e não de peças faturadas, pois este último número pode ser diferente do que de fato foi produzido que é o que define a proporção do consumo de matéria prima.

Os cálculos de volume de peças e consumo de MP2 apresentaram resultados satisfatórios, mas também estão passíveis das melhorias propostas anteriormente. Fica então a cargo da empresa avaliar na prática a eficácia destes indicadores no trabalho cotidiano.

Sob a ótica de pesquisa acadêmica, faz-se interessante ampliar a correlação entre métodos estatísticos de previsão combinando outros métodos matemáticos de acordo com a aplicabilidade dos dados, e testar em outros casos e outras indústrias.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. DE. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para análise de decisões**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BELFIORE, P.; FÁVERO, L. P. **Pesquisa Operacional para cursos de engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

- BREMER, C. F.; MATHEUS, L. DE F.; AZEVEDO, R. C. O retrato do processo de Sales & Operations Planning (S&OP) no Brasil. **Revista Mundo Logística**, v. 5, p. 68, 2008.
- SHELDON, D. H. **World Class Sales & Operations Planning: A Guide to Successful Implementation and Robust Execution**. Lauderdale: J. Ross Publishing, 2006.
- TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional**. 8. ed. São Paulo: Pearson/Prentice Hall, 2008.
- THOMÉ, A. M. T. *et al.* Sales and operations planning: A research synthesis. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 1, p. 1–13, 2012.
- TOMAS, R. N.; SATO, L.; ALCANTARA, R. L. C. Planejamento de Vendas e Operações (S&OP) no Segmento de Bens de Consumo: Uma Análise Envolvendo o Estágio de Maturidade do Processo. **Revista de Administração da Unimep**, v. 10, n. 3, p. 1–25, 30 dez. 2012.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- WALLACE, T. F. Sales and operations planning: the how to handbook. **Production & Inventory Management Journal**, v. 41, n. 2, p. 173, 2004.
- WALLACE, T. F.; STAHL, R. **Planejamento Moderno da Produção**. 1. ed. São Paulo: IMAM, 2003.