



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LETICIA MARTINS MAIA**

**ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA COMO FERRAMENTA PARA O  
PLANEJAMENTO DE NECESSIDADE DE MATERIAIS: ESTUDO DE CASO EM  
UMA EMPRESA DO SETOR CALÇADISTA**

**Russas**  
**2019**

LETICIA MARTINS MAIA

ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA COMO FERRAMENTA PARA O  
PLANEJAMENTO DE NECESSIDADE DE MATERIAIS: ESTUDO DE CASO EM  
UMA EMPRESA DO SETOR CALÇADISTA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof<sup>a</sup>.Msc. Rochelly Sirremes.

Russas

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M187a Maia, Leticia.

Análise e previsão de demanda como ferramenta para o planejamento de necessidade de materiais: estudo de caso em uma empresa do setor calçadista. / Leticia Maia. – 2019.  
64 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia de Produção, Russas, 2019.

Orientação: Profa. Ma. Rochelly Sirremes Pinto.

1. Planejamento e controle da produção. 2. Previsão de demanda. 3. MRP. I. Título.

CDD 658.5

---

LETICIA MARTINS MAIA

ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA COMO FERRAMENTA PARA O  
PLANEJAMENTO DE NECESSIDADE DE MATERIAIS: ESTUDO DE CASO EM  
UMA EMPRESA DO SETOR CALÇADISTA

Monografia apresentada ao Curso de  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial para a  
obtenção de título de Bacharel em  
Engenharia de Produção.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>.Ms. Rochelly Sirremes Pinto (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. Ms. Daiane Oliveira Costa

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Lucelindo Dias Ferreira Júnior

Universidade Federal do Ceará (UFC)

“Dedico este trabalho aos meus pais, Almero e Claudênia, os responsáveis por me ensinaram que o estudo é uma das maiores riquezas que eles poderiam me oferecer. A minha irmã Priscila, que amo tanto, e ao meu noivo que sempre esteve ao lado.”

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, por ter concebido a oportunidade de uma formação na área que foi uma das minhas primeiras opções, agradeço também por sempre ter ficado ao meu lado em todos os momentos que precisei, me proporcionando sempre muita fé em meu coração, foco nos meus estudos e força para continuar essa jornada de formação.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup>. Ms. Rochelly Sirremes Pinto, pelos ensinamentos tanto neste trabalho quanto ao longo de toda a trajetória do curso, pela paciência, sugestões, ideias e, principalmente, por ser um exemplo de profissional e professora apaixonada pela profissão que exerce.

Aos meus pais, Almero e Claudênia, que me ensinaram a sempre ter muita fé e crê nos caminhos de Deus. Por terem me dado a oportunidade de estudar, como a maior herança que eles poderiam me oferecer.

Ao meu noivo, Jefferson, pelo apoio e incentivo constante, e por sempre estar ao meu lado me ajudando em tudo que preciso, principalmente a conquistar o meu sonho.

À empresa que me concedeu a oportunidade de estágio, onde pude colocar em prática conhecimentos adquiridos na faculdade. Aos colaboradores que me receberam com muito carinho e atenção.

“Temos o destino que merecemos. O  
nosso destino está de acordo com os  
nossos méritos.”

*Albertin Einstein*

## RESUMO

O estudo aborda o conceito, aplicação e o cálculo de ferramentas implementadas pelo setor de planejamento e controle da produção, responsáveis por auxiliar na gestão do processo produtivo, em uma empresa que atua no mercado calçadista. Os conhecimentos obtidos se deram através de uma revisão bibliográfica, juntamente com uma base de dados cedida pela empresa. A ferramenta previsão de demanda permite as empresas planejarem os seus cenários de mercado, cenários esses podendo ser produtivos, pessoal e financeiro, o que permite a visualização do comportamento da sua curva de demanda. Ferramenta essa que serve como base para o método MRP (*Material Requirements Planning*), também conhecida como planejamento das necessidades de materiais, buscando justamente a redução dos estoques relacionados a entradas e saídas, produtos acabados e compra de matéria prima, garantindo com que a empresa cumpra com seus prazos de entrega. Os resultados demonstraram que a técnica de previsão de demanda aplicada mais adequada à realidade da empresa foi a média móvel para um período de média a cada 8 semanas durante o ano, bem como a aplicação da ferramenta MRP que foi realizada em um escopo mais geral de um modelo representativo de maior demanda entre os clientes, com base em uma demanda média de 15.000 pares semanais. Para o estudo inicialmente foi realizado uma revisão bibliográfica dos assuntos, logo foi coletado os dados fornecidos pela empresa e com esses dados foi realizado uma análise e tratamento, sendo possível assim a aplicação das ferramentas para obter o melhor resultado e conseguindo alcançar os objetivos do trabalho.

**Palavras-Chave:** Planejamento e controle da produção. Previsão de demanda. MRP.



## ABSTRACT

The study addresses the concept, application and calculation of tools implemented by the production planning and control sector, responsible for assisting in the management of the production process, in a company that operates in the footwear market. The knowledge obtained came from a bibliographic review, along with a database provided by the company. The demand forecasting tool allows companies to plan their market scenarios, which can be productive, personal and financial, allowing the visualization of the behavior of their demand curve. This tool serves as the basis for the Material Requirements Planning (MRP) method, also known as material requirements planning, precisely aiming at reducing the stocks related to inputs and outputs, finished products and purchase of raw materials, ensuring that the company meet your delivery deadlines. The results showed that the applied demand forecasting technique best suited to the company's reality was the moving average for an average period of every 8 weeks during the year, as well as the application of the MRP tool that was performed in a more general scope. a representative model of higher demand among customers, based on an average demand of 15,000 pairs per week. For the study initially a bibliographic review of the subjects was performed, soon the data provided by the company was collected and with this data was performed an analysis and treatment, thus being possible to apply the tools to obtain the best result and achieving the work objectives from work.

**Keywords:** Production planning and control. Demand forecasting. MRP.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo previsão de demanda.....	23
Figura 2: Perfis do comportamento de demandas .....	24
Figura 3: Cálculo de necessidades líquidas no MRP .....	31
Figura 4: Registro do Item de um produto, conforme programação do MRP.....	34
Figura 5: Exemplo de uma Estrutura do Produto .....	34
Figura 6: Etapas da pesquisa .....	37
Figura 7: Componentes do sapato.....	39
Figura 8: Planta da unidade produtiva .....	40
Figura 9: Etapas da produção.....	42
Figura 10: Demanda semanal do ano de 2017 .....	43
Figura 11: Demanda semanal do ano de 2018.....	44
Figura 12: Demanda semanal início do ano de 2019 .....	44
Figura 13: Simulações das médias móveis.....	48
Figura 14: Simulação suavização exponencial .....	50
Figura 15: Simulação regressão linear .....	51
Figura 16: Árvore do produto sapato .....	55
Figura 17: Relatório de MRP para o produto sapato .....	56

## LISTA DE TABELA

Tabela 1: Características das técnicas de previsão.....	25
Tabela 2:Técnica média simples .....	46
Tabela 3: Técnica média móvel .....	47
Tabela 4: Técnica suavização exponencial .....	49
Tabela 5: Técnica regressão linear.....	51
Tabela 6: Comparação erros de medida.....	52
Tabela 7: Lista de Materiais.....	54

## **LISTA DE SIGLAS**

PCP: Planejamento e controle da produção

MRP: Material Requirements Planning P

MP: Planejamento Mestre de Produção

MAD: Erro Médio Absoluto

MAPE: Erro Percentual Médio Absoluto

NB: Necessidade bruta

RP: Recebimento programado

EP: Estoque Projetado

NL: Necessidade Líquida

LT: Lead time

ROP: Recebimento de ordens planejadas

LOP: Liberação de Ordens Planejadas

ES: Estoque de Segurança

ABIC: Associação Brasileira das Indústrias de Calçado.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivos.....	17
1.1.1 Objetivo Geral.....	17
1.1.2 Objetivo Específico .....	17
1.2 Justificativa .....	18
1.3 Estrutura do Trabalho .....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1 Planejamento e Controle da Produção .....	21
2.1.2 Previsão de Demanda .....	22
2.1.2.3 Técnicas de previsão de demanda.....	24
2.1.2.3.1 Média Móvel .....	25
2.1.2.3.2 Média móvel ponderada .....	26
2.1.2.3.3 Suavização exponencial.....	26
2.1.2.3.4 Regressão Linear .....	26
2.1.2.3.5 Método do coeficiente sazonal .....	27
2.1.2.4 Erros de medida.....	28
2.1.2.4.1 Erro para o período.....	28
2.1.2.4.2 Erro médio absoluto.....	28
2.1.2.4.3 Erro percentual absoluto médio.....	29
2.1.4 Setor Calçadista .....	34
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	36
4. ESTUDO DE CASO.....	38
4.1 Caracterização da empresa.....	38
4.3 Processo de fabricação.....	41
5.1 Previsão de Demanda .....	43
5.1.3 Média móvel simples .....	46
5.1.4 Regressão Linear .....	50
5.1.5 Discussões previsão de demanda.....	52
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61



## 1. INTRODUÇÃO

Historicamente o setor calçadista iniciou suas atividades no século XIX no estado do Rio Grande do Sul, a partir da contribuição de italianos e alemães. De início, suas atividades produtivas eram totalmente artesanais, utilizando couro processado em curtumes. Com o passar dos anos esse processo, que outrora era delegado a artesãos passou a se modificar e se automatizar em resposta ao crescimento populacional e conseqüentemente as demandas do mercado, gerando, assim, um grande crescimento no setor.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Calçados, os polos calçadistas do país são Rio Grande do Sul, Ceará, São Paulo, Santa Catarina, e Minas Gerais, sendo o Brasil, classificado em 4º lugar como maior produtor do mundo perdendo apenas para China e Índia. Essa posição retrata o cenário do país que em 2017, apresentou um faturamento em torno de mais de 21 bilhões, possuindo mais de 7 mil indústrias instaladas em seu território (ABIC, 2018).

Neste contexto, a adoção de estratégias inovadoras que permeiam cada vez mais o crescimento do setor são de grande importância para se manter o atual ambiente competitivo. Dessa forma, percebe-se a necessidade de aperfeiçoar a utilização das matérias-primas, não permitindo desperdícios destas no processo produtivo. Para que isso ocorra o planejamento e controle da produção dá total suporte para empresas através de técnicas e ferramentas que se ajustam ao contexto dos diferentes tipos de negócios, das quais pode-se citar a previsão de demanda e o abastecimento de insumos (CARVALHO, 2004; LEMOS, 2006).

De acordo com Slack *et al* (2009), o Planejamento e Controle da Produção (PCP), é definido como um sistema de gerenciamento administrativo responsável por assegurar que a produção ocorra da maneira mais eficaz possível e produza produtos ou serviços da forma adequada. Portanto, é de fundamental importância que se tenha os recursos produtivos disponíveis na quantidade e momento certo, com o nível de qualidade confiável.

Nesse sentido, o planejamento, controle e programação da produção torna-se bastante importante para empresas que buscam a adequação de seus sistemas para a produção de novos bens podendo ser produto ou serviços, e a partir do

planejamento que surge a necessidade do processo de previsão de demanda (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998) e (FIGUEREDO, 2008).

A previsão de demanda é considerada como sendo o pilar fundamental para o planejamento da produção e vendas de qualquer empresa, sendo apontada como uma de suas principais atividades (FIGUEREDO, 2008). Através da previsão de demanda se tem um planejamento da quantidade de recursos a serem utilizados naquele determinado tempo, dependendo do produto a ser vendido há épocas de sazonalidade, ou seja, seu consumo pode variar durante o ano.

Desta forma, a previsão da demanda é uma importante ferramenta da área de planejamento e controle da produção, sendo considerada capaz de influenciar no sucesso ou fracasso das empresas, já que a mesma tem como função direcionar decisões estratégicas de longo prazo e médio prazo. Para tanto, são inúmeras as técnicas de previsão sendo elas divididas em qualitativas e quantitativas ou ambas a integração dos dois, das mais simples às mais complexas, em que todas têm o mesmo propósito de prever o que será demandado das organizações. Portanto, os modelos dessa técnica se mostram essenciais para que se possa ter um acompanhamento do crescimento empresarial e tomar decisões baseadas em fatos da realidade que a mesma se encontra atualmente.

É importante ressaltar ainda, que além de técnicas para definir o mix de produtos, as empresas têm buscado cada vez mais o aperfeiçoamento da gestão de suas matérias-primas. Nesse sentido, nota-se a necessidade de administrar adequadamente a gestão de insumos, confrontando os prazos de entrega do produto, recebimento de material, processos de manufatura e valores monetários. Para isso, têm-se a sistemática de controle dos suprimentos ao processo produtivo, uma metodologia conhecida como MRP (*Material Requirements Planning*) que surgiu nos Estados Unidos em meados do século XX e defende que as empresas possuem em suas estruturas demanda dependentes, aquelas em que são os itens que compõem a estrutura de produto e demanda independentes, sendo o produto já pronto e vendido (BATALHA, STHALBERG, 1994; KURBEL, 2013).

Baseado nesse contexto, o presente trabalho se propõe a aplicar diferentes técnicas de previsão de demanda em uma empresa do setor calçadista, tendo em



vista apontar a que mais se adequa às necessidades da empresa em estudada. Aliado a isso a pesquisa também busca construção do relatório MRP) do produto de forma generalizada, na qual discrimina as quantidades de insumos demandados para geração de uma unidade do produto. Por fim, preenche-se o relatório MRP, o qual define as quantidades e momentos de colocação de pedidos dos diversos componentes e submontagens demandados para início da fabricação.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho se propõe a realizar um estudo de caso em uma empresa do setor calçadista, através da análise e aplicação de técnicas de previsão de demanda como ferramenta para o planejamento de necessidade de materiais

### **1.1.2 Objetivo Específico**

- Identificar as principais técnicas de previsão de demanda presentes na literatura;
- Realizar a coleta de dados históricos sobre produção e vendas na empresa estudada;
- Aplicar algumas das principais técnicas de previsão de demanda na empresa estudada;
- Analisar os resultados obtidos com a aplicação das técnicas;
- Identificar o método de previsão que mais se adequa às especificidades da indústria calçadista;
- Construir a Matriz BOM de um produto representativo do contexto de análise e gerar o relatório MRP, definindo quantidades e pontos de reposição dos componentes

## 1.2 Justificativa

Para se manter competitivo no mercado atual, as empresas têm buscado, cada vez mais atender as necessidades dos seus clientes, principalmente no que relaciona os aspectos de qualidade do produto, tempo de entrega e sua disponibilidade. Sendo assim, do ponto de vista teórico, para Moreira (2000) o Planejamento e Controle da Produção é considerado o sistema responsável por todo o suporte à produção, objetivando cumprir os objetivos e metas do planejamento e da programação dos processos de maneira eficaz, para satisfazer os principais requisitos produtivos relacionados a tempo, qualidade e quantidades.

Corroborando com isso, Slack, Chambers e Johnston (2008), afirmam que o planejamento e controle gerenciam as atividades de produção, de modo a satisfazer à demanda de seus clientes. Seu caráter estratégico deve sempre está alinhado com empresa, para que cumpra com suas obrigações como organização, havendo sempre um acompanhamento da produção com o intuito de identificar se há implicações que necessitem de ajustes para melhorar ainda mais a sua eficiência. Para isso, é de suma importância que a empresa faça o uso do PCP e das suas respectivas ferramentas.

Dentre essas ferramentas estão as técnicas de previsão de demanda e o Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP). Com relação a previsão de demanda pode-se afirmar que é através dela que a empresa tem uma estimativa do comportamento do mercado, o que influencia diretamente na sua produção. Sua importância dentro das organizações é reafirmada pelos autores Fernandes e Filho (2010) que consideram o papel estratégico das previsões no ambiente competitivo, guiando a empresa para o planejamento estratégico da produção, finanças e vendas.

Com relação ao MRP, Slack *et al.*, (2009) defende sua importância enquanto ferramenta, principalmente na função de auxiliar com agilidade às empresas na determinação das reais necessidades brutas de matérias-primas seja qual for o momento do planejamento e controle da produção. Atendendo a demanda somente para aqueles pedidos que já foram confirmados pelos clientes. Devidamente aplicada, nos meios produtivos, a mesma se evidencia pela redução dos custos de mão-de - obra operacional agregada, devido à flexibilidade e agilidade, e reduções de paradas das linhas de produção.

Baseado em todos esses aspectos, o presente trabalho se justifica devido,

principalmente, a importância das técnicas de planejamento e controle da produção no gerenciamento das empresas, visto que, é por meio da previsão de demanda que se tem uma estimativa do comportamento do mercado, podendo está guiar a empresa para um planejamento estratégico da produção, em busca de garantir um gerenciamento de estoque determinando as reais necessidade brutas com o auxílio do MRP. Todos esses aspectos irão auxiliar diretamente à tomada de decisão das vendas e finanças, tanto, no sentido de diminuir o risco da falta de estoque, quanto para que haja um gerenciamento melhor da produção e, conseqüentemente, na disponibilidade dos produtos.

Um estoque inadequado pode dificultar a viabilização do negócio, visto que para manutenção de estoque superestimada incide em altos custos, que podem facilmente exceder a margem de lucro do comerciante. Como por exemplo, os calçados femininos, que são produtos considerados da moda, podem ser visto como se fossem produtos perecíveis, já que a cada coleção atualizada primavera-verão e outono-inverno a empresa deve desfazer-se de todo o estoque, o que ocasiona em uma diminuição do lucro. (ZAPAROLLI, 2009).

Visto esses conceitos, a aplicação das ferramentas é de suma para uma empresa seja ela de pequeno ou grande porte. Ferramentas essas que irão auxiliar na toma de decisão, controle da produção, acompanhamento da produção, e garantindo que que o cliente sempre receba o seu produto dentro do prazo,

Hoje a empresa, não possui acompanhamento da previsão de demanda para que possa se preparar, e planejar de forma eficiente para atender a demanda. Como também, a ferramenta MRP, não é realizada pelo de setor de planejamento de controle da produção e sim pelo setor de almoxarifado, onde é realizado pelo total do item que necessita para todos modelos produzidos.

Contudo, o estudo retrata a importância que essas ferramentas possuem para empresa, em que foi escolhida a técnica de previsão de demanda que mais se adequou as necessidades da empresa e aliado a isso foi realizado o relatório MRP de modelo de maior demanda entre os clientes e assim definido as reais necessidades para atender os clientes dentro do período.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

O trabalho está estruturado em seis capítulos. No primeiro são introduzidos os assuntos que serão abordados no decorrer da pesquisa: indústria calçadista, previsão de demanda e planejamento da necessidade materiais. Seguindo da justificativa, que descreve a importância dos temas e os objetivos geral e específicos a serem alcançados.

O capítulo 2 descreve a fundamentação teórica sobre planejamento e controle da produção dando ênfase nos conceitos de previsão de demanda e planejamento das necessidades de materiais.

O capítulo 3 apresenta os procedimentos metodológicos, onde são discutidos pontos de classificação da pesquisa e como a mesma está estruturada de acordo com suas etapas.

Já o capítulo 4 traz a apresentação da empresa, o processo produtivo, o *layout* da produção.

No capítulo 5 são apresentados os resultados e discussões, e detalhada toda a aplicação das técnicas mencionadas anteriormente.

Por fim, o último capítulo apresenta as considerações finais sobre o estudo, expondo as referências bibliográficas que foram citadas e consultadas durante a realização da pesquisa.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Planejamento e Controle da Produção

O Planejamento e Controle da Produção (PCP), é definido como um sistema de gerenciamento administrativo responsável por assegurar que a produção ocorra da maneira mais eficaz possível e produza produtos ou serviços da forma adequada. Portanto, é de fundamental importância que se tenha os recursos produtivos disponíveis na quantidade e momento certo, com o nível de qualidade confiável, para o atendimento com excelência ao cliente final. (SLACK *et al*, 2009)

Para Tubino (2007) a finalidade do acompanhamento e controle da produção fornece a visualização da ligação entre execução das atividades operacionais e o planejamento, identificando possíveis falhas, sua gravidade e fornecendo o auxílio necessário para que os responsáveis pelas as ações corretivas possam estar agindo e resolvendo o problema. A ocorrência do desencaminhamento entre o programa de produção planejado e o executado é a circunstância mais comum acontecida, ainda que teoricamente os meios necessários para o cumprimento dos planos de produção terem sido planejados e programados pelo PCP. De modo que quanto mais eficientes as atividades de acompanhamento e controle, menores serão os desvios para serem corrigidos, menor será as despesas e o tempo com as intervenções corretivas.

As atividades do PCP podem ser exercidas nos três níveis hierárquicos do planejamento e controle das atividades produtivas de um sistema de produção. No nível estratégico é estabelecido as políticas para um plano de produção geralmente pouco detalhado, que realizará a previsão de vendas à longo prazo e a disposição dos recursos financeiros e produtivos. À médio prazo, é estabelecido o planejamento mestre de produção que buscará meios para atuar de forma mais eficiente o plano de produção, analisando as diferentes formas de conduzir o sistema produtivo disponível. A programação da produção à curto prazo se encarregará de estabelecer a quantidade e o tempo de compra, fabricação ou montagem dos itens necessários aos produtos finais, havendo sempre um acompanhamento e controle. (TUBINO, 2007)

Segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2010) o planejamento de produção, podendo ele ser planejamento agregado da produção ou planejamento de vendas, tem como objetivo implementar planos alternativos de produção, definida pelo plano de

vendas e geração de estoque esperados, a intenção de criar esses planos alternativos é pelo fato de conseguir determinar um plano que cumpra todos os objetivos, sem criar questões ao serem resolvidos.

O Planejamento Mestre de Produção (PMP) tem como função sistematizar a demanda do mercado fazendo o uso de recursos internos da empresa com a finalidade de programar taxas apropriadas de produção de produtos finais, e de preferência os que se tem sua demanda independente. (CORRÊA E CORRÊA, 2011)

Conforme Tubino (2000) a Programação da Produção determina a curto prazo quando e quanto deve se comprar, para que a empresa consiga atender os clientes dentro do prazo, a partir do plano mestre de produção e dos registros do controle de estoque.

Para Chiavenato (2008), programar a produção é apresentar quando devem ser realizadas as tarefas de operações de produção e qual a quantidade necessitará ser executada. Deve responder às questões: o que, quanto, quando e onde.

Segundo Tubino (2000) o Acompanhamento e Controle da Produção busca garantir através da coleta e análise dos dados que a programação da produção seja bem executado e realmente seguido pelo chão de fábrica. As atividades desenvolvidas pelo PCP, tem como finalidade de acompanhamento e controle da produção oferecendo todo um suporte a produção, assim como garantindo que as atividades programadas e planejadas sejam cumpridas de acordo com o prazo estabelecido.

De acordo Slack, Chambers e Johnston (2009) controle apresenta como função efetuar ajustes necessários, deste modo permitindo que as operações alcancem os objetivos que foram planejados, mesmo quando as pressuposições assumidas pelo plano não confirmem.

### **2.1.2 Previsão de Demanda**

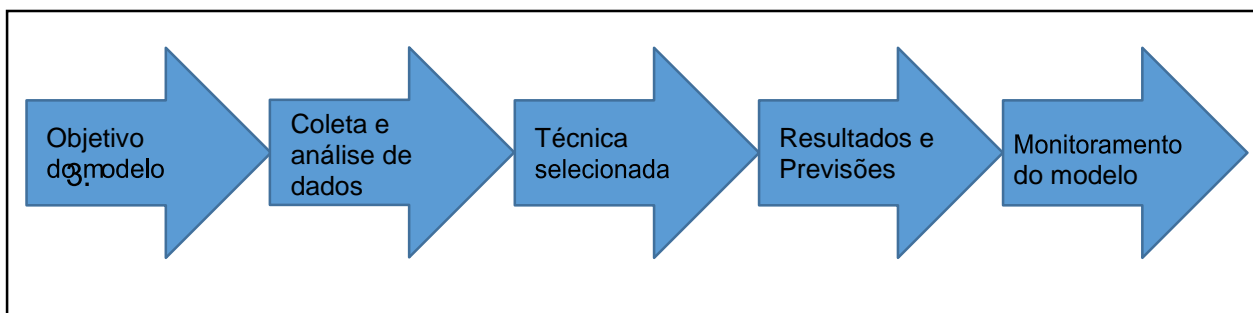
A previsão da demanda é o pilar fundamental para o planejamento estratégico da produção, das vendas e da parte financeira de qualquer empresa, através dela é possível realizar os planos de capacidade, fluxo de caixa, vendas,

produção e estoques, mão-de-obra, compras etc. Sendo considerada uma ferramenta responsável por permitir que os gestores desses sistemas passem a perceber o futuro e planejem adequadamente suas ações para que possam ser alcançadas com sucesso. (ZANELLA, 2015).

Existem diferentes métodos para realização das previsões de demanda, convém à empresa selecionar o método mais adequado, devendo considerar as características das demandas dos bens ou serviços oferecidos. (BALLOU, 2007).

De acordo com Tubino (2008), as previsões possuem diversas funções dentro de uma organização, sendo que pode ser dividida em cinco etapas para realização, conforme abaixo segue figura 01.

Figura 1: Modelo previsão de demanda



Fonte: Adaptado Tubino (2008)

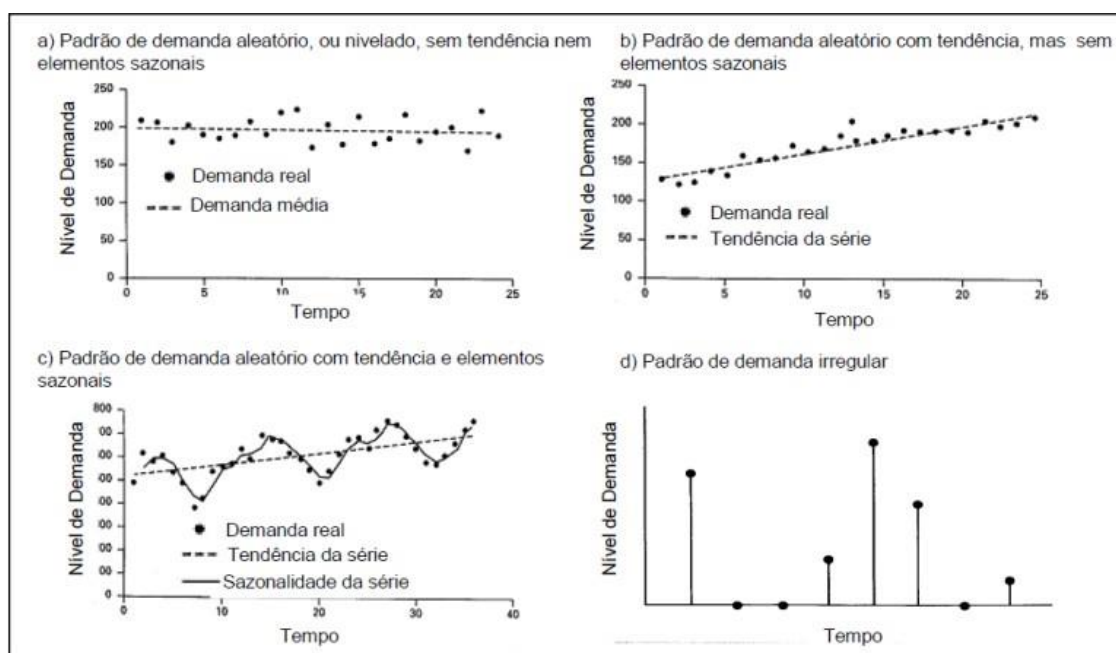
Na primeira etapa é necessário que seja definido os objetivos a serem alcançados e suas respectivas funções. Em seguida é necessário que haja uma verificação da disponibilidade dos dados, sendo coletados de uma série histórica. Logo com o tratamento das informações colhidas deve ser feita a seleção da melhor técnica que se adeque a realidade da empresa, observando com cautela e resultados obtidos. Por fim o monitoramento do modelo adotado que irá garantir se o mesmo está sendo ou não eficiente para o sistema da empresa. (BALLOU, 2005).

Para Martins e Laugeni (2005), para poder fazer a previsão é necessário observa e analisar as informações sobre como demanda dos produtos está se comportando. Através da média, é possível verificar se flutuações da demanda estão em torno de um valor constante. Plotando os valores de demanda em um gráfico deve ser analisado como o mesmo está se comportando, existe três tipos, primeiro o de tendência linear, em que a demanda pode crescer ou decrescer linearmente; Segundo

tipo, tendência não linear, no qual a demanda tende crescer ou decrescer não linearmente, parecido uma equação do 2º grau, por exemplo; Terceiro modelo estacional (sazonal), onde a demanda cresce ou decresce, em certos períodos, que forma os picos altos como por exemplo, um dia da semana, do mês, ou em meses específicos do ano, referente ao momento de maior venda.

Já para Ballou apud Lemos (2006), como mostrado na Figura 2 os perfis de comportamento da demanda podem ser divididos em quatro tipos, sendo eles a) Padrão de demanda aleatória sem tendência e elementos sazonais. b) Padrão de demanda aleatório com tendência, mas sem elementos sazonais. c) Padrão de demanda aleatório com tendência e elementos sazonais. d) Padrão de demanda irregular.

Figura 2: Perfis do comportamento de demandas



Fonte: Ballou apud Lemos (2006)

### 2.1.2.3 Técnicas de previsão de demanda

Segundo os autores Corrêa, Giansi e Caon (2012), os métodos de previsão de demanda são classificados em dois grupos. No primeiro estão os métodos qualitativos, que são baseados em julgamentos e opiniões pessoais, utilizados quando não se requer muito para coleta de informações. E o segundo é composto por métodos quantitativos, no qual as previsões são realizadas através de dados e técnicas estatísticas. Para Albertin e Pontes (2016), as técnicas de previsão de demanda



podem ser usadas em qualquer circunstância desde que haja disponibilidade de tempo, dados, recursos, e horizonte de previsão. Possuindo características do tipo quantitativa e qualitativa como mostra a tabela 1.

Tabela 1: Características das técnicas de previsão

Qualitativas	Quantitativas
Privilegiam dados qualitativos.	Privilegiam modelos matemáticos para projetar a demanda futura
Baseiam-se em opiniões e julgamentos de pessoas-chaves.	Baseiam-se em séries temporais e em Correlações
São usadas quando não se tempo para pesquisar dados ou quando da introdução de um produto novo.	Incluem análise numérica de dados passados.
Têm panorama econômico instável.	

Fonte: Adaptado de Albertin e Pontes (2016).

Segundo Tubino (2008), as técnicas quantitativas podem ser subdivididas em dois grandes grupos, sendo elas técnicas baseadas em séries temporais e as séries baseadas em correlações. As series temporais são divididas em média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial e padrão sazonal.

### 2.1.2.3.1 Média Móvel

É uma técnica utilizada para calcular a média de uma série temporal e selecionar variações aleatórias. Estima-se a média para os  $n$  períodos de tempo mais atualizados, como na equação 1 abaixo. (MOREIRA, 2001).

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n} \quad (1)$$

Onde:

$D_t$  = Demanda real no período  $t$ ;  
 $n$  = Número total de períodos na média;  
 $F_{t+1}$  = Previsão para o período  $t+1$ .

### 2.1.2.3.2 Média móvel ponderada

Em alguns casos, os dados mais atuais têm uma maior relevância para se calcular a previsão com relação aos dados mais antigos. Sendo assim, no método da média móvel ponderada, cada demanda do mês possui seu próprio peso e a soma de todos os pesos tem que ser obrigatoriamente igual a 1. Como por exemplo, segue a equação 2 abaixo. (MOREIRA, 2001).

$$F_{t+1} = 0,50 D_t + 0,30 D_{t-1} + 0,20 D_{t-2} \quad (2)$$

Onde:

$D_t$  = Demanda real no período  $t$ ;  $F_{t+1}$  = Previsão para o período  $t+1$ .

### 2.1.2.3.3 Suavização exponencial

O método da suavização exponencial atribui às demandas recentes, maior peso do que às demandas iniciais em que deve ser coletado três tipos de dados, a previsão do último período, a demanda para este período e um parâmetro de aproximação alfa ( $\alpha$ ), entre 0 e 1. Como descrita a equação abaixo. (MOREIRA, 2001).

“É conveniente observarmos que, qualquer que seja o período para o qual se deseja a previsão, é sempre necessária a previsão do período imediatamente anterior ( $D_{t-1}$ )” (MOREIRA, 2011, p.313)

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t \quad (3)$$

Onde:

$D_t$  = Demanda real no período  $t$ ,

$F_{t+1}$  = Previsão para o período  $t+1$ .

### 2.1.2.3.4 Regressão Linear

Segundo Neufeld (2003), a método faz uma análise que relaciona duas variáveis, no qual a coleta a coleta de dados consiste em observações com diferentes medidas cada uma delas. De forma que se tem uma variável independente (variável  $x$ ) e outra do tipo dependente (variável  $y$ ), sendo que a primeira variável causa

mudanças na segunda.

Ainda os autores Krajewski, Ritzman e Malhotra,(2009) complementam esta afirmação e apontam para possibilidade da formação da reta de tendência que possibilita previsões dentro do horizonte de estudo.

A aplicação do método se dá através da fórmula demonstrada na equação abaixo:

$$Y = a + b X, \quad (4)$$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \quad b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (5)$$

Onde:

Y: previsão da demanda no período;

X: período de previsão.

a: ordenada à origem;

b: coeficiente angular;

a: a ordenada a origem ou intersecção no eixo dos Y.

#### 2.1.2.3.5 Método do coeficiente sazonal

Para Martins e Laugeni (2005) existem diversos métodos para a realização de previsões quando o consumo é sazonal, e um dos mais utilizados é o método do coeficiente sazonal. Inicialmente deve-se determinar a média do consumo de cada ano e os seus respectivos coeficientes para cada período do ano, e partir desses valores calcula-se o coeficiente médio de sazonalidade que será usado para encontrar a demanda global e a média de consumo para período de tempo sazonal. E por fim a média de consumo multiplicado pelo coeficiente médio de sazonalidade resultara na previsão de demanda do consumo.

$$X_{tc} = \frac{X_t}{FS_t}$$

Onde:

$X_{tc}$ : Valor corrigido da série temporal;

$X_t$ : Demanda do período t;

FS<sub>t</sub> : Fatores sazonais.

#### 2.1.2.4 Erros de medida

É importante considerar que as previsões não são perfeitas e sempre comportam erros. Corrêa e Corrêa (2009) citam dois tipos de erros: a amplitude, referente ao tamanho do erro e o viés dos erros, que ocorre quando os erros acontecem tendenciosamente para um lado só. O viés, em geral, acontece por alguma causa identificável, que logo é eliminada. Os erros devem ser explícitos, medidos e avaliados (PEINADO; GRAEML, 2009).

Quanto maior o erro na previsão, maior será a dificuldade da empresa em se desenvolver nas diversas áreas funcionais, podendo gerar perdas financeiras e reduzindo sua competitividade diante dos concorrentes. Estas perdas financeiras podem resultar, por exemplo, de excesso de estoques, vendas perdidas, das ineficiências no planejamento e controle da produção e de problemas relacionados ao fluxo de caixa. (MIRANDA et al., 2011).

##### 2.1.2.4.1 Erro para o período.

Segundo Sanders e Graman (2009), o indicador básico que irá definir se a previsão selecionada está realmente sendo aplicada de maneira correta é o erro de previsão de demanda para o período T (E<sub>t</sub>), que é obtido a partir da diferença entre o valor real (V<sub>r</sub>) e o valor previsto (V<sub>p</sub>) no período correspondente, em que (E<sub>t</sub>) pode ser calculado de acordo com a equação (6):

$$E_t = V_r - V_p \quad (6)$$

Onde:

D<sub>atual</sub> = Demanda ocorrida no período;

D<sub>prevista</sub> = Demanda prevista no período;

n = número de períodos

Através da equação acima é possível se observar a obtenção de desvios positivos em que significar que a demanda estabelecida superou a previsão realizada, caso contrário será desvio negativo.

##### 2.1.2.4.2 Erro médio absoluto

Dentre os vários indicadores de erros existentes, existe o chamado Erro

Médio Absoluto (MAD), que segundo Chase, Jacobs e Aquilano (2004) “é a diferença entre a demanda real e a prevista, é a média de erro das previsões utilizando valores absolutos, medindo a dispersão de alguns valores observados a partir de algum valor esperado”.

A equação para o cálculo do valor do MAD segundo Tubino (2007):

$$MAD = \frac{\sum |D_{real} - D_{prevista}|}{n} \quad (7)$$

Onde:

$D_{atual}$  = Demanda ocorrida no período;

$D_{prevista}$  = Demanda prevista no período;

$n$  = número de períodos

#### 2.1.2.4.3 Erro percentual absoluto médio

O erro percentual absoluto médio também conhecido como MAPE, este método mede o valor percentual que os dados previstos estão para com os dados reais. Sendo a divisão dos somatórios percentuais para cada período pelo o número total de períodos, como mostrado na Eq.8 abaixo. (FERNANDES; FILHO, 2010).

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(Y_t - \hat{Y}_t) / Y_t] \quad (8)$$

Onde:

$Y_t$ : Demanda Real

$\hat{Y}_t$ : Demanda prevista

$n$ : Total de períodos

### **2.1.3 Material Requirements Planning (MRP)**

O Planejamento das necessidades de materiais (MRP), iniciou-se a partir do princípio de que muitos dos materiais mantidos em estoque possuem demanda dependentes, onde geralmente esses materiais guardados em estoque de matérias-primas e produtos relativamente concluídos, são mantidos em estoque de material em processo, sendo esses materiais com demanda dependente. A quantidade necessária de um material com demanda dependente, depende do número de produtos a serem produzidos que exigem esse material. A demanda por matérias-primas e produtos parcialmente concluídos devem ser conhecidas quais produtos devem ser produzidos na semana planejada, no qual a quantidade de material necessário para produção destes produtos acabados pode ser calculada a partir da programação da produção. (FRAZIER, 2005).

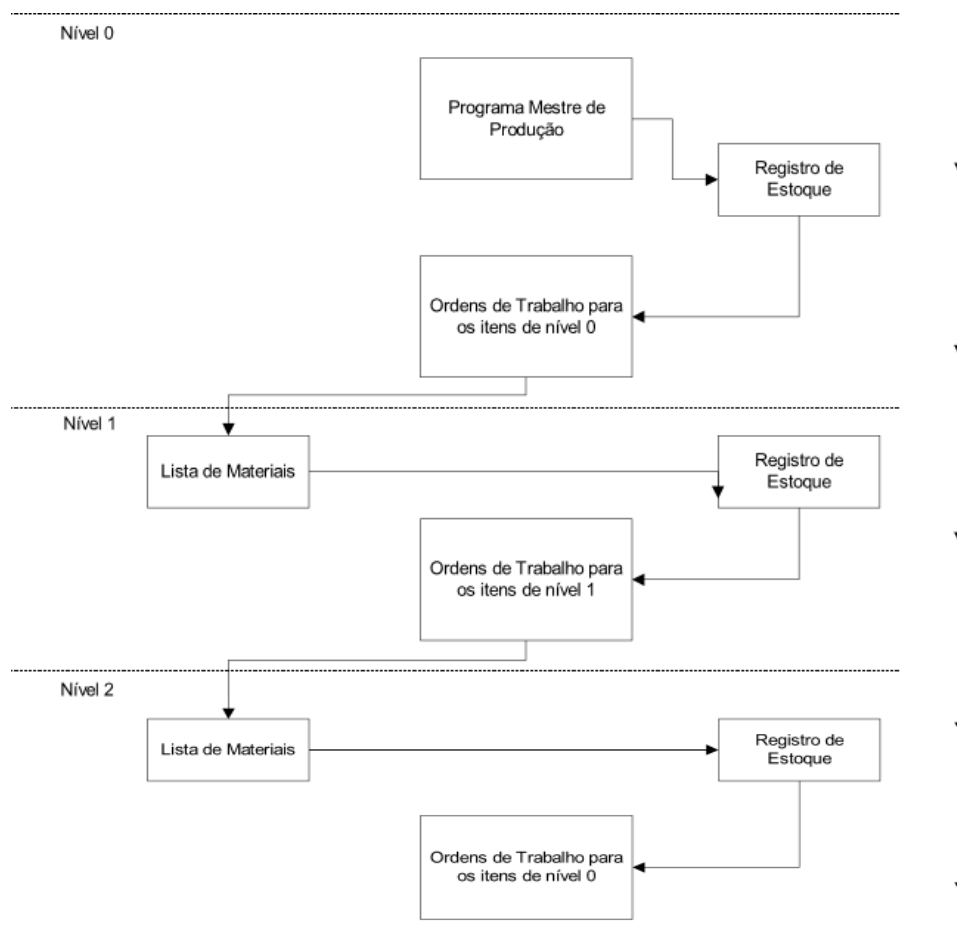
Segundo Moreira (2001), o MRP fundamenta-se em dois tipos de demanda, demanda independente e demanda dependente. Uma demanda é independente quando não está relacionada com a demanda de outros itens, devendo ser prevista pela empresa, sendo considerada no processo o produto final. A demanda dependente por sua vez, está diretamente relacionada com a demanda de outro material ou produto existente no estoque, assim podendo ser calculada e determinada a partir da demanda dos outros itens.

Segundo Kraemer (2000), é um sistema capaz de transformar a programação da produção em necessidades líquidas para cada componente necessário. Técnica que utiliza listas de materiais, dados do controle de estoques e o programa de produção, para fazer o cálculo das necessidades dos recursos, mobilizando e controlando a emissão de ordens de requisições relacionados a fabricação, gerenciando e inspecionando os estoques e a produção.

A Figura 03, demonstra simplificada a metodologia pelo qual o MRP calcula as quantidades de materiais necessários. Tudo começa no plano mestre de produção, que a partir dele é realizado a lista de materiais de nível único, analisando quantas sub montagens e componentes são fundamentais. Antes ir para o próximo nível da estrutura do produto, o MRP verifica a quantidade de materiais necessários que estão disponíveis em estoque, e também os recebimentos programados. E assim

gera-se então a ordem de requisições para as necessidades líquidas dos itens que serão produzidos na empresa.

Figura 3: Cálculo de necessidades líquidas no MRP



Fonte: Adaptado por Gaither & Frazier (2005).

Essas necessidades líquidas formam o programa que será usufruído pela lista de materiais do nível zero para o próximo nível abaixo na estrutura. Novamente, o estoque disponível é verificado e ordens de trabalho são criadas para as necessidades líquidas dos itens que serão feitos na fábrica, e são também requisitadas as ordens de compra para as necessidades líquidas dos itens que será adquirida de fornecedores. Assim o processo é do tipo contínuo até que se chegue ao nível mais baixo da estrutura do produto, e a empresa consiga manter os seus estoques. (SLACK,2002)

O MRP na sua implantação requer que sejam mantidos os registros de estoque, uma vez que alguns itens necessários já podem estar em estoque, seja no estado de produtos finais, estoque em processo ou matéria-prima. Diante disso, é possível calcular a necessidade líquida, ou seja, a quantidade a mais necessária para que o estoque seja capaz de atender a demanda dos clientes. (SLACK,2009). Moreira (2009) descreve o cálculo do MRP conforme a equação abaixo.

$$\text{Necessidade Líquida} = \text{Necessidades brutas} - \text{Estoque disponível} - \text{Recebimento programado}$$

As necessidades líquidas são modificadas para ordens, seja de fabricação, compra ou montagem, possibilitando assim dar continuidade ao processo de produção. “As tabelas MRP os parâmetros gerais de controle do item: a especificação e o código do item, o tamanho do lote de reposição e do estoque de segurança, e o lead time necessário para repor estes itens.” (FRAZIER, 2005, pág. 323).

Para Moura et al. (2006), a implantação do MRP está dividida em 3 etapas, são elas:

- Programa Mestre de Produção: responsável por definir ou estimar a quantidade de produtos ou materiais necessários para a produção em um determinado período de tempo.
- Lista de Materiais ou BOM (Bill of Materials): etapa considerada mais complicada de implantação, pois deve se estabelecer as necessidades de todos os materiais constituintes da fabricação dos produtos, as suas referidas quantidades e os fornecedores dos mesmos.



- Quantidades em estoque: devendo ser feito uma realização do inventário dos estoques para que o sistema possua a confiabilidade e planejamento da produção, garantindo um planejamento para possíveis imprevistos ou variações de mercado mantendo o estoque mínimo.

A execução do processo interpreta o cálculo de tudo que é preciso para a constituição da tabela do MRP. Os elementos de composição do produto podem ser demonstrados da seguinte configuração, segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2006):

- Necessidade bruta (NB) – sendo a disponibilidade do item em cada período futuro, isto é, em forma física, saídas esperadas de material do estoque, durante o momento em que apontam as quantidades registradas.
- Recebimento programado (RP) – representa o material disponibilizado para a constituição do estoque.
- Estoque Projetado (EP) – definido pelo volume do item que está à disposição no estoque ao final do período somado das entradas em estoque previsto no período, subtraídas das saídas de estoque esperadas no mesmo período.
- Necessidade Líquida (NL) – é a necessidade bruta do material descontado a disponibilidade em estoque do mesmo.
- Lead time (LT) – tempo de ressuprimento do material.
- Recebimento de ordens planejadas (ROP) – quantidade de material que precisará estar disponível no início do período correspondente para atender à necessidade bruta que não pode ser suprida pela quantidade disponível em estoque no final do período anterior.
- Liberação de Ordens Planejadas (LOP) – quantidade notificada referente às aberturas das ordens planejadas a serem recebidas em conformidade com as quantidades disponíveis na linha de recebimento de ordens planejadas;
- Estoque de Segurança (ES) – estoque mínimo que deve ser mantido ao longo do processo para suprir as incertezas existentes ao longo do processo.

A figura 04, ilustra um exemplo do controle dos dados e programação em períodos de um tipo de produto. Calculadas todas as necessidades, previsões de demanda e organização das ordens de pedido, os dados colhidos são colocados em

uma tabela de fácil visualização para que o controle se torne mais eficaz.

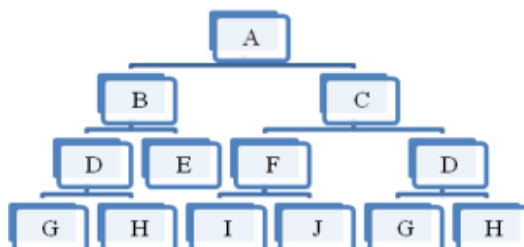
Figura 4: Registro do Item de um produto, conforme programação do MRP

	Períodos	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Material</b>	NB	200		800	1200	400		1200	200	
<b>Lote=500</b>	RP									
<b>(múltiplo)</b>	EP	550	350	350	50	350	450	450	250	50
<b>LT = 2</b>	NL	200		800	1200	400		1200	200	
<b>ES = 0</b>	ROP			500	1500	500		1000		
	LOP	500	1500	500		1000				

Fonte: Adaptado de Corrêa, Giansesi e Caon (2006)

O arranjo de composição do produto é baseado em um conjunto de itens que seguem uma hierarquia específica para que a conformação e montagem das partes dê a origem final do produto. Ela é composta por nome, número e quantidade, distinguindo os itens independentes chamados de pai, e itens dependentes chamado de filhos, distinguindo-se através dos níveis em que o nível 0 está o produto final. Segue abaixo o exemplo de um modelo de uma árvore do produto final. (FILHO; MARÇOLA,1996)

Figura 5: Exemplo de uma Estrutura do Produto



Fonte: Adaptado (FILHO; MARÇOLA,1996)

#### 2.1.4 Setor Calçadista

A oferta de calçados surgiu no século XIX com uma produção inicial totalmente artesanal e não é homogênea, apresentando produtos de todas as cores e múltiplas categorizações. Em geral são classificados como categorias genéricas em que a maior pode estar se enquadrando, quanto a sua forma, sendo sapatos, tênis, chinelos e sandálias. Um mesmo tipo de calçado pode ainda ter algumas diferenças, quanto ao preço, qualidade, insumos, e marca, além das variáveis, moda, modelo e estilo, que são definidas com o tempo. (ANDERSON, 2001).

Guidolin, Costa e Rocha (2010, p. 147), defendem que realmente as etapas de manufatura não estão determinadas a geração de vantagens sustentáveis competitivas, afirmando que:

Apenas os países que sustentam vantagens competitivas relevantes nas etapas de criação, design, marketing e coordenação da cadeia de produção e distribuição da indústria calçadista conseguem manter um papel ativo na cadeia de valor, enquanto os países que produzem calçados com base em custos de produção baixos (principalmente mão de obra) tendem a perder competitividade.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Calçados (ABIC, 2019), o Brasil é considerado mundialmente o quarto maior produtor do segmento de mercados calçadista, permanecendo atrás dos mundiais produtores China, Índia e Vietnã, e seguido de perto pela Indonésia. Com relação ao mercado de exportação mundial, o Brasil está colocado na 11ª posição, com cerca de 123 milhões de pares exportados ao longo do ano passado, atrás de países não convencionais na fabricação de calçados, como Países Baixos e Reino Unido.

Analisando o processo produtivo no âmbito regional, o maior volume de calçados encontra-se na região Nordeste, que representou no ano 2018 uma parcela de 54,1% da produção nacional, levando em consideração a Unidade de Federação os estados Ceará e Paraíba são os maiores produtores em quantidade de pares. Destacando as regiões Sul e Sudeste por sua relevância na produção nacional de calçados com percentual superior a 22% em 2018, sendo as duas únicas regiões do País a registrarem crescimento na produção de calçados, no ano de 2018. (ABIC, 2019).

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de pesquisa abordado compreende duas partes específicas. A primeira compreende a caracterização da pesquisa, onde a mesma é classificada quanto a natureza, ao procedimento e aos objetivos. Já a segunda parte retrata as etapas utilizadas para a elaboração do estudo.

Quanto à natureza a pesquisa classifica-se como aplicada. A metodologia aplicada é composta, inicialmente, por pesquisas bibliográficas, que, conforme Gil (2002, p. 44), são desenvolvidas baseadas em um material já elaborado, constituído, principalmente de livros e artigos. Esse levantamento buscou assuntos relevantes sobre o setor de calçadista e a previsão de demanda, levando em consideração conceitos e técnicas aplicáveis para mensurar quantitativamente, métodos de previsão de demanda e realização dos relatórios de MRP. Realizou-se uma abordagem de pesquisa do tipo estudo de caso, na qual se exerce a análise aprofundada em uma empresa de calçados, utilizando instrumentos de coleta de dados e intensa interação do pesquisador com o objeto de pesquisa.

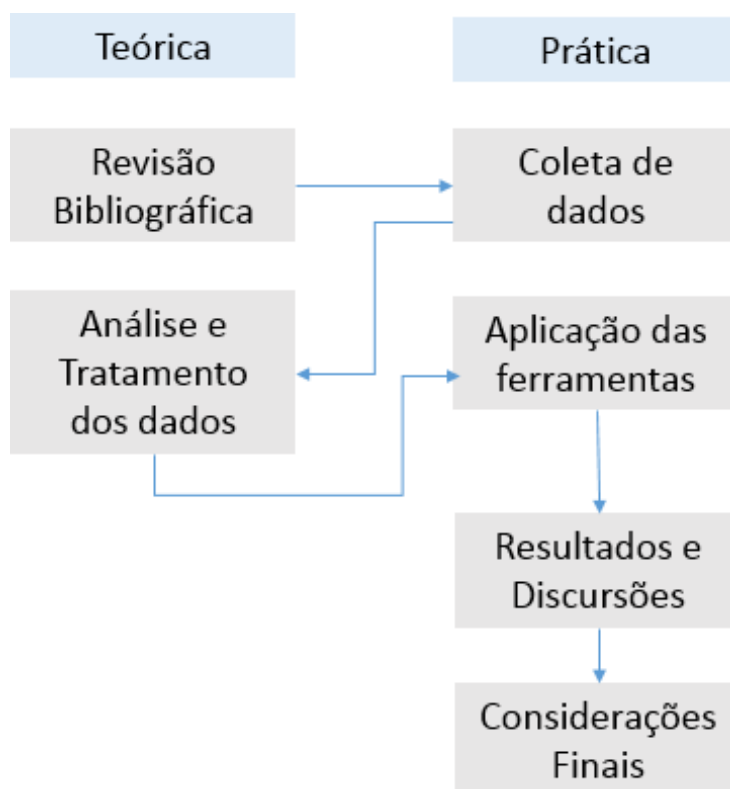
O trabalho pode ser quanto ao objeto de pesquisa denominado do tipo exploratória, pois proporciona um maior contato com o que está sendo estudado. Para Mattar (2001), os métodos utilizados pela pesquisa exploratória são amplos e flexíveis. Compreendendo, levantamentos em fontes secundárias, levantamentos de experiências, estudos de casos selecionados e observação informal.

Admite-se que a pesquisa é classificada com uma natureza do tipo quantitativa, traduzindo em números opiniões e informações, através de recursos e técnicas quantitativas. Segundo Mattar (2001), a pesquisa quantitativa procura a comprovação das hipóteses por meio da utilização de dados organizados, estatísticos, com análise de um grande número de casos representativos, recomendando um curso final da ação. Quantificando os dados e generalizando os resultados da amostra coletada para os interessados, de acordo com as análises.

A segunda parte compreende o passo-a-passo das etapas de pesquisa que podem ser visualizadas na Figura 6. A pesquisa consiste em duas etapas, a teórica e a prática. Iniciando com uma revisão bibliográfica sobre o assunto abordado, para isso foi utilizado como material para consulta, diferentes periódicos tais como: teses, dissertações, artigos e livros sobre o assunto. O próximo passo foi a coleta de dados que foi realizada por meio de visitas a empresa e entrevistas. Feito isso, foi realizado

o tratamento e análise dos dados, e a partir disso pode-se fazer a aplicação das ferramentas previsão de demanda e MRP. Seguindo da apresentação dos resultados e considerações finais relacionadas aos objetivos alcançados.

Figura 6: Etapas da pesquisa



Fonte: Autor (2019)

## **4. ESTUDO DE CASO**

### **4.1 Caracterização da empresa**

A empresa foco do estudo atua no setor calçadista e produz calçados vulcanizados e cementados, fundada em 1998 em Picada Café, Rio Grande do Sul, que conta, atualmente, com 5 unidades fabris distribuídas no Brasil e Argentina. A unidade estudada possui filial estabelecida na cidade de Morada Nova, Ceará. Suas atividades foram iniciadas no ano de 2011 com apenas 123 funcionários. Hoje, sendo considerada de grande porte, possui mais 2000 colaboradores, com 30% do seu faturamento no mercado nacional e 70 % no mercado internacional. Sua principal linha de produtos é a marca Converse, sendo a única empresa autorizada à fabricação da marca no mercado brasileiro.

Seu processo produtivo é classificado como sendo do tipo puxado em que são fabricados lotes com modelos diferentes, considerando os pedidos dos clientes. A empresa Também trabalha com o sistema empurrado com estoque mínimo, estabelecido pela empresa, voltado, principalmente, para aqueles clientes que querem comprar de imediato.

De acordo com a empresa, a mesma atualmente encontra-se com uma eficiência geral de 77%, e com as respectivas eficiências nos setores existentes sendo 81% no setor de corte, 82% no setor de costura, 83% no setor de montagem, 71% no setor de acabamento, 89% no setor de distribuição, 86% no setor de expedição, 82% no setor de borracha e 80% no setor de solado. Esses percentuais são atualizados diariamente de acordo com a produtividade realizada por de cada setor. A figura abaixo detalha todas as partes do produto, de modo que ao final da produção o mesmo consiga atingir os padrões de qualidade oferecidos e exigidos pelos os cliente

Figura 7: Componentes do sapato



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

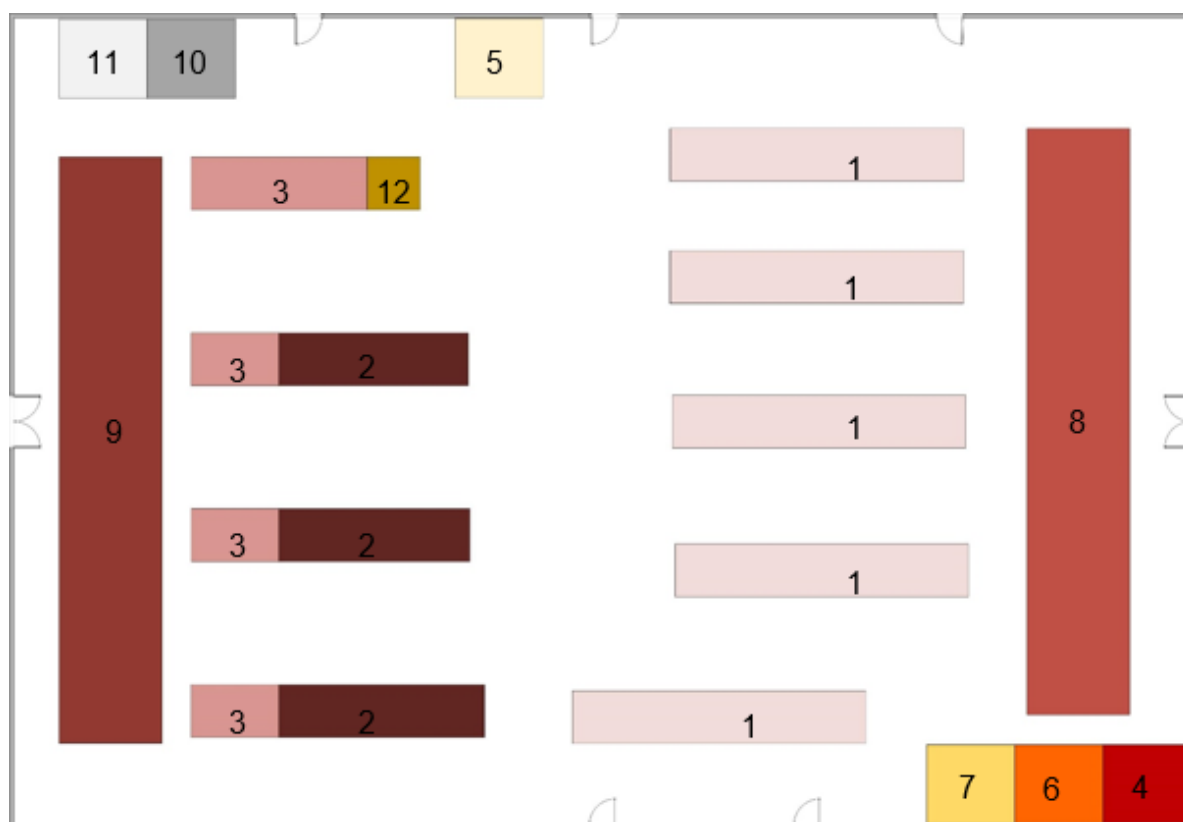
De forma visual, o produto é composto pelas seguintes partes, cabedal, parte essa que forma a lateral do sapato, lingueta, que vem com a etiqueta da marca e compor o cabedal. Atacadores como assim é chamado pela empresa, também conhecidos como cadarços. Ilhós por onde esses atacadores devem passar para manter o sapato firme aos pés. E por fim as partes em borrachas, que são vira, sobre-vira, decalque e biqueira.

#### 4.2 Layout da empresa

A empresa conta, atualmente, com 3 galpões produtivos, 1 refeitório, 1 galpão administrativo, funcionando em horários de três turnos. Essa estrutura possui, hoje, um total de 1.182 colaboradores somente em um galpão produtivo. A unidade produtiva possui 5 linhas de costura, tendo como principais máquinas as que costuram todas as partes formando o cabedal. A montagem conta com 4 linhas principais e contempla algumas máquinas como: a estufa, overloque, a de lixar a sola, e de aplicar a cola. Já no acabamento aborda 4 linhas de acabamento tendo como máquinas principais: a geladeira de resfriar o sapato e a de bater ilhós. Seguindo para o setor de expedição, responsável pela conferência e envio dos pedidos para os clientes.

O setor de modelagem tem como função definir a especificação para os modelos e sempre está acompanhando o processo produtivo de cada um. No setor de bordado é produzido apenas alguns modelos que necessitem desse tipo de costura. Já na área das programadas são realizadas costuras em máquinas automáticas que possuem uma programação para o modelo especificado. E como setores indiretos estão o da qualidade, faturamento e o de higiene e segurança do trabalho. A Figura 8 ilustra de forma geral o *layout* do centro produtivo da indústria com a legenda que faz a correspondência de cada setor mencionado anteriormente.

Figura 8: Planta da unidade produtiva



Fonte: Autor 2019

Legenda:			
Costura	1	Bordado	7
Montagem	2	Corte	8
Acabamento	3	Expedição	9
Modelagem	4	Faturamento	10
HST	5	Qualidade	11
Programada	6	Formas	12



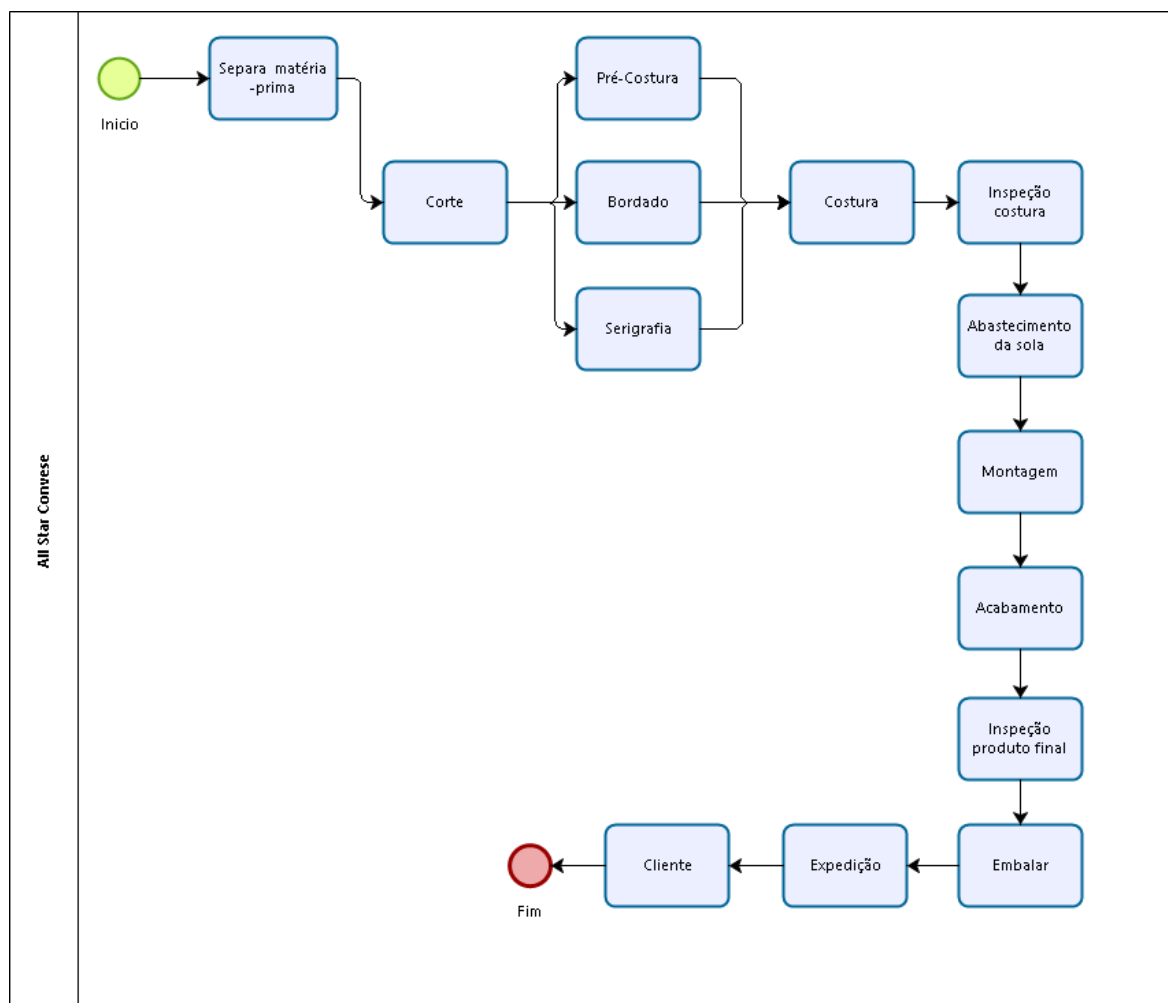
### 4.3 Processo de fabricação

O processo de fabricação se inicia primeiramente no setor de almoxarifado onde é feita a separação de todo o material necessário para o modelo a ser produzido. Esse modelo é estabelecido de acordo com o talão recebido pelo setor de PCP, logo em seguida o tecido é encaminhado para o setor de corte. Dependendo do modelo, o mesmo pode ser enviado para três setores diferentes, sendo eles pré-costura, bordado e serigrafia. A próxima etapa é a de costura, em que é feita a junção dos tecidos, formando a parte do sapato chamada de cabedal e lingueta, como também são colocados a etiqueta de numeração e os ilhós para os cadarços.

Todas essas atividades são realizadas em prol de cada modelo descrito na ordem de serviço. Ao final da linha as peças estão montadas por completo e são repassadas ao setor de qualidade, onde são inspecionadas pelas revisoras de qualidade que verificam se o produto está dentro do padrão. No caso se houver algum defeito o mesmo volta para ser refeito ou só ser consertado a parte que saiu fora dos padrões.

Após a costura os modelos são colocados em sacos separados por talão de lote e são encaminhados para o setor da sola, onde é feito o abastecimento da sola para cada modelo específico produzido. Depois os mesmos vão para montagem onde é realizado a junção do cabedal (parte feita pelo setor de costura), com a sua respectiva forma de numeração, e costurado a palmilha overloque, colado a sola, vira, sobre-vira, biqueira e decalque. No acabamento são realizados os últimos detalhes, como a tirada da forma, colocado a palmilha, os cadarços e as *tags*. Feito isso, o produto é inspecionado novamente pelas revisoras de qualidade e logo em seguida embalado com o papel bucho dentro e o papel seda por fora e colocado nas caixas correspondentes, seguindo para o setor de expedição.

Figura 9: Etapas da produção



Fonte: Autor (2019)

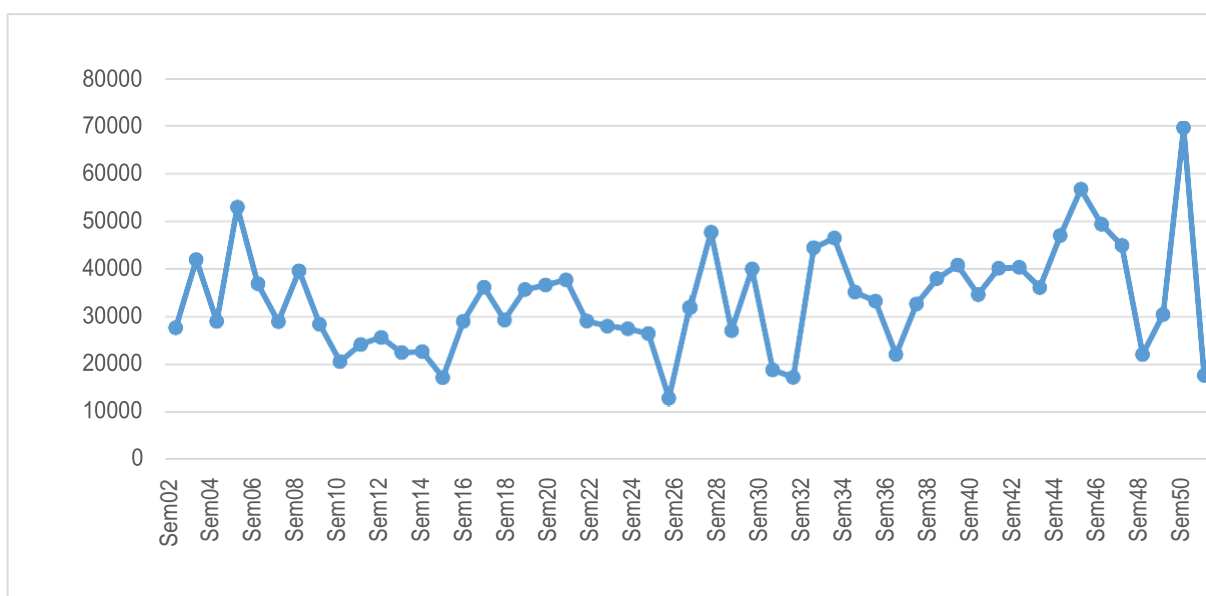
Vale lembrar que o setor de qualidade faz o acompanhamento de todo o processo produtivo, onde são verificados os parâmetros dos produtos e se os mesmos se encontram dentro dos padrões de qualidade previamente estabelecido. Devido a isso várias inspeções são realizadas no decorrer do processo de fabricação.

## 5. RESULTADOS E DISCURSSÕES

### 5.1 Previsão de Demanda

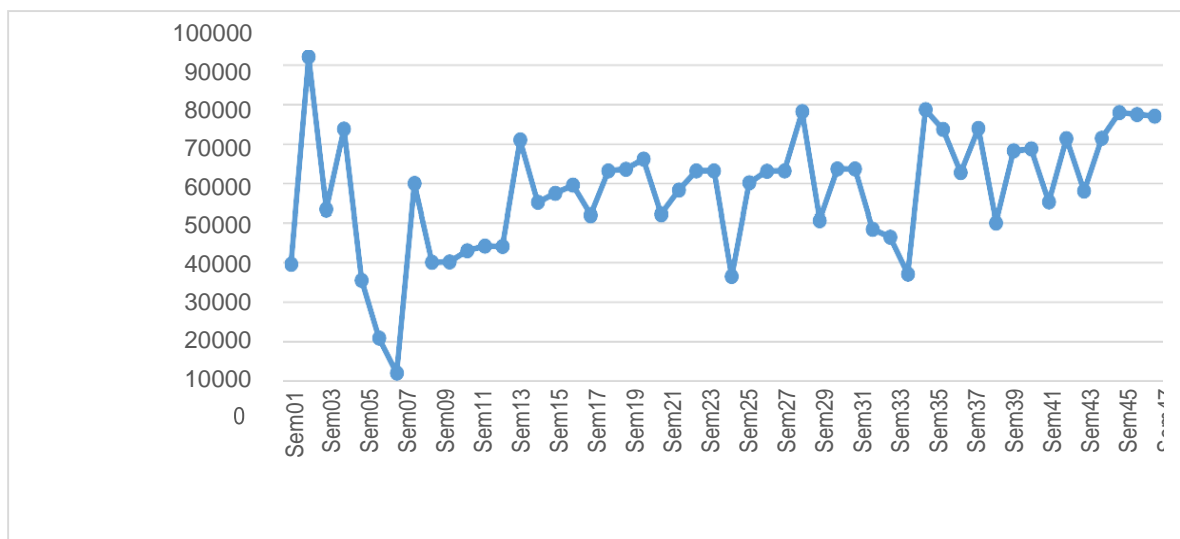
O estudo contou, inicialmente, com o levantamento bibliográfico, onde foram levantadas algumas das principais ferramentas de previsão de demanda. Esse aporte teórico contribuiu significativamente para nortear o estudo e definir as ferramentas que seriam aplicadas. Feito isso e passada a etapa de coleta de dados, foi realizado todo um tratamento dos dados levantados e plotado os valores das demandas semanais dos anos de 2017, 2018 e início de 2019 em gráficos com o intuito de analisar o comportamento da demanda durante os referidos anos. As Figuras 10, 11 e 12 ilustram gráficos das demandas semanais, justamente pelo fato da empresa ter um planejamento semanal durante o ano para fabricação dos produtos

Figura 10: Demanda semanal do ano de 2017



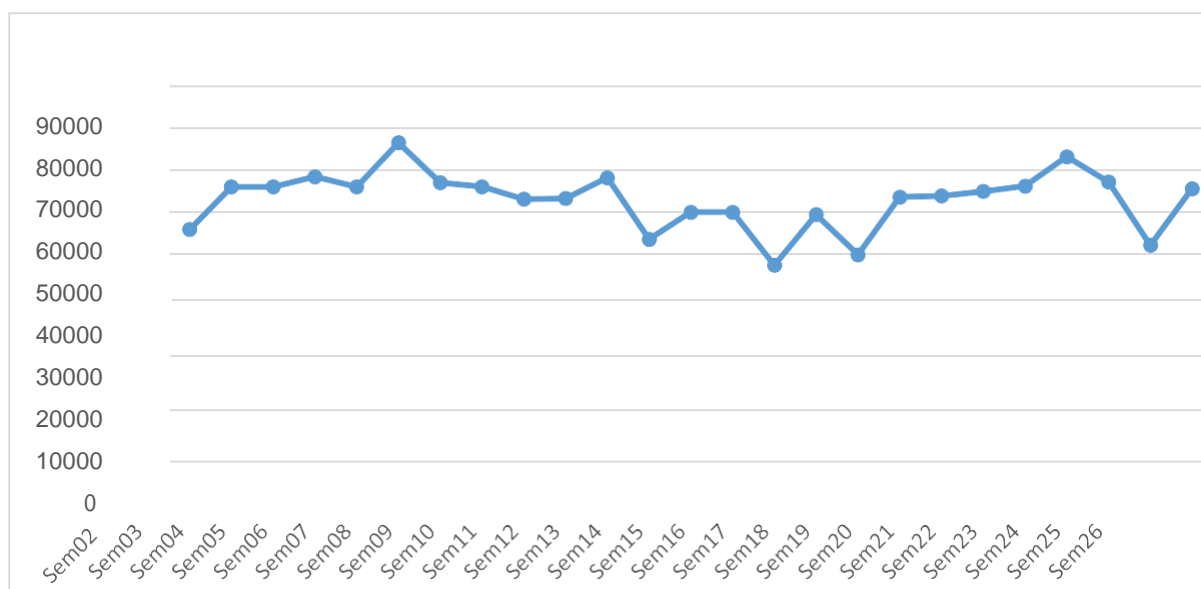
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 11: Demanda semanal do ano de 2018



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 12: Demanda semanal início do ano de 2019



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Todos esses gráficos serviram de auxílio para a visualização da demanda e conseqüentemente observação se a mesma apresenta tendência ou sazonalidade para que possa se escolher a melhor técnica de previsão de demanda para aplicação no cenário da empresa.

Para a previsão é necessário analisar os comportamentos das séries e escolher da melhor maneira possível o modelo mais adequado. Como pode-se observar nos gráficos, trata-se de uma série temporal que demonstra variações irregulares entre as semanas, com um movimento gradual ao longo do prazo contendo uma tendência crescente dos valores. Para a melhor aplicação das técnicas foram utilizados os dados do ano de 2018, com os respectivos valores de 50 semanas do referido período.

Os métodos aplicados, levando em consideração as variações entres os pontos, foram médias móvel para  $n= 4$ ,  $n= 6$ ,  $n=8$  (tempo em semanas) e a média exponencial móvel com um alfa estimado de 0,2. Já para tendência demonstrada na série de dados, a técnica utilizada foi a regressão linear, onde a única variável independente é o tempo.

### **5.1.2 Média simples**

Essa técnica apesar de simples possui um certo grau de segurança nas informações obtidas, indicada para uma série de dados que apresentam tendência e/ou sazonalidade. Capaz de prevê a demanda através da média das demandas de períodos anteriores, devendo ser usada para prevê apenas um período à frente. A Tabela 1, abaixo, apresenta o resultado da aplicação da média simples.

Tabela 2:Técnica média simples

Periodo	Demanda	MedSimples	DR-DP	ERRO %	26	36479	59857	23378	64,08619
1	39591	59857	20266	51,1884	27	59943	59857	86	0,14347
2	91844	59857	31987	34,82753	28	62894	59857	3037	4,82876
3	53292	59857	6565	12,31892	29	62997	59857	3140	4,984364
4	73565	59857	13708	18,63386	30	77970	59857	18113	23,23073
5	35497	59857	24360	68,62552	31	50644	59857	9213	18,19169
6	20851	59857	39006	187,0702	32	63500	59857	3643	5,737008
7	11999	59857	47858	398,8499	33	63434	59857	3577	5,638932
8	59771	59857	86	0,143882	34	48452	59857	11405	23,53876
9	40068	59857	19789	49,38854	35	46462	59857	13395	28,83001
10	40172	59857	19685	49,00179	36	37103	59857	22754	61,32658
11	43006	59857	16851	39,1829	37	78474	59857	18617	23,72378
12	44192	59857	15665	35,44759	38	73462	59857	13605	18,51978
13	44059	59857	15798	35,85647	39	62506	59857	2649	4,237993
14	70800	59857	10943	15,45621	40	73741	59857	13884	18,82806
15	55022	59857	4835	8,787394	41	50040	59857	9817	19,61831
16	57317	59857	2540	4,431495	42	68029	59857	8172	12,01252
17	59341	59857	516	0,869551	43	68513	59857	8656	12,6341
18	51877	59857	7980	15,38254	44	55075	59857	4782	8,682705
19	62993	59857	3136	4,978331	45	71145	59857	11288	15,86619
20	63413	59857	3556	5,607683	46	57833	59857	2024	3,499732
21	65926	59857	6069	9,205776	47	71255	59857	11398	15,99607
22	52067	59857	7790	14,96149	48	77742	59857	17885	23,00558
23	58081	59857	1776	3,057799	49	77274	59857	17417	22,53928
24	62975	59857	3118	4,951171	50	76830	59857	16973	22,09163
25	62988	59857	3131	4,970788			MAD	10380	
							Somatorio		1534,988
							MAP		30,69976

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Conforme conta na mesma é possível perceber um MAD = 10.380 e MAPE=30,69%, para o cálculo da média simples foi realizado a soma de todas as semanas e dividida pela quantidade de semanas. Logo, foi realizado a diferença entre a demanda real e a demanda prevista e em cima desses valores as respectivas medidas de erro%, MAPE e MAD.

### 5.1.3 Média móvel simples

A segunda técnica utilizada foi a Média Móvel Simples. Esta técnica de projeção é considerada por muitos autores uma ferramenta mais simples que pode ser utilizada para prever valores de demanda e que se baseia no mecanismo de média aritmética de n períodos anteriores.

O método foi aplicado para períodos de n=4, n=6 e n=8, como mostrado na Tabela 2, abaixo. Com base na tabela foi realizado o gráfico ilustrado na Figura 13 apresentando o comportamento dos valores para os períodos mencionados.

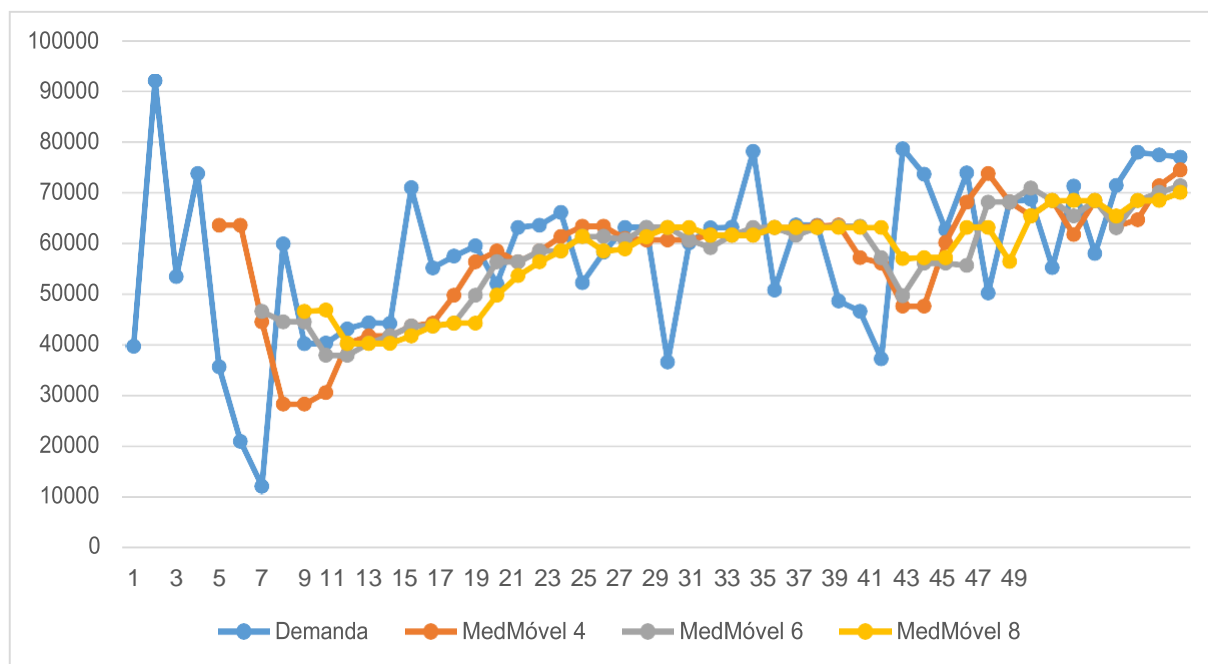
Tabela 3: Técnica média móvel

Periodo	Demanda	MM 4	DR-DP	ERRO%	MM 6	DR-DP	ERRO%	MM 8	DR-DP	ERRO%
1	39.591									
2	91.844									
3	53.292									
4	73.565									
5	35.497	63429	27932	78,68693						
6	20.851	63429	42578	204,19884						
7	11.999	44395	32396	269,98500	46441,5	34442,5	287,045			
8	59.771	28174	31597	52,86343	44394,5	15376,5	25,7257			
9	40.068	28174	11894	29,68454	44394,5	4326,5	10,7979	46441,5	6373,5	15,9067
10	40.172	30460	9713	24,17729	37782,5	2389,5	5,94817	46680	6508	16,2003
11	43.006	40120	2886	6,71069	37782,5	5223,5	12,146	40120	2886	6,71069
12	44.192	41589	2603	5,89021	40120	4072	9,21434	40120	4072	9,21434
13	44.059	41589	2470	5,60612	41589	2470	5,60612	40120	3939	8,94028
14	70.800	43533	27267,5	38,5134181	43532,5	27267,5	38,5134	41589	29211	41,2585
15	55.022	44126	10896,5	19,8038966	43532,5	11489,5	20,8816	43532,5	11489,5	20,8816
16	57.317	49607	7710	13,4515065	44125,5	13191,5	23,015	44125,5	13191,5	23,015
17	59.341	56170	3171,5	5,34453413	49607	9734	16,4035	44125,5	15215,5	25,6408
18	51.877	58329	6452	12,4371109	56169,5	4292,5	8,27438	49607	2270	4,37573
19	62.993	56170	6823,5	10,832156	56169,5	6823,5	10,8322	53449,5	9543,5	15,1501
21	65.926	61167	4759	7,21869975	58329	7597	11,5235	58329	7597	11,5235
22	52.067	63203	11136	21,3878272	61167	9100	17,4775	61167	9100	17,4775
23	58.081	63203	5122	8,81871869	61167	3086	5,31327	58329	248	0,42699
24	62.975	60747	2228	3,53791187	60537	2438	3,87138	58711	4264	6,77094
25	62.988	60528	2460	3,90550581	62984	4	0,00635	61158	1830	2,90532
26	36.479	60528	24049	65,925601	62981,5	26502,5	72,6514	62981,5	26502,5	72,6514
27	59.943	60528	585	0,97592713	60528	585	0,97593	62981,5	3038,5	5,06898
28	62.894	61459	1435	2,28161669	59012	3882	6,17229	61459	1435	2,28162
29	62.997	61419	1578,5	2,50567487	61418,5	1578,5	2,50567	61418,5	1578,5	2,50567
30	77.970	61419	16551,5	21,2280364	62934,5	15035,5	19,2837	61418,5	16551,5	21,228
31	50.644	62946	12301,5	24,290143	62941	12297	24,2813	62934,5	12290,5	24,2684
32	63.500	62946	554,5	0,87322835	61418,5	2081,5	3,27795	62934,5	565,5	0,89055
33	63.434	63249	185,5	0,29242993	62945,5	488,5	0,77009	62941	493	0,77719
34	48.452	63467	15015	30,9894328	63215,5	14763,5	30,4704	62945,5	14493,5	29,9131
35	46.462	57039	10577	22,7648401	63215,5	16753,5	36,0585	62945,5	16483,5	35,4774
36	37.103	55943	18840	50,7775652	57039	19936	53,7315	62945,5	25842,5	69,6507
37	78.474	47457	31017	39,5251931	49548	28926	36,8606	56820,5	21653,5	27,5932
38	73.462	47457	26005	35,399254	55943	17519	23,8477	57039	16423	22,3558
39	62.506	59962	2544	4,07000928	55943	6563	10,4998	57039	5467	8,74636
40	73.741	67984	5757	7,80705442	55479	18262	24,7651	62970	10771	14,6065
41	50.040	73602	23561,5	47,0853317	67984	17944	35,8593	62970	12930	25,8393
42	68.029	67984	45	0,06614826	67984	45	0,06615	56273	11756	17,2809
43	68.513	65268	3245,5	4,7370572	70745,5	2232,5	3,25851	65267,5	3245,5	4,73706
44	55.075	68271	13196	23,9600545	68271	13196	23,9601	68271	13196	23,9601
45	71.145	61552	9593	13,4837304	65267,5	5877,5	8,2613	68271	2874	4,03964
46	57.833	68271	10438	18,048519	68271	10438	18,0485	68271	10438	18,0485
47	71.255	63173	8082	11,3423619	62931	8324	11,682	65267,5	5987,5	8,40292
48	77.742	64489	13253	17,0474132	68271	9471	12,1826	68271	9471	12,1826
49	77.274	71.200,00	6074	7,86034112	69829	7445	9,63455	68271	9003	11,6507
50	76.830	74264,5	2565,5	3,33919042	71200	5630	7,32787	69829	7001	9,11233
		MAD	7896			7521			8300	
			Somatorio	1287,74776			997,045			711,09
			MAPE	25,7549552			19,9409			14,2218

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Com base nos valores da Tabela 2 e no comportamento da figura 13, pode-se constatar que para o  $n = 4$  (4 semanas) os valores de MAD E MAPE foram 7.896 e 25,75%, respectivamente. Já para  $n=6$  (6 semanas) os valores calculados foram: MAD=7.521 e MAPE= 19,94 %. E para o  $n=8$  (8 semanas) verificou-se os seguintes valores: MAD=8.300 e MAPE=14,22%.

Figura 13: Simulações das médias móveis



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Ao plotar as demandas previstas sobre a demanda real como mostra a figura 13 no gráfico, é possível observar que a média móvel para  $n=6$  é a que mais se aproxima da demanda real, como também obteve um menor valor para do erro MAD. Em contrapartida para o período  $n=8$  foi obtido o menor erro percentual.

### 5.1.3 Suavização exponencial

A suavização exponencial é uma técnica bastante utilizada e consiste, basicamente em atribuir um peso para cada valor da série temporal coletada, sendo que os valores mais recentes receberão ponderações maiores e os pesos decaem exponencialmente em direção ao passado. Para a aplicação o alfa foi estimado em 0,2, o que condiz com a literatura, uma vez que segundo os autores pesquisados essa variável pode assumir qualquer valor entre 0 e 1, em que a maioria das vezes é utilizado esse valor. A Tabela 3 apresenta os valores obtidos



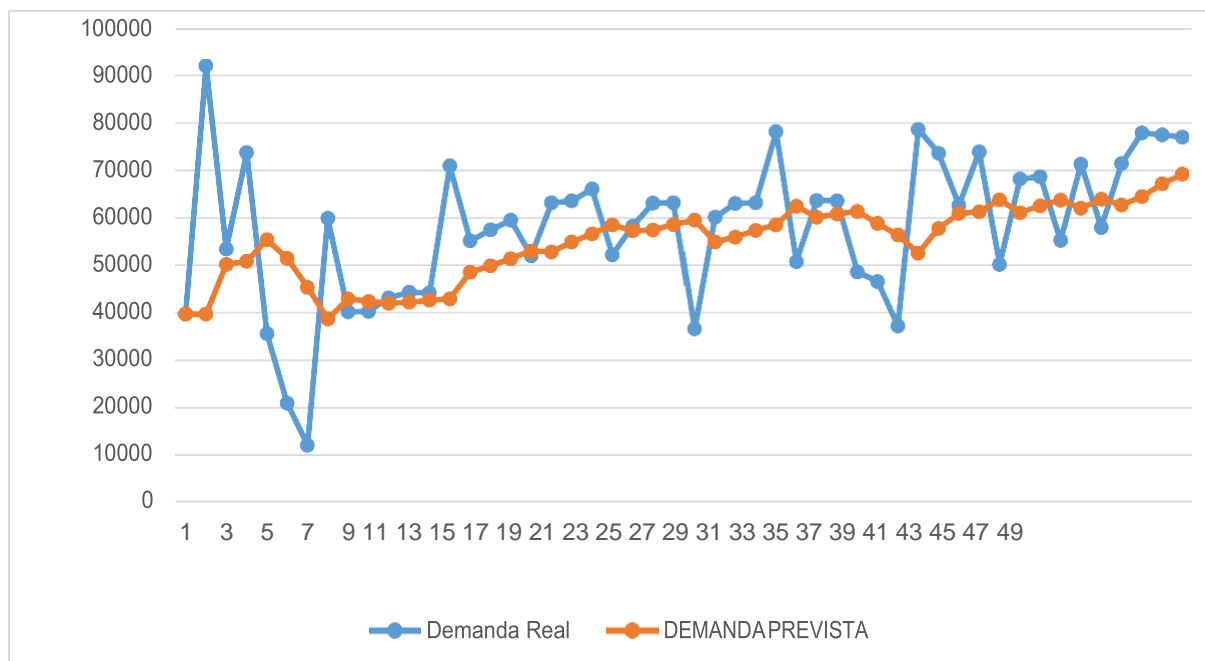
com a aplicação dessa técnica e a Figura 14 ilustra o graficamente o comportamento dos dados em relação a demanda real.

Tabela 4: Técnica suavização exponencial

Período	Demanda Real	DEMANDA PREVISTA	DR-DP	ERRO %	26	36479	59344,39425	22865,39425	62,68098
1	39591	39591			27	59943	54771,3154	5171,684603	8,627671
2	91844	39591	52253	56,89321	28	62894	55805,65232	7088,347682	11,27031
3	53292	50041,6	3250,4	6,099227	29	62997	57223,32185	5773,678146	9,165005
4	73565	50691,68	22873,32	31,09267	30	77970	58378,05748	19591,94252	25,12754
5	35497	55266,344	19769,344	55,693	31	50644	62296,44599	11652,44599	23,00854
6	20851	51312,4752	30461,4752	146,0912	32	63500	59965,95679	3534,043211	5,565422
7	11999	45220,18016	33221,18016	276,8662	33	63434	60672,76543	2761,234569	4,352925
8	59771	38575,94413	21195,05587	35,46043	34	48452	61225,01235	12773,01235	26,3622
9	40068	42814,9553	2746,955302	6,855734	35	46462	58670,40988	12208,40988	26,27612
10	40172	42265,56424	2093,564242	5,211501	36	37103	56228,7279	19125,7279	51,54766
11	43006	41846,85139	1159,148606	2,695318	37	78474	52403,58232	26070,41768	33,22173
12	44192	42078,68111	2113,318885	4,78213	38	73462	57617,66586	15844,33414	21,56807
13	44059	42501,34489	1557,655108	3,535385	39	62506	60786,53269	1719,467315	2,750884
14	70800	42812,87591	27987,12409	39,52984	40	73741	61130,42615	12610,57385	17,10117
15	55022	48410,30073	6611,699269	12,01646	41	50040	63652,54092	13612,54092	27,20332
16	57317	49732,64058	7584,359415	13,2323	42	68029	60930,03273	7098,967265	10,43521
17	59341	51249,51247	8091,487532	13,63558	43	68513	62349,82619	6163,173812	8,995627
18	51877	52867,80997	990,8099742	1,909921	44	55075	63582,46095	8507,46095	15,44705
19	62993	52669,64798	10323,35202	16,38809	45	71145	61880,96876	9264,03124	13,02134
20	63413	54734,31838	8678,681617	13,68597	46	57833	63733,77501	5900,775008	10,20313
21	65926	56470,05471	9455,945293	14,34327	47	71255	62553,62001	8701,379993	12,21161
22	52067	58361,24377	6294,243765	12,08874	48	77742	64293,89601	13448,10399	17,29838
23	58081	57102,39501	978,6049877	1,684897	49	77274	66983,5168	10290,4832	13,31688
24	62975	57298,11601	5676,88399	9,014504	50	76830	69041,61344	7788,386557	10,13717
25	62988	58433,49281	4554,507192	7,230754			MAD	8507,46095	
								somatorio	1252,932
								MAPE	25,05865

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 14: Simulação suavização exponencial



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Com relação a aplicação da técnica de suavização exponencial foram obtidos os valores de acuracidade com  $MAD = 8.507$  e  $MAPE = 25,05\%$ . Nessa técnica o valor do MAD e o MAPE foi superior ao do método utilizado anteriormente.

Já o gráfico mostrado anteriormente permitir uma melhor visualização dos dados previstos. Para isso, foi aplicado, novamente, uma demanda sobre a outra e observado o comportamento. Com isso, percebe-se que há uma aproximação entre as demandas, sendo que a demanda prevista não apresenta pontos de picos tão altos quanto a demanda real.

#### 5.1.4 Regressão Linear

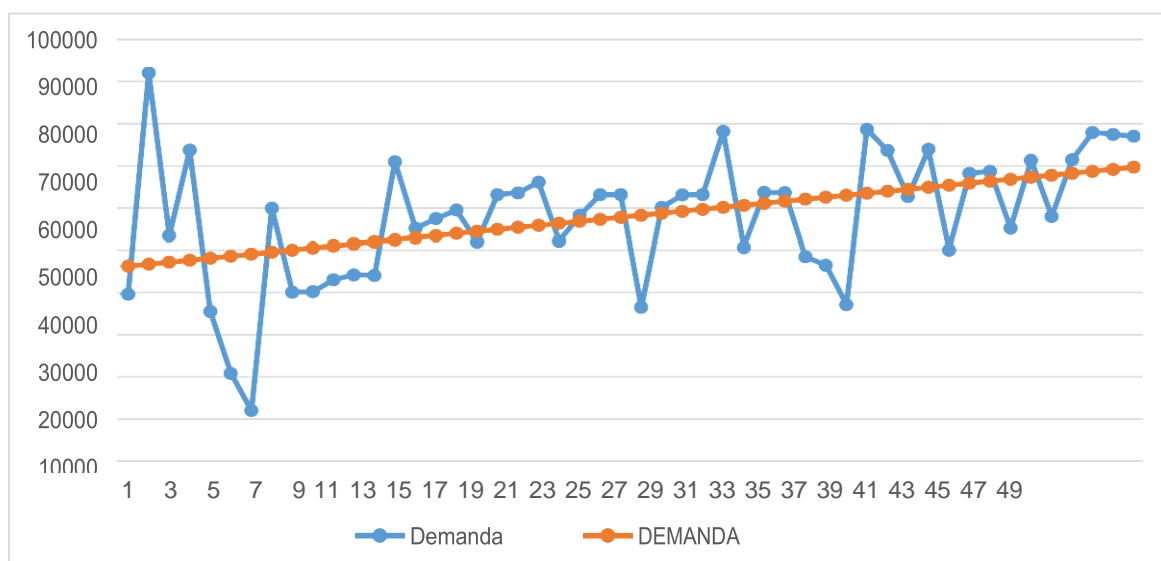
O método da regressão linear é muito utilizado por diferentes autores e segundo a literatura tem como intuito o de buscar a função de regressão que minimize a soma das distâncias entre a função ajustada e os pontos observados. A Tabela 4 mostra os valores resultado dos cálculos com realizados com base nessa técnica.

Tabela 5: Técnica regressão linear

X	Y	X <sup>2</sup>	XY	DEMANDA PREVISTA	DR-DP						
1	39591	1	39591	46216	6624,901	26	36479	676	948454	58088	21608,51
2	91844	4	183688	46691	45153,23	27	59943	729	1618461	58562	1380,623
3	53292	9	159876	47166	6126,37	28	62894	784	1761032	59037	3856,759
4	73565	16	294260	47640	25924,51	29	62997	841	1826913	59512	3484,894
5	35497	25	177485	48115	12618,36	30	77970	900	2339100	59987	17983,03
6	20851	36	125106	48590	27739,22	31	50644	961	1569964	60462	9817,834
7	11999	49	83993	49065	37066,09	32	63500	1024	2032000	60937	2563,301
8	59771	64	478168	49540	10231,05	33	63434	1089	2093322	61412	2022,437
9	40068	81	360612	50015	9946,817	34	48452	1156	1647368	61886	13434,43
10	40172	100	401720	50490	10317,68	35	46462	1225	1626170	62361	15899,29
11	43006	121	473066	50965	7958,546	36	37103	1296	1335708	62836	25733,16
12	44192	144	530304	51439	7247,41	37	78474	1369	2903538	63311	15162,98
13	44059	169	572767	51914	7855,274	38	73462	1444	2791556	63786	9676,114
14	70800	196	991200	52389	18410,86	39	62506	1521	2437734	64261	1754,75
15	55022	225	825330	52864	2157,997	40	73741	1600	2949640	64736	9005,386
16	57317	256	917072	53339	3978,132	41	50040	1681	2051640	65210	15170,48
17	59341	289	1008797	53814	5527,268	42	68029	1764	2857218	65685	2343,657
18	51877	324	933786	54289	2411,597	43	68513	1849	2946059	66160	2352,792
19	62993	361	1196867	54763	8229,539	44	55075	1936	2423300	66635	11560,07
20	63413	400	1268260	55238	8174,674	45	71145	2025	3201525	67110	4035,063
21	65926	441	1384446	55713	10212,81	46	57833	2116	2660318	67585	9751,801
22	52067	484	1145474	56188	4121,054	47	71255	2209	3348985	68060	3195,335
23	58081	529	1335863	56663	1418,081	48	77742	2304	3731616	68535	9207,47
24	62975	576	1511400	57138	5837,217	49	77274	2401	3786426	69009	8264,606
25	62988	625	1574700	57613	5375,352	50	76830	2500	3841500	69484	7345,741
						1275	2892504	42925	78703378		
						N	50			MAD	8202,107
						(X) <sup>2</sup>	1625625			MAPE	24,99839

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 15: Simulação regressão linear



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Como resultado da aplicação da regressão linear foram obtidos como resultados um MAD= 8.202 e um erro percentual MAPE= 24,99%. Com relação ao MAD ele foi menor que a técnica utilizada anteriormente. Já o erro percentual calculado obteve uma pequena diferença do valor.

### 5.1.5 Discussões previsão de demanda

A previsão de demanda é de extrema importância para o bom desempenho e, principalmente, gerenciamento dos processos produtivos de qualquer organização, suas diferente técnicas auxiliam na utilização e interpretação dos dados do processo, gerando maior confiança na tomada de decisão.

Com base nos cálculos e aplicações das diferente técnicas de previsão de demanda foi possível estabelecer um comparativo com relação a técnica que mais se aproximou da realidade da empresa estudada e, conseqüentemente, a mais indicada para utilização nos processos. A Tabela 5 mostra uma comparação entre os erros de medida para cada uma das técnicas aplicadas.

Tabela 6: Comparação erros de medida

TÉCNICAS	MAD	MAP %
Média Simples	10380	30,7
MM4	7896	25,8
MM6	7521	19,9
MM8	8300	14,2
Média Exponencial Móvel	8507,461	25,1
Regressão Linear	8202,1067	25,0

Fonte: Autor (2019)

Com base nos valores observados na tabela acima pode-se observar que com a aplicação das diferentes técnicas a média simples foi a que mais se afastou da demanda real apresentando níveis de acuracidade muito elevados em relação às outras técnicas. Isso sugere que essa técnica não deve ser considerada quando aplicada de forma isolada, pois suas informações podem gerar algumas distorções com relação ao processo.

A segunda técnica empregada foi a média móvel, onde foram considerados 3 períodos diferentes (n=4, n=6 e n=8), o período foi considerado em semanas. Com base nos resultados, foi possível identificar que a média móvel para o n=6 apresentou o menor resultados com relação ao erro absoluto médio. Em contrapartida para o

período de  $n=8$ , o erro percentual médio foi o que resultou em uma menor porcentagem. Nesse caso, ao considerar  $n=8$  a demanda assume valores mais próximos da demanda real e gera uma maior segurança na tomada de decisão.

A técnica da média exponencial móvel e regressão linear tiveram o mesmo erro percentual médio absoluto e um erro absoluto médio muito próximo também. Esse resultado mostra a aproximação das duas técnicas, de forma que se a empresa fosse considerar qualquer uma dessas duas técnicas, não iria tanto prejuízos quanto a discrepância dos valores da demanda real.

Todos os valores dos erros que foram calculados para cada uma das técnicas empregadas demonstram que a técnica que apresentou maior aproximação com a demanda real da empresa foi a que apresentou o menor valor de MAPE, no caso a Média Móvel para  $n=8$ .

No entanto é importante ressaltar a importância de se utilizar mais de uma técnica para maior segurança e confiança nos dados na tomada de decisão.

Entretanto para se ter um elevado nível de acuracidade é necessário que haja sempre um monitoramento desses erros para que a empresa não venha tomar decisões erradas e ter prejuízo na produção, já que planejar com previsões requer uma base de dados históricos muito grandes, além de serem confiáveis.

## **5.2 MRP (*Material Requirements Planning*)**

O MRP consiste no levantamento das necessidades de materiais para que a demanda seja cumprida, ou seja, para que a empresa seja capaz de produzir produtos suficientes para atender o seu mercado. Para isso essa ferramenta gira em torno da estrutura dos produtos e listagem dos materiais.

A empresa estudada possui, em seu portfólio, uma grande variedade de produtos diferentes que variam em função das novas tendências de moda e diferentes estilos. Para aplicação de tal ferramenta foi escolhido o produto que possuía maior demanda, modelo este, apontado pela empresa como o mais pedido pelos clientes.

Nesse sentido foi construído o BOM (*Bill of Material*) do produto sapato, que pode ser visualizado na Figura 16. Bem como a listagem dos materiais que pode ser observada na Tabela 6. A estrutura de produto descreve todas as matérias-primas e insumos necessários para a concepção do produto, identificando os itens, com suas respectivas quantidades e em qual nível estão localizados. O item “pai” considerado

o produto final está sempre no nível 0, e os itens seguintes, chamados de “filhos” são as matérias prima e insumos necessários para a fabricação do produto final.

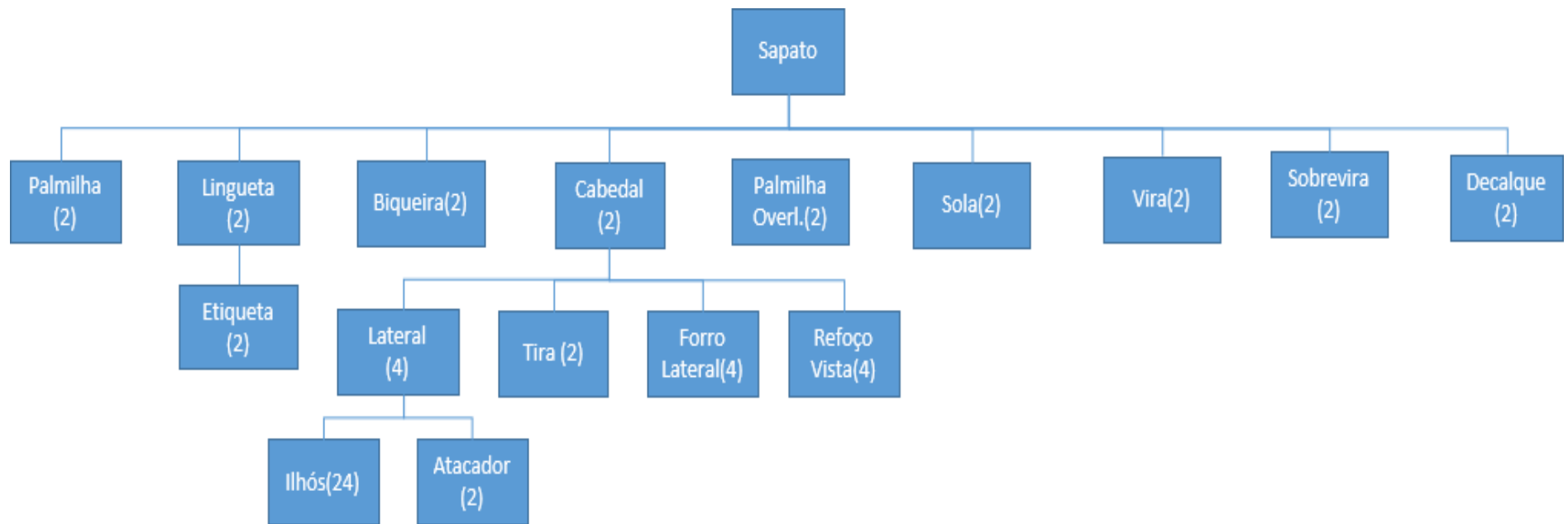
Tabela 7: Lista de Materiais

Item	Neces. Bruta	Estoque Disp.	Necess.para 1 par	15.000	UM	LeadTime	ES	Nível
<b>Sapato/Par</b>								<b>0</b>
Cabedal	2	0				1 semana	0	1
Lateral	4	3.000,000	0,0708	1062	m	1 semana	0	2
Ilhos	24	165.000,00	24	360000	uni	1 semana	0	3
Atacador	2	5.702,00	1 par	15000	par	1 semana	0	3
Tira traseira	2	772,038	0,0063	94,5	m	1 semana	0	2
Forro lateral	4	13.003,26	0,0717	1075,5	m	1 semana	0	2
Refoço vista	4	3.609,185	0,0229	343,5	m <sup>2</sup>	1 semana	0	2
Lingueta	2	212.289	0,0336	504	m	1 semana	0	1
Etiqueta	2	8.360,00	2	30000	uni	1 semana	0	2
Palmilha overloque	2	5.859,519	0,0452	678	m <sup>2</sup>	1 semana	0	1
Sola	2	0	2	30000	uni	1 semana	0	1
Biqueira	2	17.000	1	15.000	uni	3 dias	0	1
Vira	2	17.000	1	15.000	uni	3 dias	0	1
Sobrevira	2	17.000	1	15.000	uni	3 dias	0	1
Decalque	2	17.000	1	15.000	uni	3 dias	0	1
Palmilha	2	1.158	1 par	15.000	par	1 semana	0	1

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A lista de materiais foi realizada em um escopo mais geral, de acordo com todas as partes ilustrada anteriormente na Figura 7. As necessidades definidas para a produção de um par de sapatos foram fornecidas pela empresa, em que essas informações estão relacionadas a metragem do tecido, para as partes lateral; tira traseira; forro lateral e reforço vista. A quantidade de ilhós e o tamanho do atacador depende da numeração do sapato, como também a sola, palmilha overloque e palmilha acabamento. Os itens, vira, biqueira, sobrevirá e decalque são as partes em borracha que também compõem o produto final. Com suas respectivas necessidades para a entrega de uma demanda de 15.00 pares, o estoque disponível do material necessário, o lead time, o estoque de segurança, e o nível que o item se encontra.

Figura 16: Árvore do produto sapato



Fonte: Autor (2019)





ITEM: Refoço Vista		LT: 1		ES: 0		Lote: Lote a lote		13	
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8
Necessidades Brutas								343,5	
Recebimento Programado									
Estoque Disponível	3.609,185	3.609,185	3.609,185	3.609,185	3.609,185	3.609,185	3.609,185	3.265,685	3.265,685
Necessidades Líquidas									
Liberação de Ordem									
ITEM: Ligueta		LT: 1		ES:		Lote: Lote a lote			
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8
Necessidades Brutas								504	
Recebimento Programado									
Estoque Disponível	212.289	212.289	212.289	212.289	212.289	212.289	212.289	211.785	211.785
Necessidades Líquidas									
Liberação de Ordem									
ITEM: Etiqueta		LT: 1		ES:		Lote: Lote a lote			
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8
Necessidades Brutas							30000	30000	
Recebimento Programado									
Estoque Disponível	8360	8360	8360	8360	8360	8360	8360	0	0
Necessidades Líquidas								21640	
Liberação de Ordem							21640		
ITEM: Palmilha		LT: 1		ES: 0		Lote: Lote a lote			
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8
Necessidades Brutas								15000	
Recebimento Programado									
Estoque Disponível	1158	1158	1158	1158	1158	1158	1158	0	0
Necessidades Líquidas								15000	
Liberação de Ordem							13842		
ITEM: Palmilha Overloque		LT: 1		ES:		Lote: Lote a lote			
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8
Necessidades Brutas								678	
Recebimento Programado									
Estoque Disponível	5.859,519	5.859,519	5.859,519	5.859,519	5.859,519	5.859,519	5.859,519	5.859,519	
Necessidades Líquidas								678,000	
Liberação de Ordem									
ITEM: Sola		LT: 1		ES: 0		Lote: Lote a lote			
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8
Necessidades Brutas									15000
Recebimento Programado									
Estoque Disponível	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidades Líquidas									15000
Liberação de Ordem								15000	

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Para esse estudo foi executado um planejamento para demanda de 15.000 pares que deverão ser entregues na semana 8 do ano, onde considerou-se esse período de *lead time* como um período adequado, frente à realidade da empresa, respeitando as seguintes considerações: a empresa não possui política de estoques, não possui informações para sequenciamento e possui outros produtos que também precisarão atender a uma demanda. Em que para os itens vira, sobrevira, biqueira e decalque não foi possível realizar justamente pelo fato de estarmos tratando de semanas e não de dias que é o lead time desses itens em questão. Dessa forma o planejamento foi executado de forma ampla, considerando os períodos em semanas.

Na linha de necessidades bruta, foram adotados dados necessários para que se consiga produzir a demanda. Os *leads times* conforme definido pela empresa em estudo são de uma semana para cada item. Na sequência tem as liberações planejadas, responsáveis por atender os estoques esperados, em que foram estipulados para manter o menor nível possível.

Na aba relacionada a “Liberações Planejadas” foram programadas de forma a sempre atender ao “Estoque Esperado”, ou seja, os volumes definidos para aquisição foram estipulados aos menores níveis possíveis, com o intuito de não gerar altos estoques, mas, ao mesmo tempo, garantir atendimento à demanda prevista. Outro fator considerado na determinação dos tamanhos de lotes de matérias-primas necessárias foi a utilização total das mesmas até o final do espaço de tempo avaliado, também considerando a otimização dos estoques.

Vale lembrar que os volumes de matéria-prima foram calculados com o principal intuito de otimizar o fluxo de caixa, não foram consideradas restrições de capacidade de armazenamento.

Sendo assim, pode-se observar que os estoques ainda não seguem a excelência em gestão, mesmo assim é possível atender o cliente, ou seja, não deixando ocorrer a falta de produto e, ao mesmo tempo, sem ocorrer a liberação da produção de grandes volumes de produtos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no referencial bibliográfico do trabalho foi possível aprofundar os conhecimentos, que serviram para nortear todo o estudo acerca da implantação das ferramentas dos planejamento e controle da produção, sendo elas previsão de demanda e MRP no controle da matéria prima, como estas ocorrem e a suas devidas contextualizações à realidade da organização.

Este trabalho teve como objetivo aplicar técnicas de previsão de demanda identificando a que mais se adequa a realidade da empresa. No qual foi fornecido pela mesma, dados históricos de demanda dos anos 2017, 2018, e início de 2019. Em que essas demandas apresentaram um comportamento definido como variáveis aleatórias com tendência, se enquadrando nas técnicas de média simples, média móvel, suavização exponencial e regressão linear.

Os resultados com o estudo das técnicas de previsão de demanda, foram analisados através das medidas de acuracidade, baseados no erro médio absoluto (MAD) e no erro percentual absoluto médio (MAPE), foi possível propor a técnica que melhor se adequa a empresa, sendo ela a média móvel para  $n$  igual a 8 semanas com erro MAD= 8.300 e erro MAPE= 14,2 %. Ou seja, esses 14,2% diz o quanto em média está havendo erro em relação a nível de agregação da demanda real, sem compensar erros negativos com positivos.

Apoiada a ferramenta aplicada de previsão de demanda, foram realizadas a relação de necessidades para cada item através dos cálculos MRP, que resultou na quantidade necessária que se precisa para atender a demanda dentro do prazo ao cliente, através da não geração de estoque e um pedido mínimo desse material.

Como pontos negativos na análise têm-se à margem de erro que a previsão de demanda pode apresentar, é importante salientar que basear-se somente em um dos métodos, quantitativo ou qualitativo é, de certa forma, audacioso sabendo que ambos os métodos tratam de previsões. Dessa forma, é interessante utilizar os métodos em conjunto, sendo está uma das alternativas que apresentará um melhor resultado.

Por fim, pode-se concluir que os objetivos deste estudo foram atingidos, pois foram aplicados os conceitos de previsão de demanda, e partir disso escolhido a técnica que mais se adequou as necessidades da empresa, como também a aplicação da ferramenta MRP de um modelo de produto, o qual apresentava maior representatividade, com o propósito de validar as técnicas de previsão e gerar uma maior confiabilidade na tomada de decisão empresarial.

## REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Marcos Ronaldo; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. Curitiba: Intersaberes, 2016. 158 p. (Administração da produção). ISBN 9788544303542 (broch.).

ANDERSON, P. **Barreiras não-tarifárias às exportações brasileiras no Mercosul: o caso de calçados**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616 p. + CD-ROM ISBN 9788536305912 (broch.).

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/ logística empresarial** [recurso eletrônico] / Ronald H. Ballou; tradução Raul Rubenich. – 5. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2007.

BATALHA, M. O.; S THALBERG, P. A gestão da produção em firmas agroindustriais.

**Produção**, v. 4, n. 1, São Paulo, 1994. Disponível

em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S01036513199400030006&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01036513199400030006&lang=pt)>. Acessado em: 21/10/2019.

CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert; AQUILANO, Nicholas J. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2006. 724p. ISBN 9788536306094 (enc.).

CARVALHO, M.F.H; HADDAD, R.B.B; ROCHA, R.B. Integração entre ERP e programação matemática um estudo de caso na indústria de autopeças. **Produçãoonline** Vol. 4, Num. 1, Fev. de 2004.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP : conceitos, uso e implantação**

base para SAP, oracle applications e outros softwares integrados de gestão. São Paulo: Atlas: 2012.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e de operações**: manufatura e serviços : uma abordagem estratégica . 2. ed. compacta. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

CORREA, H. L.; GIANESI, I. G. N. ; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009

FERNANDES, Flavio C. F.; FILHO, Moacir G. **Planejamento e Controle da Produção**: dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010.

FIGUEREDO, C. J. **Previsão de séries temporais utilizando a metodologia Box-Jenkins e Redes Neurais para inicialização de Planejamento e Controle de Produção**. 2008. 176 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

GONÇALVES FILHO, Eduardo Vila; MARÇOLA, Josadak Astorino. Uma proposta de Modelagem da Lista de Materiais. Revista Gestão & Produção. São Paulo, v. 3, n. 2, p. 156-172, ago. 1996.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, THOMSON, c2002. ix, 598 p. ISBN 8522102376 (broch.).

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002

GUIDOLIN, Sílvia Maria; COSTA, Ana Cristina Rodrigues da; ROCHA, Érico Rial Pinto da. Indústria calçadista e estratégias de fortalecimento da competitividade. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 31, p. 147, mar. 2010

Indústria calçadista. Disponível em: <https://www.infoescola.com/economia/industria-calcadista-brasileira/>. Acesso em: 26 mar. 2019.

KRAJEWSKI, Lee J.; RITZMAN, Larry P.; MALHOTRA, Manoj K. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, c2009. xiv, 615 p. ISBN 9788576051725 (broch.).

LEMOS, F.O. **Metodologia para seleção de métodos de previsão de demanda**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção– PPGEP na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, com 183 p. Porto Alegre, 2006.

LUSTOSA, Leonardo; MESQUITA, Marco A.; QUELHAS, Osvaldo; OLIVEIRA, Rodrigo (orgs.). **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2006. 224 p. ISBN 852244384x (broch.).

MARTINS, Petrônio G; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. 2. ed. rev., aum. e atual. São Paulo: Saraiva, c2005. 562 p. ISBN 8502046160 (broch.).

MAKRIDAKIS, Spyros; WHEELWRIGHT, Steven C.; HYNDMAN, Rob John. **Forecasting: methods and applications**. 3a ed., New York: John Wiley & Sons, 1998

MIRANDA, R. G.; GERBER, J. Z.; BORNIA, A. C.; FREIRES, F. G. M. Método estruturado para o processo de planejamento da demanda nas organizações. In: Congresso Internacional de Administração, 2011. **Anais** [...] Ponta grossa, 2011.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2001.

NEUFELD, John L. **Estatística aplicada á administração usando Excel**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. 435p ISBN 8587918303.

PEINADO, J.; GRAEMEL, A. R. **Administração da Produção**: Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

Planejamento e controle da produção. Disponível em <<https://portogente.com.br/portopedia/78470-pcp-planejamento-e-controle-da-producao>>. Acessado em 20 de março 2019.

PELLEGRINI, F. R; FOGLIATTO, F. S. Estudo comparativo entre os modelos deWinters e de Box-Jenkins para previsão de demanda sazonal. **Produto & Produção**. v. 4, n. especial, p. 72-85, 2000.

SOBRENOME, Nome. Produção puxada e empurrada. **Sobre administração**, ano de publicação. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/producao-puxada-e-empurrada-conceito-e-aplicacao/>. Acesso em: 20 de mar. 2019.

SANDERS, N. R.; GRAMAN, G. A. Quantifying costs of forecasts errors: a case study of the warehouse management. **The International Journal of Management Science**,v. 37, p. 116– 125, 2009.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2008.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart.; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2009. xix, 703 p. ISBN 9788522453535 (enc.).

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2008



WANKE, Peter.; JULIANELLI, Leonardo. **Previsão de vendas: processos organizacionais & métodos quantitativos e qualitativos** . São Paulo: Atlas, 2006. 260 p. (Coppead de Administração) ISBN 8522444544 (broch.).

ZANELLA, C.; VIEIRA, V.; BARICHELLO, R. Previsão de demanda: um estudo de caso em uma agroindústria de carnes do oeste catarinense. **GEPROS**. Bauru, SP, Ano 11, n. 1, p. 45-57, jan-mar. 2016.

ZAPAROLLI, D . Em um ramo aparentemente saturado, redes de calçados mostram que a força da marca faz diferença. **Revista Pequenas Empresas & Grandes Negócios**. São Paulo, n. 246, jul, 2009.