



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO
ON-LINE

02 a 04
de dezembro 2020

Aplicação de uma metodologia de planejamento de materiais em uma fábrica de calçados

Iochane Garcia Guimarães

Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Leonardo Marques Caires

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Resumo: As ferramentas de previsão de demanda tornaram-se fundamental para as organizações no atual cenário econômico. Dentre estas ferramentas destaca-se o MRP (*Material Requirement Planning*), que é uma metodologia de planejamento de necessidade de materiais que fornece a capacidade de gerenciar de forma proativa os níveis de estoques e de fluxos de materiais. O MRP determina quando componentes de determinado produto são necessários e programa para que os mesmos estejam disponíveis no momento exato da sua utilização. Este trabalho propõe um MRP para uma empresa que produz EPs (Equipamentos de Proteção Individual). O estudo foi focado em um modelo de calçado (sapato de segurança). O estudo possibilitou melhor planejamento na fabricação do produto, pois evita a falta de material e o excesso de estoques

Palavras chave: Planejamento de necessidade de materiais, Fabricação de Calçados, Previsão de Demanda.

Application of a material planning methodology in a factory shoes

Abstract: The demand forecasting tools have become essential for organizations in the current economic scenario. Among these tools highlight the MRP (Material Requirement Planning), which is a planning methodology of materials that provides the ability to proactively manage inventory levels and material flows. MRP determines when certain product components are required and program so that they are available at the exact time of use. This paper proposes an MRP for a company that produces PPE (Personal Protective Equipment). The study was focused on a model of footwear (safety shoes). The study allowed for better planning in the manufacture of the product, because it avoids the material shortage and excess inventory.

Key-words: Material Requirement Planning, Shoes manufacturing, Demand Forecast.

1. Introdução

Atualmente, as ferramentas de previsões de demanda são amplamente difundidas nas organizações. Uma previsão é um prognóstico de eventos futuros, usado como propósito de planejamento. Segundo Krajewski et al. (2007) a base para a maioria das decisões orientadas para o futuro das empresas é estabelecida pela previsão de demanda. Segundo Lemos (2006), realizar previsões de demanda é importante para auxiliar na determinação dos recursos necessários para a organização. Em tempos de abertura de mercado e de mudança frequente das necessidades e desejos dos consumidores, essa atividade torna-se fundamental.

Além disso, previsões de demanda podem ser utilizadas para o planejamento de modificações no nível da força de trabalho e no agendamento de promoções de vendas, na gestão de estoques, no desenvolvimento de planos agregados de produção e na viabilização de estratégias de gerenciamento de materiais. Neste contexto surge a ferramenta MRP (Material Requirements Planning), utilizada para gerenciamento de materiais. Previsões de demanda são feitas com o intuito de validar o MRP.

O MRP é um sistema computadorizado utilizado por diversas indústrias que possuem produção por lote, ou seja, com quantidades padronizadas usando o mesmo equipamento ou linha de produção. Seu sistema permite controlar o nível de estoque, planejar as prioridades de operação para os itens e planejar a capacidade de materiais adequados e necessários para os processos produtivos da empresa.

Segundo Mark M. Davis (2001), o MRP pode ser definido como “ter materiais certos, no lugar certo e na hora certa”. O resultado disso é a diminuição de estoques em toda a cadeia produtiva, desde a implantação de pedidos de compra, passando pelo estoque de matéria-prima, produtos em processo e produtos acabados.

A empresa analisada entende a importância da previsão de demanda, tanto para organizar o seu setor de Planejamento e Controle da Produção quanto para sua gestão de estoques, por isso esse presente estudo busca aplicar o método de MRP, consolidado a partir de bibliografia e baseado em modelos quantitativos.

O trabalho está estruturado em cinco seções. Além desta introdução, a segunda seção apresenta a metodologia, já a terceira seção apresenta os resultados do estudo e na seção quatro são apresentadas as principais conclusões seguido das referências bibliográficas.

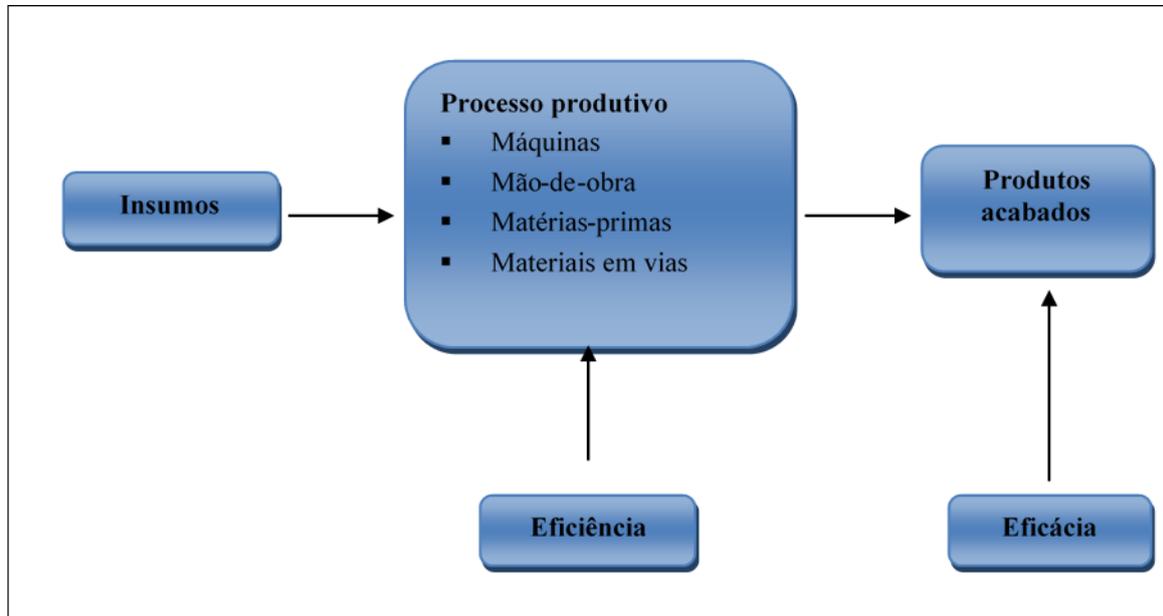
2. Referencial Teórico

Para atingir seus objetivos e aplicar adequadamente seus recursos, as empresas não produzem ao acaso. Nem funcionam de improviso. Elas precisam planejar antecipadamente e controlar de forma adequada sua produção. O planejamento é a função administrativa que determina antecipadamente quais objetivos a serem atingidos e o que deve ser feito para atingi-los da melhor maneira possível. O planejamento está voltado para a continuidade da empresa e focaliza o futuro. A sua importância reside nisto: sem o planejamento a empresa fica perdida no caos. Assim, partindo da fixação dos objetivos a serem alcançados, o planejamento determina a priori o que se deve fazer, quando fazer, quem deve fazê-lo e de que maneira. E ele é feito na base de um conjunto de planos (CHIAVENATO, 2008).

Para produzir com o máximo de eficiência, toda empresa precisa planejar sua produção. Dado que a eficiência representa a utilização racional e intensiva dos recursos empresariais. Quanto melhor for a utilização racional e intensiva dos recursos produtivos, tanto maior será a eficiência. Para obter eficiência, deve-se planejar melhor. O mesmo ocorre com a eficácia. Ela representa o alcance ótimo dos objetivos pretendidos. A produção eficaz significa a produção planejada entregue no tempo planejado e no custo

esperado. Para obter eficácia, deve-se planejar melhor. A finalidade do Planejamento é obter simultaneamente a melhor eficiência e eficácia do processo produtivo, esse conceito é exemplificado na Figura 1.

Figura 1 – A eficiência e eficácia do processo produtivo como finalidades do planejamento da produção.



Fonte: Chiavenato, 2008. Adaptado.

O principal objetivo de um sistema de planejamento da produção é gerar um programa que atenda às exigências dos clientes, condicionadas à disponibilidade de recursos definida no planejamento mestre da produção. Seu nível de agregação trata de componentes e produtos acabados, e seu horizonte de planejamento estende por alguns dias ou semanas, em ambientes produtivos com grande mix de produtos e muitos roteiros alternativos (GIACON;MESQUITA, 2011).

Para Mesquita e Santoro (2004) uma abordagem relevante para os problemas de planejamento da produção, bastante difundida nas empresas, está associada ao modelo MRP – Material Requirements Planning, criado nos Estados Unidos no final dos anos 60 e início dos 70. O modelo auxilia na execução da produção, determinando as necessidades de materiais conforme a estrutura dos produtos que se deseja produzir, tempos de resposta (ou lead times) e as quantidades em estoque.

O objetivo de Material Requirements Planning (MRP) é determinar um cronograma de reabastecimento para um determinado horizonte de tempo. A abordagem MRP lida com o cálculo desses requisitos para uma série de períodos de planejamento sequenciais (baldes de tempo). Um balde de tempo pode ser igual a um dia, semana ou mês, dependendo das aplicações. As necessidades brutas para o produto acabado são dadas pelo programa mestre de produção (MPS). As exigências líquidas e liberações de ordens planejadas são deduzidos necessidades brutas e projetada estoque disponível (Mohamed-Aly Loulya, , Alexandre Dolgui, 2013).

Antes do surgimento do MRP, a maioria dos sistemas de controle de materiais e estoques na produção baseava-se em alguma variação do modelo de reposição de estoques pelo ponto de pedido (PLOSSL, 1994). O MRP quebra este paradigma, quando propõe que as demandas de matérias-primas e componentes sejam tratadas como demandas “dependentes”, ou seja, a administração de materiais deve considerar a correlação direta

entre a demanda destes materiais e a demanda de produtos acabados(MESQUITA E CASTRO, 2008).

Porém, conforme exposto por Gavioli, Sirqueira e Silva (2009) equalizar a demanda e a oferta de produtos em um mercado é um grande desafio para todas as empresas. Flutuações cambiais, influências no comportamento e métodos de compra, datas comemorativas, crises de abrangência global e outros acontecimentos, afetam diretamente a procura pelos produtos, assim como sua produção e fornecimento.

Nesse sentido, o controle de inventário tem um papel importante nos sistemas de produção. Uma política indevida de controle de estoque ou leva à escassez, que geram despesas, ou para desnecessário estoques, que diminuem bens de capital. Assim, devem ser desenvolvidos métodos de planejamento de abastecimento eficientes para encomendar a quantidade correta de componentes no momento certo (DOLGUIA ; PRODHONB, 2007).

De acordo com Heidrich (2005), para o funcionamento do sistema as empresas devem, após adquirir um determinado tipo de componente, desenvolver um plano de prioridades que mostra os componentes exigidos em cada nível de montagem e com base no seu tempo de atravessamento, calcula-se quanto e quando esses componentes são necessários. Mas, para isso, deve-se identificar a demanda do componente, que pode ser dependente (matéria-prima) ou independente (produtos prontos).

Dessa forma, a manutenção de um nível adequado e confiável de estoque pode possibilitar a obtenção de diferencial competitivo e, acima de tudo, a sobrevivência no mercado. Dentro desse contexto, surgem vários fatores que dificultam a redução dos níveis de estoque, por aumentar a insegurança em relação ao atendimento da demanda, dentre eles pode-se destacar (Drohomeretski; Favaretto, 2013):

- a) a irregularidade da demanda;
- b) a baixa confiabilidade nas informações provenientes dos fornecedores e do processo produtivo;
- c) baixa acuracidade de estoque, que traz junto a si níveis extras de estoque, para assegurar a continuidade dos processos sem surpresas.

3. Metodologia

3.1. Objeto de Estudo

A empresa estudada representa atualmente uma das mais importantes empresas produtoras de adesivos industriais, contrafortes e couraças, laminados especiais (chapas extrusadas), cabedais e bordos plásticos industriais da América Latina. Além de ser reconhecido no mercado calçadista, o grupo atua também em diferentes mercados, como os setores moveleiro, automotivo, de papel e de embalagens, de equipamentos de proteção individual, entre outros. Oferece, ainda, soluções em plásticos para inúmeros segmentos. Neste trabalho será estudada a unidade responsável pela fabricação de EPIs (Equipamentos de proteção individual). Esta unidade apresenta uma linha de EPIs voltada principalmente para o mercado brasileiro, e também produz cabedais de calçados de segurança destinado às principais fabricantes de calçados europeus. Os calçados têm algumas partes que são comuns a todas as linhas e modelos e outras que são específicas. A seguir estão listadas as principais partes dos sapatos fabricados na empresa estudada.

- a) Cabedal: é a parte superior, o corpo do calçado, e tem a função de proteger os pés e garantir o conforto necessário. O cabedal pode variar de formato e na combinação de materiais que o constituem. Este é o resultado da junção das diferentes partes cortadas, que são costuradas em um bloco único;

- b) Forro: revestimento utilizado para acabamento interno do calçado. Além de reforçar a estrutura, proporciona conforto e absorve a umidade. Geralmente (mas não obrigatoriamente) ele cobre toda a parte interna do cabedal;
- c) Entressola: localizada entre o cabedal e o solado, a entressola normalmente se assemelha a uma espuma macia. Tem também uma função estética, pois possibilita que o solado pareça mais espesso, sem aumentar seu peso;
- d) Solado: É a parte do calçado que fica em contato direto com o solo. Portanto, deve garantir proteção, resistência e estabilidade;
- e) Palmilha: É um componente destinado a proporcionar conforto para o usuário. A palmilha é também responsável pela postura correta do pé dentro do calçado;
- f) Contraforte: o contraforte é um elemento estrutural, de reforço. Tem a finalidade de proteger a parte traseira do calçado. Ajuda a manter a forma quando se retira o pé. Geralmente fica entre o forro traseiro e o cabedal.

A Tabela 1 mostra as partes constituintes do produto que foi selecionado, para calcular o MRP (*Material Requirements Planning*), bem como os materiais e quantidades utilizadas na sua confecção.

Tabela 1 – Estrutura do produto

Partes	Material	Unid	Quantidade
Cabedal	Couro	m ²	0,0948
	Sintético	m ²	0,0163
Entressola	Espuma	m ²	0,0142
Forro	Forro lateral	m ²	0,0374
	Forro frontal	m ²	0,0273
Contraforte	Cartão fibroso	m ²	0,0082
Biqueira	Biqueira composite	peça	2
Palmilha	Palmilha interna	m ²	0,0119
	Palmilha antipefuro	m ²	0,0109
Solado	Poliol	kg	0,1185
	Isocianato	kg	0,1292
	Aditivos	kg	0,0087
	Pigmentos	kg	0,0092
	Desmoldante	kg	0,0270

Fonte: empresa estudada

A Figura 2 mostra o design do produto, ou seja, do sapato de segurança.

Figura 2: design do produto



Fonte: empresa estudada

3.2. Método de Trabalho

Este estudo foi realizado em duas partes, as quais são apresentadas a seguir.

1ª) Sistema de previsão de demanda, que segundo Lemos (2006) envolve as seguintes etapas:

- a) Definição do problema;
- b) Obtenção de informações;
- c) Seleção do pacote computacional;
- d) Implementação dos métodos;
- e) Validação das conclusões.

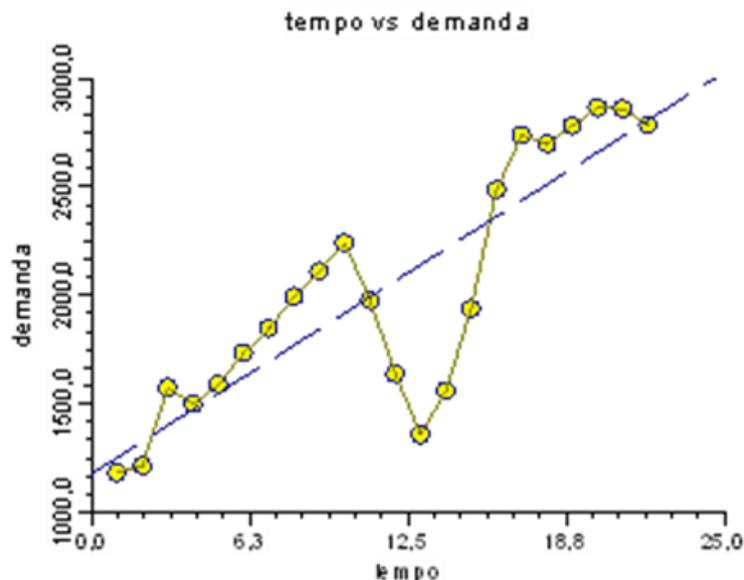
2ª) MRP (*Material Requirements Planning*), que segue a seguinte lógica:

- a) Programa das necessidades de produtos acabados;
- b) Componentes são comprados ou produzidos;
- c) Submontagem e montagens finais são feitas usando os componentes;
- d) Explosão dos componentes (determinação das necessidades de compra/produção de componentes e submontagens);
- e) Avaliação dos resultados.

4. Resultados

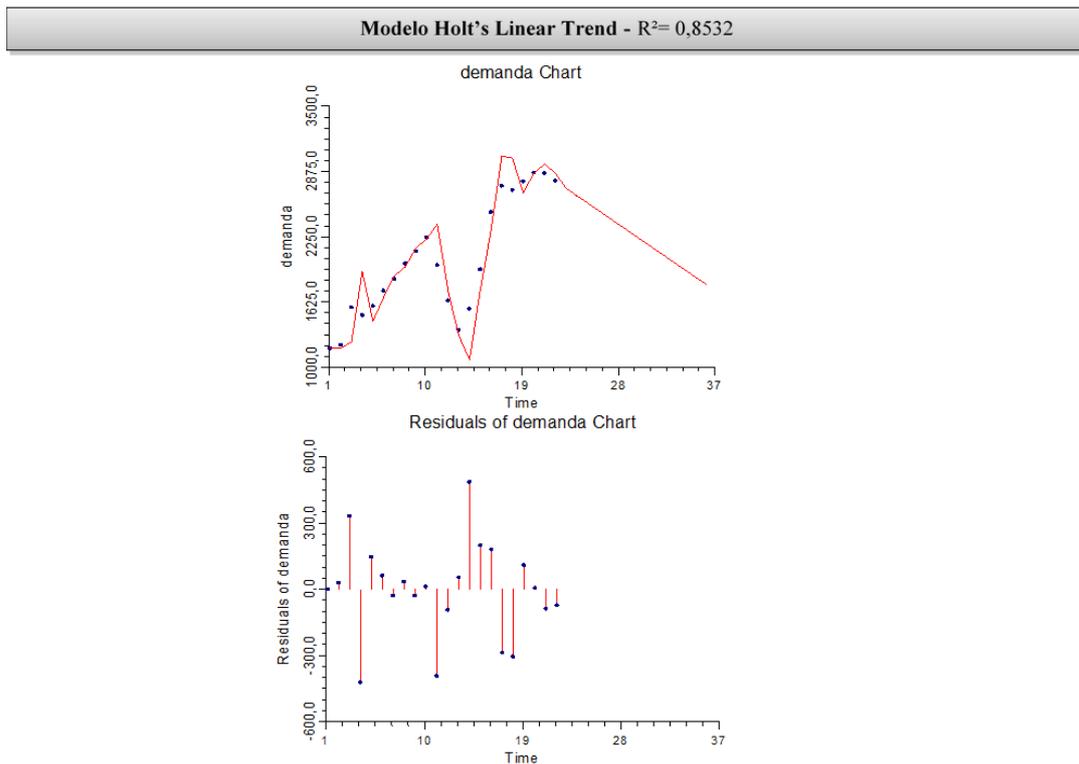
Com base nos dados de histórico de demanda do produto estudado conforme Apêndice B deste trabalho, foi possível identificar que a série de dados apresenta uma tendência de crescimento ao longo do tempo e não apresenta sazonalidade conforme pode ser observado na Figura 3. Assim o modelo de suavização exponencial com tendência e sem sazonalidade foi escolhido. O modelo Holt's Linear Trend se ajustou melhor, apesar apresentar resíduos grandes em alguns pontos. Para este modelo a estatística de ajuste R^2 (0,85) foi maior conforme a Figura 4, e por isso foi escolhido para realizar as previsões de demanda.

Figura 3: Série histórica de demanda



Fonte: autores

Figura 4: Modelo ajustado



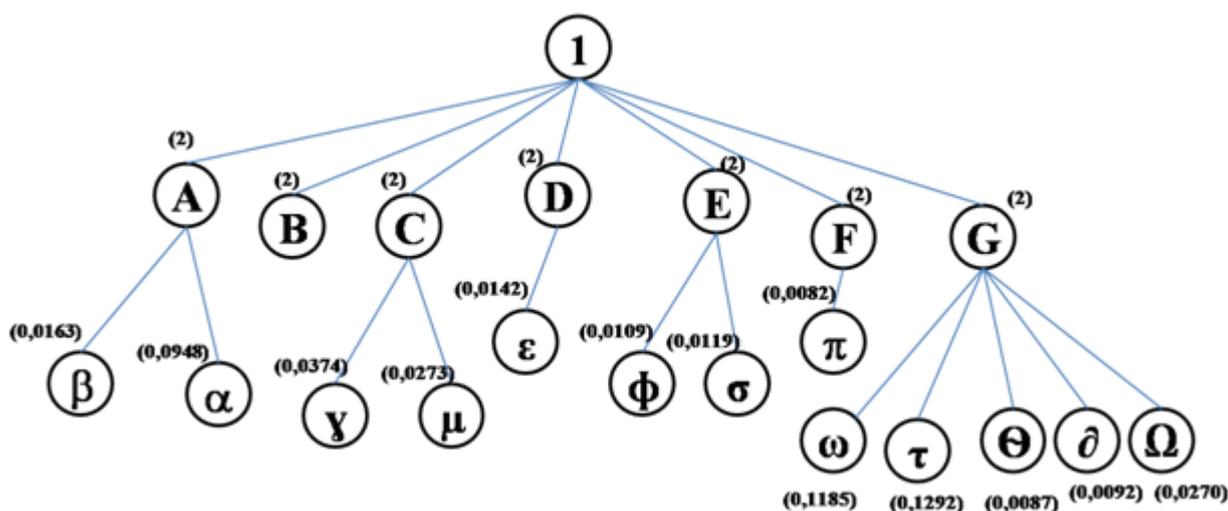
Fonte: autores

Em posse da previsão de demanda independente, ou seja, demanda por produtos acabados para os próximos 14 meses conforme a Tabela 2, iniciou-se o procedimento de cálculo do MRP. Em seguida foi identificado os componentes necessários para fabricação do produto analisado, a partir das informações presentes no Apêndice A, montou-se a árvore estrutural do produto conforme a Figura 5, o produto acabado foi alocado no primeiro nível, representado pelo número 1, os demais componentes foram alocados conforme seus respectivos níveis hierárquicos, assim identificou-se a existência de 3 níveis.

Tabela 2 - Previsão de demanda

Mês	Demanda prevista
23	2714
24	2644
25	2573
26	2503
27	2432
28	2361
29	2291
30	2220
31	2150
32	2079
33	2009
34	1938
35	1867
36	1797

Figura 5: Árvore estrutural do produto estudado



Fonte: autores

A empresa em estudo não utiliza o MRP como ferramenta para planejamento e controle de compras e estoque. Mas forneceu importantes dados relacionados a demanda independente e dependente (matéria-prima) necessária para fabricação do produto estudado, estas informações estão presentes no Apêndice A deste trabalho. Em posse destas informações estruturou-se a planilha do MRP. Foram testados cenários alternativos com diferentes tamanhos de lotes e instante de colocação do pedido, onde verificou-se que a minimização dos custos totais ao final dos 14 meses de previsão consistiu em R\$ 121.456,00.

5. Conclusões

A realização deste trabalho permitiu o aperfeiçoamento do planejamento das necessidades de materiais e conseqüentemente, o controle de estoque de matérias prima e produto acabado da empresa estudada. O MRP calculado programa as ordens de produção de acordo com os *leads times* fornecidos de cada item. Esse sistema de controle de estoque auxilia na identificação de investimentos necessários, tempos de produção, alocação de equipamentos e pessoas, quantidades de itens a serem comprados ou fabricados e prazos de entrega. O MRP utilizou como informação de entrada a previsão de vendas para os próximos 14 meses, o que possibilita à empresa um melhor planejamento, direção e controle do suprimento de material e melhor processamento das atividades de produção. Este trabalho, portanto, apresentou um estudo onde buscou-se por meio da aplicação da ferramenta de MRP, em uma empresa fabricante de calçados de segurança, ou seja, EPIs, evitar a falta de material ou excesso de estoques.

O sistema MRP possibilitou calcular os diferentes tipos de componentes que são necessários para fabricação do produto estudado, ou seja o sapato de segurança, e em que momento devem ser fabricados, assegurando que os mesmos sejam providenciados no tempo certo, de modo que se possa executar os processos de produção.

Referências Bibliográficas

CHIAVENATO, I. **Planejamento e controle da produção**. 2ª edição. Barueri, SP: Manole, 2008.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 7ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

DAVIS, M. M. **Fundamentos da administração da produção**, Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.

DOLGUIA, A.; PRODHONB, C. Supply planning under uncertainties in MRP environments: A state of the art. **Annual Reviews in Control**, Volume 31, Issue 2, 2007, Pages 269–279. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1367578807000429>>. Acesso: mar. 2020.

GIACON, E.; MESQUITA, M. A. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 18, n. 3, p. 487-498, 2011.

GAVIOLI, G.; SIQUEIRA, M. C. M.; SILVA, P. H. R. da. Aplicação do programa 5s em um sistema de gestão de estoques de uma indústria de eletrodomésticos e seus impactos na racionalização de recursos. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FGV, 2009.

HEIDRICH, H.L. “Contribuição do MRP na Gestão Estratégia da Manufatura”. In: II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2005. **Anais...**2012.

KRAJEWSKI, J.; RITZMAN, B.; MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações**. 8. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2007.

LEMOS, O.L. **Metodologia para seleção de métodos para previsão de demanda**. Dissertação de mestrado apresentada objetivando a obtenção do título de mestre no curso de Engenharia de Produção, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

LOULYA, M.A., DOLGUI, A. Optimal MRP parameters for a single item inventory with random replenishment lead time, POQ policy and service level constraint. **International Journal of Production Economics**, v. 143, n. 1, p. 35-40. 2013.

MESQUITA, M de; CASTRO, R de. Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira. **Gestão e Produção**, v. 15, n. 1, p. 33-42, 2008.

MESQUITA, M. A.; SANTORO, M. A. Análise de modelos e práticas de planejamento e controle da produção na indústria farmacêutica. **Revista Produção**, v. 14, n. 1, p. 65, 2004.

PLOSSL, G. Orlicky's. **Material Requirements Planning**. 2.ed., Nova York: McGraw Hill, 1994.

APÊNDICE A – DADOS DE COMPONENTES DO PRODUTO

ITEM	Comprado/ produzido	Descrição	Estoque disponível no mês 22	Lead time (mês)	custo colocação pedido/lote	custo de guarda	tamanho lote reposição (unidades)
1	produzido	botina	3000	1	R\$ -	R\$ 0,48	500
A	produzido	Cabedal	5000	1	R\$ -	R\$ 0,48	1000
B	produzido	Biqueira composite	5000	1	R\$ -	R\$ 0,48	1000
C	produzido	Forro	5100	1	R\$ -	R\$ 0,48	1000
D	produzido	entressola	4900	1	R\$ -	R\$ 0,48	1000
E	produzido	Palmilha	5000	1	R\$ -	R\$ 0,48	1000
F	produzido	contraforte	5000	1	R\$ -	R\$ 0,48	1000
G	produzido	Solado	5000	1	R\$ -	R\$ 0,48	1000
b	comprado	Sintético	3374	1	R\$ 12,30	R\$ 0,02	30675
a	comprado	Couro	1741	1	R\$ 43,26	R\$ 0,04	10554
γ	comprado	Forro lateral	2677	1	R\$ 7,25	R\$ 0,01	13387
μ	comprado	Forro frontal	1099	1	R\$ 5,30	R\$ 0,01	14652
ε	comprado	Espuma	5300	1	R\$ 4,94	R\$ 0,04	9894
p	comprado	cartão fibroso	3681	1	R\$ 37,30	R\$ 0,68	6748
φ	comprado	Palmilha interna	15190	1	R\$ 12,30	R\$ 0,02	42194
σ	comprado	Palmilha antipefuro	20183	1	R\$ 32,80	R\$ 0,07	45872
ω	comprado	Poliol	6076	1	R\$ 8,30	R\$ 0,01	9114
τ	comprado	Isocianato	7121	1	R\$ 8,30	R\$ 0,01	8901
θ	comprado	Aditivos	11561	1	R\$ 8,30	R\$ 0,09	10173
∂	comprado	Pigmentos	6557	1	R\$ 18,40	R\$ 0,15	13115
Ω	comprado	Desmoldante	2963	1	R\$ 19,45	R\$ 0,19	3704

APÊNDICE B – HISTÓRICO DE DEMANDA

Mês	Demanda
1	1182
2	1213
3	1574
4	1498
5	1588
6	1733
7	1846
8	1994
9	2111
10	2241
11	1977
12	1638
13	1357
14	1559
15	1937
16	2485
17	2737
18	2697
19	2780
20	2864
21	2859
22	2785