

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FERNANDA GOMES DE ANDRADE**

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO**  
**DAS NECESSIDADES DE MATÉRIAS PRIMAS EM UMA INDÚSTRIA**  
**DO SETOR DE EMBALAGEM DE POLPA MOLDADA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2016**

**FERNANDA GOMES DE ANDRADE**

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO  
DAS NECESSIDADES DE MATÉRIAS PRIMAS EM UMA INDÚSTRIA  
DO SETOR DE EMBALAGEM DE POLPA MOLDADA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito à obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia de  
Produção, do Departamento de  
Engenharia de Produção, da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Juan Carlos Claros  
Garcia

**PONTA GROSSA**

**2016**



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**CÂMPUS PONTA GROSSA**  
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



## **TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC**

PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO DAS  
NECESSIDADES DE MATÉRIAS PRIMAS EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR DE  
EMBALAGEM DE POLPA MOLDADA

por

**FERNANDA GOMES DE ANDRADE**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 22 de Junho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Juan Carlos Claros Garcia  
Prof. Orientador

---

Prof. Everton Luiz de Melo  
Membro titular

---

Prof. Joseane Pontes  
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

## RESUMO

ANDRADE, Fernanda Gomes. **Proposta de uma Metodologia para o Planejamento das Necessidades de Matérias Primas em uma Indústria do Setor de Embalagem de Polpa Moldada.** 2016. 81. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.

A utilização de diferentes embalagens tornou-se ponto de estratégia competitiva com relação a uma distribuição mais eficiente dos produtos. O setor de embalagem de polpa moldada apresenta alto potencial de crescimento. As empresas visam reduzir os custos de produção e entregar seus produtos dentro do prazo prometido aos clientes, e para solucionar esses *trade-offs* é necessário utilizar-se do planejamento. O Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) permite a realização de simulações com as compras de materiais se baseando na previsão da demanda e da produção, de maneira a auxiliar nas tomadas de decisões. O estudo tem o objetivo de propor uma metodologia para o planejamento das necessidades de matérias primas em uma indústria do setor de embalagem de polpa moldada. E assim analisar a acurácia da previsão da demanda da empresa, propor modelo de gestão de estoques e definir os parâmetros necessários para o cálculo do MRP. Trata-se de um estudo de caso aplicado a uma indústria de embalagens de polpa moldada. Os principais resultados tratam-se da gestão de estoques, com objetivo de controlar e reduzir os níveis de estoques, de reduzir os trabalhos manuais e de informatizar o sistema, e da metodologia para o MRP, que permite ter visão de curto prazo dos planos de produção, realizar o planejamento das compras de matérias primas e priorizar a produção de determinados produtos. Ao fim, pode-se otimizar os níveis de estoques, reduzir custos com estoques e atender aos prazos dos clientes.

**Palavras-chave:** Planejamento das necessidades de materiais. Planejamento e controle da produção. Previsão de demanda. Gestão de estoques.

## ABSTRACT

ANDRADE, Fernanda Gomes. **Develop a planning model to the needs of raw materials in an industry of molded fiber packaging sector.** 2016. 81. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia de Produção - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2016.

The use of different packaging has become a means of competitive strategy regarding a more efficient distribution. The molded fiber packaging sector presents a high potential for growth. Organizations aim to reduce production costs and deliver products within the promised lead time, and to solve these trade-offs it is necessary to develop plans. The Material Requirements Planning (MRP) allows carrying out simulations with material purchases based on demand and production forecast, supporting decision making. This paper aims to propose a new method for raw material requirements planning in a molded fiber packaging company and, this way, analyze the accuracy on the demand forecast, propose an inventory management model and define the necessary parameters for calculating MRP. This paper is a case study conducted in a molded fiber packaging company. The main results comprise inventory management, with the objective of controlling and reducing inventory levels, reducing manual work and computerizing the system, and the proposed method for MRP, which allows a short-term vision of the production plans, conducting raw material purchase planning and prioritizing the production of certain products. Lastly, inventory levels can be optimized, costs can be reduced and deadlines for client's orders can be met.

**Keywords:** Material Requirements Planning. Production planning and control. Demand forecast. Inventory management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Prazos, atividades e objetivos.....	17
Figura 2: Conceito de hierarquia de decisões de planejamento.....	19
Figura 3: Previsão de demanda no planejamento da produção .....	23
Figura 4: Principais elementos da gestão de demanda.....	24
Figura 5: Tarefas da análise da capacidade produtiva.....	29
Figura 6: Relação entre variáveis dos níveis de estoques .....	33
Figura 7: Fluxo de informações do MRP .....	36
Figura 8: Árvore de produção.....	37
Figura 9: Fluxograma simplificado do processo .....	40
Figura 10: Fluxograma das etapas do trabalho .....	41
Gráfico 1: Erros de Previsão .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: MRP da treliça concretada .....	37
Tabela 2: MRP do item areia.....	38
Tabela 3:Quantidade de matéria prima estocada.....	44
Tabela 4: Conferências mensais .....	44
Tabela 5: Média semanal de consumo de insumos químicos .....	46
Tabela 6: Dados para a classificação ABC .....	47
Tabela 7: Classificação ABC .....	47
Tabela 8: Dados necessários para cálculo do estoque de segurança .....	48
Tabela 9: Estoque de segurança.....	49
Tabela 10: Ponto de Ressuprimento .....	50
Tabela 11:Bandeja para Maça na M1 .....	51
Tabela 12: Bandeja para Ovos na M1 .....	51
Tabela 13: Estojo A para Ovos na M1.....	51
Tabela 14: Bandeja para Ovos na M2.....	52
Tabela 15: Estojo A para Ovos na M2.....	52
Tabela 16: Estojo B para Ovos na M2.....	52
Tabela 17: Lead time e lote mínimo de compras.....	53
Tabela 18: Prioridade de produção .....	54
Tabela 19: Ponto zero cálculo do MRP .....	54
Tabela 20: Cálculo para Bandeja para Maça na máquina 1 .....	55
Tabela 21: Resumo das necessidades de compras da semana .....	56
Tabela 22: Cálculo para próxima semana.....	57

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRE	Associação Brasileira de Embalagens
CRP	<i>Capacity Requirements Planning</i>
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
LEC	Lote Econômico de Compras
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resources Planning</i>
OPT	Tecnologia de Produção Otimizada
PCP	Planejamento e Controle da Produção
MPS	<i>Master Production Schedule</i>
RCCP	<i>Rough Cut Capacity Planning</i>
RRP	<i>Resource Requirements Planning</i>
S&OP	<i>Sales &amp; Operations Planning</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 APRESENTAÇÃO .....	11
1.2 OBJETIVO GERAL .....	12
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
1.4 JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	14
2.1.1 Conceito .....	14
2.1.2 Níveis Hierárquicos do PCP .....	17
2.1.3 Técnicas e Ferramentas de PCP .....	19
2.2 GESTÃO DA DEMANDA.....	22
2.2.1 Conceito .....	22
2.2.2 Incertezas da Previsão da Demanda .....	24
2.2.3 Técnicas de Previsão de Demanda.....	26
2.2.3.1 Técnicas qualitativas .....	26
2.2.3.2 Técnicas quantitativas .....	27
2.3 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE .....	28
2.3.1 Análise da Capacidade Produtiva .....	28
2.3.2 Planejamento da Capacidade no Longo, Médio e Curto Prazo.....	29
2.4 GESTÃO DE ESTOQUES.....	30
2.4.1 Conceito .....	30
2.4.2 Níveis de Estoque .....	31
2.5 MRP .....	34
2.5.1 Conceito .....	34
2.5.2 Cálculo do MRP .....	35
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>39</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO.....	39
3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	39
3.3 DESCRIÇÃO DO SUJEITO.....	39
3.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
3.5 PROCEDIMENTOS.....	40
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
4.1 CONDIÇÃO ATUAL .....	43
4.2 ACURÁCIA DA PREVISÃO DA DEMANDA.....	45
4.3 GESTÃO DE ESTOQUES.....	46

4.4 PARÂMETROS PARA O MRP.....	50
4.5 MRP .....	53
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>58</b>
5.1 CONDIÇÃO ATUAL .....	58
5.2 ACURÁCIA DA PREVISÃO DA DEMANDA.....	58
5.3 GESTÃO DE ESTOQUES.....	59
5.4 PARÂMETROS PARA O MRP .....	61
5.5 MRP .....	62
5.6 SÍNTESE DA DISCUSSÃO .....	63
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>72</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO

As embalagens apresentam papel de grande importância na sociedade, elas armazenam os produtos temporariamente com a principal função de conceder proteção aos mesmos e aumentar seu prazo de vida. A embalagem proporciona melhor distribuição, identificação e consumo dos produtos.

Segundo a Associação Brasileira de Embalagens – ABRE (2015), a embalagem é uma ferramenta essencial para atender as necessidades da sociedade, disponibilizando produtos com segurança, viabilizando o acesso a produtos frágeis, perecíveis e de alto ou baixo valor agregado.

Ao pensar nesse mercado competitivo, a utilização de diferentes embalagens se tornou um ponto de estratégia competitiva com relação a uma distribuição mais eficiente dos produtos. O setor de embalagem de polpa moldada apresenta alto potencial de crescimento, visto que combina um sistema de encaixe que minimiza o volume para a distribuição e apresenta uma embalagem reciclada, reciclável e biodegradável, tornando seus produtores ambientalmente responsáveis.

Dentro desse mercado competitivo, as empresas visam reduzir os custos de produção e entregar seus produtos dentro do prazo prometido aos clientes, e para solucionar esses *trade-offs* é necessário utilizar-se do planejamento. Segundo Corrêa e Corrêa (2013, p.371), “planejar é entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão de futuro influencia as decisões tomadas no presente para que se atinjam determinados objetivos futuros”.

Segundo Corrêa e Corrêa (2013, p.371), há seis passos presentes na dinâmica do processo de planejamento, e eles auxiliam a tomada de decisão gerencial, já que há um entendimento da situação presente e o reconhecimento da visão futura. Essa dinamicidade leva ao ciclo de replanejamento.

Sendo assim, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é uma importante ferramenta utilizada na indústria para conciliar a produção, de maneira a atender a demanda e auxiliar no processo de tomada de decisão. Dentro do PCP, há o chamado horizonte do planejamento, dividido em três níveis: longo, médio e curto prazo.

O planejamento de longo prazo é considerado o nível estratégico da empresa, com a visão do todo, onde são tomadas decisões com relação à economia e definido

uma previsão de produção, juntamente com os objetivos e metas baseados na capacidade da empresa. O planejamento de médio prazo ocorre no nível tático, com a visão voltada para a unidade de negócio, onde a gerência especifica quais recursos serão necessários para alcançar os objetivos e metas definidos pelo nível estratégico.

O planejamento de curto prazo é conhecido pelo nível operacional. Neste nível os produtos acabados são desagregados em suas matérias primas, para decidir o que, quando e quanto produzir e comprar e quais recursos serão necessários para a produção.

Atrelado a isso, o *Material Requirements Planning* (MRP) é um sistema que auxilia as empresas a tomarem decisões com relação a suas necessidades de recursos, baseado na previsão da demanda e na gestão de estoque. Assim é possível programar as compras de recursos de modo a atender a demanda e manter níveis de estoque de matérias primas confiáveis e ao mesmo tempo enxutos.

Assim, este trabalho se dedica a responder a seguinte questão: Como realizar o planejamento das necessidades de materiais (MRP) em uma indústria do setor de embalagem de polpa moldada?

## 1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho é propor uma metodologia para o planejamento das necessidades de matérias primas em uma indústria do setor de embalagem de polpa moldada.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Analisar a acurácia da previsão de demanda da empresa;
- II. Investigar o controle de estoques, e propor um modelo de gestão de estoques;
- III. Definir os parâmetros necessários para o cálculo da necessidade de matérias primas;

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Com a evolução das indústrias e a crescente concorrência entre elas, a busca por menores custos na produção e a entrega de seus produtos aos clientes dentro do prazo não é considerado um diferencial, mas ainda é ganhador de muitos pedidos. A implantação deste trabalho na indústria poderá atuar como um instrumento de

planejamento de compras e reduzir as influências informais ao realizar as ordens de compras para poder ajustar os níveis de estoques.

O MRP permite a realização de simulações com a previsão de demanda e a produção, de maneira a auxiliar nas tomadas de decisões gerenciais. Assim é possível decidir antecipadamente onde, quando e quanto comprar e produzir, visando reduzir os custos com compras de matérias primas e custos de estoques, além de tomar conhecimento dos *lead times* dos fornecedores.

Com as informações corretas, é possível prometer datas de entrega precisas dos produtos aos clientes, sem que seja necessário alterar de maneira drástica o plano mestre de produção ou, ter de escolher qual cliente irá atender. Ou, em casos mais complicados, evitar a parada da produção por falta de matérias primas para a fabricação de seus produtos.

No Capítulo 2 serão tratados os itens da revisão bibliográfica, sobre planejamento e controle da produção, gestão da demanda, planejamento da capacidade, gestão de estoques e MRP. No Capítulo 3 será abordado sobre a metodologia do trabalho. No Capítulo 4 serão apresentados os resultados encontrados. No Capítulo 5 será realizada uma discussão entre os resultados encontrados e as citações da revisão bibliográfica. E por fim, no Capítulo 6 tratá a conclusão do trabalho.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Em um ambiente globalizado, onde a concorrência tem crescido de forma acirrada, as empresas buscam diferenciais para conquistar maior número de clientes e se destacar perante o mercado. Assim, para reduzir custos e realizar a entrega de produtos em um prazo aceitável para o cliente, as empresas utilizam-se de ferramentas de gestão, como o planejamento e controle da produção.

Segundo Corrêa et al. (2012), planejar é entender como a situação presente e a visão do futuro podem influenciar na tomada de decisão, a fim de que as decisões tomadas no presente atinjam os objetivos no futuro. O PCP é uma importante ferramenta que auxilia na tomada de decisão em diversos níveis dentro de uma empresa, onde é possível ter controle do presente e visão do futuro.

A partir disso, este capítulo irá explanar o tema de planejamento e controle da produção, seus conceitos, níveis hierárquicos e ferramentas.

#### 2.1.1 Conceito

A produção em massa de bens de consumo iniciou na Revolução Industrial, e a partir da evolução da Administração proposta por Frederick W. Taylor e Henri Fayol, os sistemas de PCP também evoluíram. Um dos pioneiros a desenvolver, no século XX, um sistema de PCP com base nas restrições de capacidade e tempo foi Henry Gantt. Henry Ford promoveu avanços históricos com o desenvolvimento da produção em massa, utilizando o conceito de linha de montagem. A partir do período de pós-guerra (década de 50), aumentou consideravelmente a complexidade dos bens produzidos, e assim, com diversos pesquisadores sobre o tema, na década de 70 obteve-se a necessidade do uso de computadores para a realização de cálculos, como do MRP (LUSTOSA et al., 2008).

Na busca pelo aperfeiçoamento dos sistemas produtivos, o PCP serve para realizar o planejamento, a programação e o controle da produção, a fim de coordenar, orientar e controlar o processo produtivo dentro das empresas.

Para Zacarelli (1987, p.1), o PCP é definido como “um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa”. Assim, o PCP é um sistema responsável por transformar informações, pois são recebidas informações de diversos

setores, como de estoques, previsão de vendas, linha de produtos, capacidade produtiva e deve transformá-las em ordens de fabricação.

Segundo Corrêa et al. (2012), dentro dos sistemas de administração da produção, o PCP atua como um sistema de informação para apoiar a tomada de decisão e responder as seguintes questões:

- O que produzir e comprar;
- Quanto produzir e comprar;
- Quando produzir e comprar;
- Com que recursos produzir;

Segundo Slack et al. (2002), o PCP tem por objetivo garantir que o processo de produção aconteça de maneira eficaz e eficiente, e assim sejam produzidos produtos e serviços conforme pedidos dos consumidores.

Para Lustosa et al. (2008), o PCP é responsável por coordenar e aplicar os recursos produtivos de maneira que atenda da melhor forma possível os planos que foram estabelecidos pelos níveis estratégico, tático e operacional.

Segundo Corrêa et al. (2012), independente do sistema de administração da produção utilizado, é necessário que o PCP dê suporte para que seja possível atingir os objetivos estratégicos da empresa, e precisam ser capazes de:

- Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização.
- Planejar os materiais comprados.
- Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semiacabados e produtos finais, nos pontos certos.
- Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas coisas certas e prioritárias.
- Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção).
- Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-los.
- Ser capaz de reagir eficazmente.

O plano de produção é uma intenção do que se pretende atingir no futuro, mas não há garantia de que o evento realmente possa acontecer devido a diversas variáveis. E o controle é o processo de lidar com essas variáveis, havendo a necessidade de realizar ajustes ou reformulações nos planos para que seja possível atingir os objetivos (MORAES, 2007).

As variáveis que mudam o plano de produção podem ser: a desistência de clientes, o atraso de fornecedores, a falta de funcionários, a quebra de máquina. Assim, o controle é a ação tomada para lidar com essas mudanças, ele realiza ajustes que permitam o atingimento dos objetivos estabelecidos pelo plano (SLACK et al., 2002).

Para Zacarelli (1987), a programação da produção determina quando e quanto produzir. Mesmo formal ou informalmente, sempre é realizada a programação. E programar é uma tarefa que requer considerar múltiplos fatores que influenciam a tomada de decisão. São eles:

A – Fatores Externos:

1. Demanda do mercado;
2. Datas de entrega estabelecidas;
3. Estoque em poder de intermediários;
4. Tempo necessário para obtenção da matéria prima;

B – Fatores Internos:

5. Estoques de produtos acabados;
6. Equipamento disponível;
7. Pessoal disponível;
8. Materiais e ferramentas disponíveis;
9. Lotes econômicos de produção;
10. Regime de trabalho;
11. Tempo necessário para a execução das operações;
12. Possibilidade de rejeições;

Considerando tantos fatores a serem analisados, é necessário utilizar-se de técnicas e ferramentas que auxiliam na tomada de decisão. Elas serão tratadas mais adiante, na Seção 2.3.

### 2.1.2 Níveis Hierárquicos do PCP

Corrêa et al. (2012) apresentam o horizonte de planejamento como o ponto do futuro onde se tem interesse de desenvolver uma visão. Deve ser considerado o ponto máximo aquele ponto do futuro que deixe de influenciar as decisões do presente, e este ponto varia para cada organização. E o ponto mínimo, aquele prazo necessário à consolidação das decisões mais o período de replanejamento.

Dentro do sistema produtivo, o PCP atua como setor de apoio para tratar informações desenvolvidas em quatro funções: Planejamento estratégico da produção (longo prazo), Planejamento-mestre da produção (médio prazo), Programação da produção (curto prazo) e, acompanhamento e controle da produção (curto prazo) (TUBINO, 2009). A Figura 1 apresenta a relação entre os prazos, atividades e objetivos.



**Figura 1: Prazos, atividades e objetivos**  
**Fonte: Tubino, 2009**

A proposta apresentada por Tubino (2009) mostra a relação entre os prazos e as atividades estratégicas, táticas e operacionais das empresas. No nível estratégico são definidas as estratégias de longo prazo, montando o plano agregado de produção baseado no relacionamento entre a previsão de vendas de longo prazo e a elaboração do planejamento da capacidade da produção. Esse plano é pouco detalhado, normalmente atinge famílias de produtos. É denominado estratégico porque a empresa tem tempo suficiente para direcionar seus recursos sem ter seu plano

comprometido. À medida para o longo prazo é de meses ou trimestres, podendo se estender a anos.

“O planejamento Agregado é necessário na Administração da Produção e Operações porque ele proporciona:” (GAITHER e FRAZIER, 2002)

- Instalações amplamente carregadas e minimiza a sobrecarga e a subcarga, reduzindo assim os custos de produção;
- Um plano para a mudança sistemática da capacidade de produção para atender os picos e momentos de baixa demanda esperada;
- Capacidade de produção adequada para atender a demanda agregada esperada, e;
- Obter a máxima produção para a quantidade de recursos disponíveis, o que é importante em tempos de recursos escassos de produção.

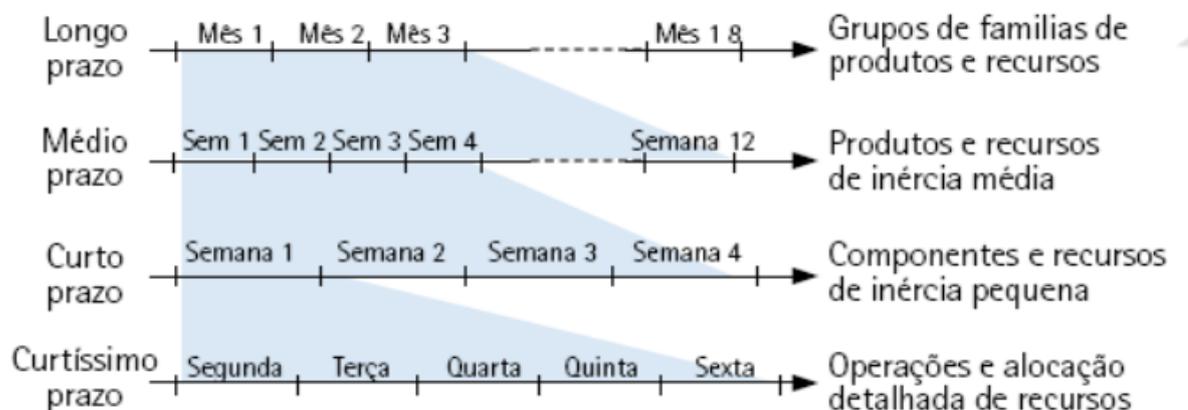
Segundo Tubino (2009), a médio prazo são tomadas decisões de nível tático. Ao apresentar o sistema produtivo estruturado pelo plano de produção, é elaborado o Master Production Schedule (MPS) ou, plano-mestre de produção, de forma a buscar táticas para executar o plano de produção de maneira eficiente e atender as previsões de vendas de médio prazo e os pedidos em carteira. O MPS detalha as famílias de produtos, de maneira a alcançar os itens individuais de cada uma. Nesse nível é necessário tomar decisões que realizem manobras no sistema produtivo, tomando decisões num horizonte de semanas, podendo se estender a meses.

Para Gaither e Frazier (2002), o MPS decide qual a quantidade de itens finais será finalizada em cada semana, no curto prazo. Considerando itens finais como produtos acabados. Segundo Moraes (2007), o nível tático se preocupa com o direcionamento da programação da produção, materiais, mão de obra e equipamentos. E concentram-se nas decisões sobre o momento da produção, o que e quando comprar e produzir.

Geralmente, o curto prazo é medido em dias, podendo se estender a semanas. Nele há o acompanhamento e o controle da produção, responsável por realizar a coleta e a análise de dados da produção, como índice de defeitos, horas/máquinas e horas/homens consumidas, consumo de materiais, índices de quebras de máquinas, etc. Quanto mais rápidos forem identificados os problemas, as medidas corretivas serão mais efetivas (TUBINO, 2009).

Para Lustosa et al. (2008), estes níveis servem para desenvolver atividades de idealização, elaboração, controle e operação. Corrêa et al. (2012) divide o

horizonte de tempo em longo, médio curto e curtíssimo prazo, como mostra a Figura 2.



**Figura 2: Conceito de hierarquia de decisões de planejamento**  
 Fonte: Corrêa et al. (2012)

Corrêa et al. (2012) dividem os níveis hierárquicos com relação a sua inércia. Quanto maior for a inércia, maior deve ser o prazo para a tomada de decisão, e vice-versa. O longo prazo trata das famílias de produtos, o médio prazo detalha as famílias em produtos, e o curto e curtíssimo prazo tratam dos componentes e das operações necessários para cada produto.

### 2.1.3 Técnicas e Ferramentas de PCP

Com o grande avanço do mercado e a multiplicidade de fatores que influenciam na tomada de decisão, houve a necessidade de criar técnicas, computacionais ou de gestão da produção, para realizar o planejamento e controle da produção.

Além disso, novas tarefas podem entrar a qualquer momento no processo de manufatura, criando assim um ambiente dinâmico. Essa complexidade exerce uma pressão sobre os gerentes para desenvolverem procedimentos de programação que lidarão eficientemente o fluxo de produção (RITZMAN E KRAJEWSKI, 2008).

Zacarelli (1987) destaca a utilização da técnica do Gráfico de *Gantt*. Enquanto Corrêa et al. (2012) destaca que as três principais técnicas que têm sido amplamente usadas nos últimos 15 anos, são MRP II, os sistemas *Just in Time* (JIT) e os sistemas de programação da produção com capacidade finita. Algumas técnicas relacionadas àquelas são o sistema *Kanban* e tecnologia de produção otimizada (OPT).

Sofisticadas ferramentas já estão disponíveis para ajudar a aplicar os princípios de *lean* aos processos de produção altamente complexos em um ambiente de produção que caracteriza-se por processos estocásticos. Estas ferramentas são especialmente úteis no apoio ao planejamento e controle da produção e avaliação da qualidade (PFEIFFER E KERN, 2014)

Um método de programação simples é o Gráfico de *Gantt*. Ele é uma ferramenta simples, inventada em 1917 por H. L. Gantt, e consiste na representação do tempo em forma de barras em um gráfico, e indica o momento de início e término das atividades (MOREIRA et al. 2010). O gráfico de *Gantt* não é uma ferramenta de otimização, mas a vantagem de sua utilização é a representação visual simples.

“O JIT visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios” (SLACK, 2002). O sistema JIT surgiu no Japão, na década de 70, como um sistema de administração que pudesse coordenar, de forma precisa, a produção com a demanda. Ele tem como objetivo eliminar os desperdícios que ocorrem em todos os setores, com estoques desnecessários, inspeções, retrabalhos e mão de obra excessiva e passa a produzir de acordo com a necessidade do cliente com qualidade. Ou seja, “buscar a eficiência através da integração total dos sistemas e da eliminação de falhas operacionais que restrinjam a produtividade” (LOPES, 1995).

Segundo Gupta, Al-turki e Perry (1999), o sistema *Kanban* é considerado um elemento do sistema JIT que detém maior atenção dos pesquisadores. Em japonês significa “sinal visível” ou “cartão”. O *Kanban* tem como principais vantagens controlar a produção, simplicidade na programação da produção, redução dos encargos sobre os operadores e facilidade de identificação das partes do sistema. Ele abrange informações como o tipo de *kanban*, nome e número do componente, localização da estação e estação de destino.

Segundo Roth e Franchetti (2010), um fator determinante para o sucesso da programação da produção empurrada é uma previsão da produção eficiente. O *Kanban* é um sistema que puxa a produção de acordo com a demanda real dos clientes. Em circunstâncias que o tempo de entrega é longo e a demanda é difícil de ser prevista, o *Kanban* pode ajudar, pois é considerado um sinal da demanda que se propaga pela cadeia, o que pode garantir estoques intermediários menores.

Segundo Slack et al (2002), o MRP, *Material Requirement Planning*, traduzido como Planejamento das Necessidades de Materiais, surgiu na década de 60. A ideia

desse sistema é simples; sendo conhecidos todos os componentes de um produto, os tempos para obtenção deles e uma visão futura de suas necessidades, então pode-se calcular os instantes e as quantidades que necessitam ser obtidas, sem que haja falta ou sobra desses componentes. A viabilização desta técnica somente foi possível com o uso computacional. Esse item será detalhado na Seção 2.5.

A evolução do MRP chama-se MRP II, *Manufacturing Resources Planning*, também conhecida por Planejamento dos Recursos de Manufatura. Enquanto o MRP orienta decisões de o que, quanto e quando produzir e comprar, o MRP II abrange decisões com relação a como produzir e quais recursos necessitam ser utilizados. O MRP II possui uma lógica estruturada de planejamento implícita, que prevê uma sequência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, visando chegar a um plano de produção que seja viável, tanto em termos de disponibilidade de materiais como de capacidade produtiva (CORRÊA et al., 2012).

O MRP II é "um plano global para o planejamento e monitoramento de todos os recursos de uma empresa de manufatura... tecnicamente, ele envolve a utilização do sistema MRP de ciclo fechado para gerar números financeiros". (SLACK, 2008 apud Wight, 1984). Padron, Resto e Muñoz (2011) descrevem o MRP II como tentativas de integrar o planejamento das quantidades de matérias primas que devem ser encomendadas e quando os produtos devem ser inicializados, levando em consideração a capacidade existente de recursos.

A evolução do MRP II chama-se ERP, *Enterprise Resources Planning*, traduzido como planejamento de recursos empresariais, foi desenvolvido na década de 90 e é conhecido como um sistema de gestão integrado que suporta todas as informações necessárias para a tomada de decisão gerencial.

A concorrência no mercado transformou radicalmente o ambiente de negócios, e as empresas vão em busca de redução de custos, a fim de maximizar o retorno sobre os investimentos. Para atender a esta demanda, o sistema ERP é um sistema de tecnologia de informação que integra melhoria no desempenho de custos, qualidade, flexibilidade e capacidade de resposta (WEI et al. 2005).

"Ele permite a interação e a troca consistente de informações entre sistemas especializados, que fazem parte de sua estrutura, como os de contabilidade, finanças, fiscal, comercial, de produção, abastecimento, distribuição, logística, recursos humanos, etc" (LUSTOSA et al., p. 291, 2008).

Segundo Powell (2013), os sistemas de ERP são implementados com a finalidade de integrar os processos de negócios e apoiar a tomada de decisão gerencial. Esse sistema promete integrar e fazer fluir toda a informação presente na empresa, entre financeiro, recursos humanos, cadeia de suprimentos e informações dos clientes. E assim, integrar planejamento, gestão e utilização de recursos.

O PCP segue etapas bem definidas para poder alcançar a eficácia do sistema de gestão da produção. Inicia-se com a gestão da demanda, o planejamento da capacidade da unidade e o gerenciamento de estoques. Concomitante, serão realizados o planejamento a longo, médio e curto prazo, definindo plano agregado de produção, plano mestre de produção, MRP, e programação da produção. Estes itens serão detalhados nos próximos capítulos.

## 2.2 GESTÃO DA DEMANDA

Esta seção trata da gestão da demanda, do seu conceito e das diferentes técnicas para a sua realização.

### 2.2.1 Conceito

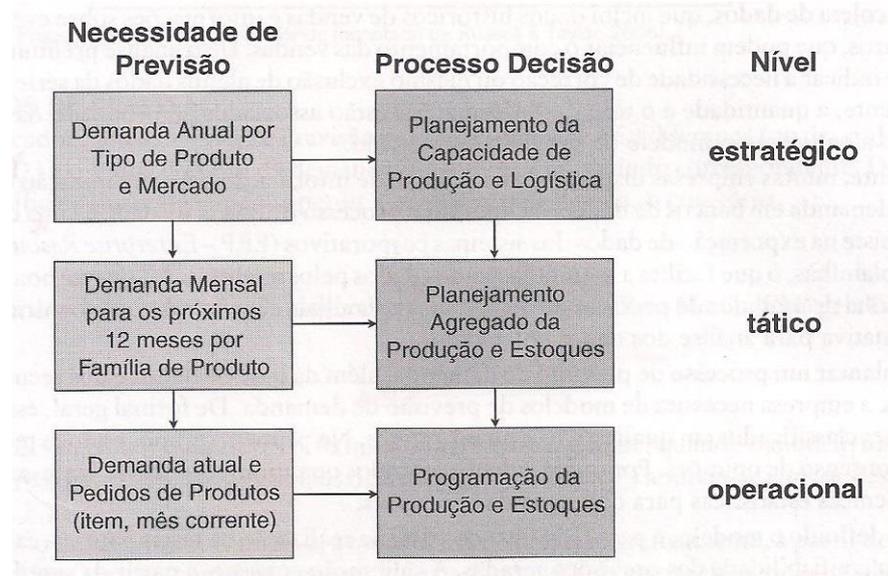
Uma previsão é considerada como uma estimativa de eventos futuros usada para fins de planejamento. A capacidade de uma empresa em gerar previsões precisas é pressionada pelas modificações nas condições dos negócios, concorrência global, acelerada mudança de tecnologia e preocupações ambientais crescentes (RITZMAN E KRAJEWSKI, 2008).

“Entende-se por demanda a disposição dos clientes ao consumo de bens e serviços ofertados por uma organização. Essa demanda é influenciada por uma série de fatores que se estendem desde as condições macroeconômicas até questões operacionais, como a disponibilidade do produto e preço no ponto-de-venda” (LUSTOSA et al, p. 50, 2008).

Para Canever et al. (2008), a visão da necessidade da gestão da demanda inicia-se com a avaliação do sistema de negócios e uma análise da evolução e das mudanças que ocorreram nos últimos anos. Grande parte das previsões de demanda baseiam-se nos históricos que as empresa possuem.

Baseado nesse histórico das empresas e no horizonte do planejamento, Lustosa et al. (2008) mostram a relação da previsão da demanda com cada nível hierárquico do PCP, e o processo de tomada de decisão em cada nível. A Figura 3

ilustra essa relação, onde as previsões de demanda são utilizadas nas decisões de planejamento da capacidade, metas de produção e estoques e na priorização da produção e expedição de produtos acabados.



**Figura 3: Previsão de demanda no planejamento da produção**  
**Fonte: Lustosa et al. (2008)**

A gestão da demanda é uma das variáveis mais importantes para a realização do PCP, ela é considerada a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e financeiro. E a partir dela, desenvolvem-se inúmeros planos para antever o futuro e planejar ações (TUBINO, 2009).

Segundo Corrêa et al. (2012), a gestão da demanda é considerada como um plano de vendas a longo prazo, viável de ser atendido pela produção, considerando todas as limitações do sistema produtivo. Ele inclui cinco elementos principais para realizar esta gestão, os quais estão ilustrados na Figura 4.



**Figura 4: Principais elementos da gestão de demanda**  
**Fonte: Adaptado de Corrêa et al. (2012)**

É visível o quanto o PCP necessita a gestão da demanda, já que ela é a principal fonte de informação para que ele desenvolva suas atividades, afetando de forma direta o planejamento a longo e a médio prazo.

#### 2.2.2 Incertezas da Previsão da Demanda

Segundo Melo e Alcântara (2012), a gestão da demanda busca a rápida e adequada integração das necessidades do mercado, de maneira a equilibrar estrategicamente a demanda com a capacidade operacional da empresa. Ela possui o objetivo de criar um entendimento entre marketing e operação e, assim, compreender o mercado e criar ações sincronizadas com a estratégia, a capacidade da empresa e as necessidades dos clientes.

De acordo com Canever et al. (2008), o objetivo da gestão da demanda é de entender, influenciar e gerenciar a demanda dos clientes, de forma a atingir a agilidade e a capacidade de resposta. E a gestão da demanda aumenta sua complexidade, diversidade e dinâmica quando é baseada nas escolhas dos clientes, forçando todo o sistema de negócios a se tornar mais complexo, flexível e dinâmico.

O processo de gestão da demanda, quando conduzido de maneira eficaz, pode melhorar os níveis de serviços prestados ao consumidor e trazer bons resultados financeiros. No setor atacadista, por exemplo, é de grande importância a disponibilidade de produtos para atender à necessidade do cliente, porém grandes

estoques interferem nos custos. Então vale equilibrar a gestão da demanda e de estoques (MELO E ALCÂNTARA, 2012).

O processo de previsão de vendas é possivelmente o mais importante dentro da função de gestão de demanda. Um dos problemas da previsão de vendas é que nunca conseguimos uma previsão 100% correta; ao contrário, na maioria dos casos, não conseguimos nem chegar perto disso (Corrêa et al., 2012)

Para Slack et al. (2002), a previsão da demanda está preocupada em lidar com as flutuações sazonais da demanda. A maioria dos produtos e serviços apresentam sazonalidade, podendo ser mais previsível ou menos. Insumos sazonais, como de agricultura, podem ter sua sazonalidade afetadas por variações inesperadas de clima. As principais causas de sazonalidade são por questões climáticas, festivas, comportamentais, políticas, financeiras e sociais.

Segundo Lustosa et al. (2008), as incertezas da demanda do mercado se propagam por toda a cadeia de suprimentos, já que o varejista percebe o aumento da demanda e repassa para fornecedores, que repassa para seus fornecedores de matérias-primas e componentes. Essas oscilações tornam a gestão de estoque uma atividade muito complexa.

A incerteza da demanda torna o planejamento de operações um dos maiores desafios da indústria. Forçando as empresas a entender o mercado e a desdobrar a previsão da demanda em planos operacionais. Já que previsões precisas levam à redução de custos de fabricação (ALMEIDA, 2014).

Mesmo com as incertezas do mercado, autores como Latifoglu et al. (2013) acreditam que após a definição do plano de produção, ele deve ser mantido por todo o horizonte de tempo. E esse plano de produção não pode ser alterado por causa de interrupções da fábrica.

Mas segundo Akillioglu et al. (2013), os sistemas de planejamento e controle da produção necessitam acomodar a dinamicidade do mercado, a fim de ser condizente com as oscilações das condições do mercado e dos sistemas de produção. Esses sistemas de PCP são capazes de ser eficientes se as condições e pressupostos forem respeitados, tomando como as principais falhas o planejamento fraco, a falta de envolvimento e dinamicidade do sistema de produção.

A incerteza gerada na previsão da demanda pode gerar erros de previsão. Existem cálculos que permitem medir a acurácia da previsão da demanda. Lustosa et

al. (2008) enunciam um indicador de erro de previsão, onde o erro de previsão para o período  $t$  ( $E_t$ ) é a diferença entre o Valor Real ( $D_t$ ) e o Valor Previsto da demanda ( $F_t$ ) no período correspondente, calculados pela equação a seguir:

$$E_t = D_t - F_t \quad (1)$$

Desvios positivos significam que a demanda superou a previsão, desvios negativos, o contrário. Em seguida, calcula-se o Erro Médio ( $EM$ ) de “n” períodos consecutivos pela equação a seguir:

$$EM = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)}{n} \quad (2)$$

Na prática é possível elaborar um gráfico de dispersão para analisar os desvios positivos e negativos. E com base nesses dados, tomar decisões com relação a assertividade da previsão da demanda.

### 2.2.3 Técnicas de Previsão de Demanda

Para Díaz (2006), a demanda é, muitas vezes, tomada como um ponto de referência para as decisões de preço, já que o preço influencia as decisões de compras dos consumidores. Essa influência pode ser analisada por dois pontos de vista:

- Qualitativa: relacionada com a interpretação que o consumidor faz do preço, a fim de entender o porquê das vendas em função do preço e não quanto é vendido.
- Quantitativa: relacionada com as decisões de compra do consumidor em função do preço.

#### 2.2.3.1 Técnicas qualitativas

As técnicas qualitativas são baseadas em conhecimentos ou julgamentos pessoais. Levam em consideração as opiniões, experiências de pessoas influentes para tomar as decisões. Algumas técnicas utilizadas são a pesquisa de opinião, a construção de cenários e o método Delphi (HONAISSER E SAUAIA, 2008).

A simulação de cenários é baseada na opinião de especialistas para projetar cenários futuros e definir três cenários alternativos com visão otimista, mais provável e pessimista. Essa técnica auxilia no planejamento da capacidade e em decisões de investimentos (LUSTOSA et al., 2008).

Com o objetivo de atender a necessidade do consumidor, a pesquisa de mercado realiza a coleta de dados diretamente com o consumidor a fim de buscar informações a respeito das necessidades e interesses dos mesmos, além de avaliar a participação de sua marca no mercado. Segundo Canever et al. (2008), empresas que estão iniciando suas atividades garantem seu sucesso baseado nas pesquisas de mercado para investigar as necessidades de seus clientes, e assim desenvolver produtos diferenciados para segmentos bem específicos.

O método Delphi é uma técnica de coleta de dados que busca a convergência de opiniões em um tema específico. Dependendo do objetivo, o método é concluído em duas ou mais etapas. E os resultados de cada etapa podem ser sintetizados com tratamentos estatísticos (JAPPUR et al., 2008). Para Santiago e Dias (2012), além do método buscar o consenso entre opiniões, ele é baseado em estruturar o conhecimento, experiência e criatividade dos especialistas, considerando que o pensamento coletivo é melhor que o individual.

#### 2.2.3.2 Técnicas quantitativas

As técnicas quantitativas realizam uma projeção histórica, utilizando uma quantidade razoável de dados históricos disponíveis para análise e tendências e variações sazonais em séries temporais bem definidas e estáveis (MORETTI, 2005). Técnicas bastante conhecidas e utilizadas são a média móvel, média móvel ponderada, média exponencial móvel e suavização exponencial.

Segundo Corrêa et al. (2012), a média móvel é utilizada em previsões permanentes, sem que haja tendência de aumento ou decréscimo acentuado nas vendas. Considerando variações reais de vendas como pontos aleatórios. A desvantagem deste método é a incapacidade de apresentar tendências de aumento ou diminuição de vendas.

Ainda segundo Corrêa et al. (2012), o método da média móvel ponderada é uma variação do modelo da média móvel, porém possibilita dar um peso maior para os valores de previsão de vendas mais recentes, tornando, assim, a previsão mais confiável.

Tubino (2009) apresenta o método de média exponencial móvel, onde o peso de cada previsão decresce no tempo de forma exponencial. Ou seja, cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido na previsão anterior, corrigido por um coeficiente de ponderação. Ele também apresenta

técnicas de previsão de sazonalidade, que consideram a quantidade da demanda que desvia dos valores médios da série, e necessita considerar tendências, caso existam. A maneira mais fácil de considerar a sazonalidade nas previsões de demanda é levar em conta os dados anteriores.

Para Moretti (2005), a suavização exponencial simples é utilizada quando a demanda não apresenta tendência ou sazonalidade. A estimativa inicial é tomada pela média de dados históricos e as próximas previsões são multiplicadas por uma constante de suavização variando de 0 a 1, tornando as mesmas mais ou menos responsivas.

Segundo Lustosa et al. (2008), a suavização exponencial com tendência, também conhecida como modelo de Holt, acrescenta mais uma variável que reflete o aumento da demanda entre os períodos considerados. Essa variável também será atualizada de forma exponencial no cálculo da previsão da demanda.

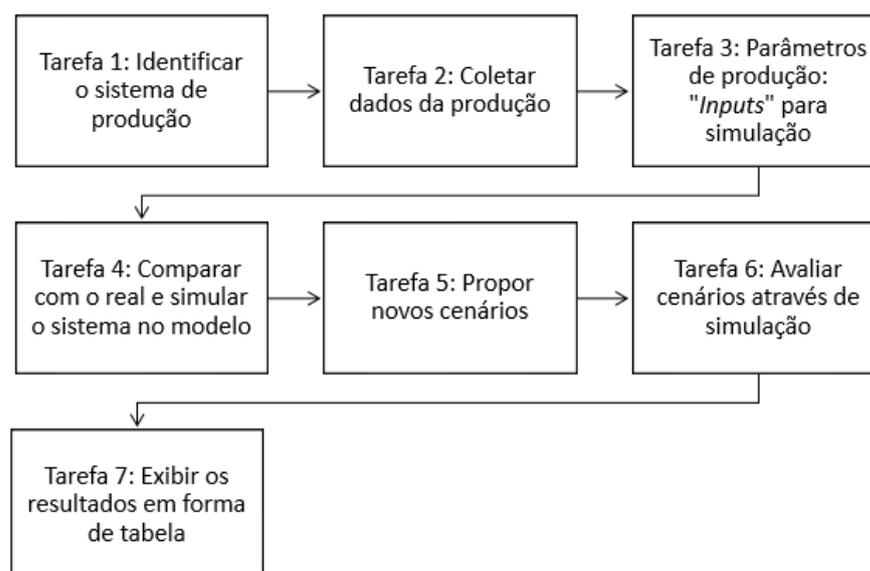
A suavização exponencial com tendência e sazonalidade, também conhecida como modelos de Holt-Winters, “é caracterizada pela ocorrência de padrões cíclicos de variação, que se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo” (FURTADO, p. 16, 2007). Nesse modelo “é definido um índice de sazonalidade para cada período, que representa a proporção entre a demanda média do período e a demanda média anual” (LUSTOSA et al., p. 65, 2008).

## 2.3 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

### 2.3.1 Análise da Capacidade Produtiva

O mercado global e o aumento da competitividade têm impulsionado as empresas a buscar métodos e ferramentas que as tornem mais competitivas e forcem os sistemas de produção a se tornarem capazes de reagir a mudanças.

Segundo Ju et al. (2015), para realizar a análise da capacidade produtiva em seu trabalho, foram computados os dados compostos de demanda do cliente, estações de trabalho, fluxo de operações, estoques, produtos de processo em processo e acabados, tempo de ciclo e de configuração para cada operação, e fluxo de informações de cliente para fornecedor. A Figura 5 mostra as tarefas necessárias para realizar a análise.



**Figura 5: Tarefas da análise da capacidade produtiva**  
 Fonte: Adaptado de Ju et al (2015)

A necessidade de medição e avaliação de desempenho foi evidenciada logo no início da chamada produção em massa, com o desenvolvimento e racionalização dos processos produtivos (NETO E PIRES, 2012)

Nota-se também que os indicadores de desempenho relacionados à cadeia vão além dos tradicionais indicadores de custos, apresentando também indicadores que abrangem aspectos relacionados ao desempenho logístico, avaliação de fornecedores, capacidade de desenvolvimento de novos produtos e processos, satisfação dos clientes, entre outros (NETO E PIRES, 2012)

As decisões tomadas em relação à capacidade afetam os prazos de entrega de produtos, a capacidade de resposta ao cliente, a operação, os custos e a capacidade de uma empresa para competir. A capacidade inadequada pode causar a perda de clientes e limitar o crescimento (PHRUKSAPHANRAT *et al.*, 2011)

### 2.3.2 Planejamento da Capacidade no Longo, Médio e Curto Prazo

No sistema MRP II, o planejamento da capacidade é considerado uma atividade crítica realizada com o planejamento de materiais. Tanto a capacidade insuficiente quanto o excesso trazem prejuízos à empresa. Para isso pode-se realizar o planejamento da capacidade de forma hierárquica, com planejamento de longo, médio e curto prazo (CORRÊA *et al.*, 2012).

O planejamento de vendas e operações (S&OP) visa integrar os planos de marketing e de operações da organização (MELO E ALCÂNTARA, 2012). E, segundo Corrêa et al. (2012), inserido no S&OP está o planejamento a longo prazo, que é chamado de *Resource Requirements Planning* (RRP). Ele tem por objetivo prever necessidades de recursos que precisam de um prazo longo para sua obtenção, e auxiliar nas decisões de produção com relação as famílias de produtos que, por alguma limitação, não possam atender o volume desejado.

O planejamento de médio prazo é chamado de *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) ou planejamento grosseiro de capacidade. O RCCP é realizado através da estratificação da demanda e segue a mesma lógica do RRP, porém apresenta um planejamento de capacidade com informações agregadas e suficientes para orientar o plano mestre de produção (DINI, 2008).

A curto prazo, é chamado de *Capacity Requirements Planning* (CRP), e visa auxiliar na tomada de decisão do planejamento detalhado de produção e materiais, com o objetivo de prever necessidades de recursos que precisam de poucas semanas para sua obtenção e partir da sugestão do MRP, gerar um plano detalhado e viável de produção e compras (CORRÊA et al., 2012)

## 2.4 GESTÃO DE ESTOQUES

Este item apresenta o conceito e a importância de realizar a gestão de estoques dentro das empresas, juntamente com as variáveis e técnicas utilizadas para determinar os níveis ideais de estoques.

### 2.4.1 Conceito

A gestão de estoque é dividida em três partes, que consiste nos estoques de matéria prima, semi-acabados e produtos finais, e o maior desafio do gerenciamento é manter o nível ideal para cada período sazonal desses estoques.

Lustosa et al. (2008) definem estoque como “qualquer quantidade de produtos ou materiais, sob controle da empresa, em estado relativamente ocioso, esperando por seu uso ou venda”. Slack et al. (2002) considera que manter os estoques é um risco, devido ao custo e ao precioso espaço ocupado. Porém proporcionam segurança em ambientes incertos e complexos. Esse dilema ocorre pela falta de harmonia entre fornecimento e demanda.

Segundo Kumar e Evers (2015) as organizações normalmente tomam decisões de estoque com base nos seus registros históricos. Os dados são coletados ao longo do tempo e, em seguida, são analisados para determinar parâmetros tais como estoques de segurança. Existe a possibilidade, no entanto, que os dados coletados tenham imprecisões significativas.

De acordo com Alves (2012), a Programação da Produção estabelece quanto e quando comprar, fabricar ou montar de cada item necessário à composição dos produtos finais, tudo isso a curto prazo. Para tanto, são estabelecidas ordens de compra, de fabricação e de montagem dos produtos.

Para Disney et al. (2015) existem duas prescrições para gestão de estoque, a primeira é utilizando o tempo médio no ponto de reabastecimento com prazos de entregas constantes. E a segunda é supor que a demanda durante o tempo de *lead time* é normalmente distribuída, e em seguida usar a média e a variância de uma soma aleatória de variáveis aleatórias para determinar o ponto de reabastecimento.

Pela visão prática, a definição utilizada para tempo de espera, mesmo sendo simplesmente definido como o tempo desde o pedido até o recebimento, merece reflexão, já que na realidade acaba envolvendo inúmeros fatores (DISNEY et al. 2015).

Além dos inúmeros fatores, Kumar e Evers (2015) afirmam que as decisões de inventários são tomadas a partir de dados históricos. Porém existe a possibilidade desses dados apresentarem significativas imprecisões e assim perpetuar o erro. Segundo Hamad e Gualdab (2010), o bom gerenciamento dos estoques pode reduzir o excesso de inventários realizados, e o nível médio de inventários é calculado a partir da chegada de materiais, *lead time*, e tamanho dos lotes de entregas.

#### 2.4.2 Níveis de Estoque

A demanda determina qual o nível ideal de estoque de produto acabado, e o nível de estoque de produto acabado, conseqüentemente determina os níveis de estoque de semi-acabados.

O estoque de matéria prima pode ser determinado pelos níveis de estoque de semi-acabados, entretanto, técnicas como o lote econômico de compra e curva ABC, podem ajudar a otimizar ainda mais os níveis de estoque de matéria prima.

Slack et al. (2002) afirmam que dentro do estoque, alguns itens são mais importantes que outros, e uma forma de diferenciá-los é pela movimentação de valor, no qual itens com maior movimentação de valor merecem mais atenção. E para isso utiliza-se a regra 80/20, significando que 80% do valor de estoque é representado por apenas 20% dos itens. E assim divide-se os itens em classe A, B e C:

- Itens classe A: 20% dos itens de alto valor representam cerca de 80% do valor do estoque;
- Itens classe B: 30% dos itens representam cerca de 10% do valor total;
- Itens classe C: 50% dos itens estocados representam apenas 10% do valor total. São considerados itens de baixo valor.

Lustosa et al. (2008) complementam que a pouca atenção dada aos itens classe C pode desbalancear o estoque, já que a falta de um item, mesmo de baixo valor, pode comprometer a montagem de um produto final.

Corrêa et al. (2012) afirmam que incertezas e problemas de coordenação sempre existirão, e com a intenção de não interromper o fluxo de produção pela falta de algum material, faz-se o uso do estoque de segurança, que será utilizado como um nível de estoque capaz de absorver os problemas até que sejam resolvidos. O estoque de segurança pode ser calculado utilizando a equação a seguir:

$$E_{seg} = FS \cdot \alpha \cdot \sqrt{\frac{LT}{PP}} \quad (3)$$

Onde

$E_{seg}$  = Estoque de segurança

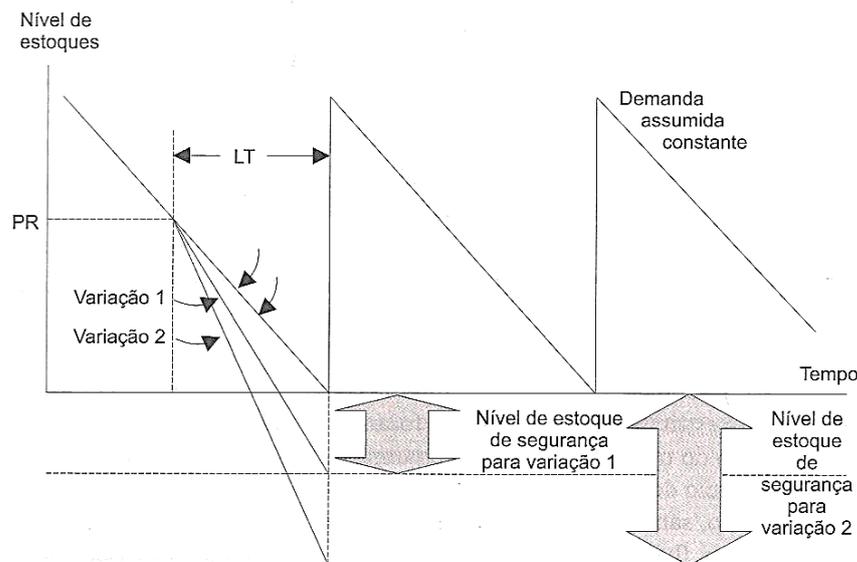
$FS$  = Fator de segurança, em função do nível de serviço desejado

$\alpha$  = Desvio-padrão estimado

$LT$  = *Lead time*

$PP$  = Periodicidade à qual se refere o desvio-padrão

Para Tubino (p. 81, 2009) o “estoque de segurança é projetado para absorver as variações da demanda durante o tempo de ressuprimento”. A Figura 6 apresenta a relação existente entre as variáveis de estoque de segurança, ponto de ressuprimento e *lead time* para manter os níveis de estoques.



**Figura 6: Relação entre variáveis dos níveis de estoques**  
**Fonte: Corrêa et al (2012) p. 42**

Quando trata-se da compra de material, Esteves (2007) afirma que “o *lead time* refere-se ao tempo entre o pedido do material ao fornecedor e a entrada desse material no estoque.”

Com os valores definidos de estoque de segurança e *lead time* dos fornecedores, é necessário calcular o ponto de ressuprimento ideal para que não haja falta ou excesso de materiais estocados. Esse ponto trata-se do momento ideal para realizar o pedido e a compra de materiais, para que a compra chegue no momento em que o pedido anterior acabar.

Corrêa et al. (2012) enunciam a equação a seguir capaz de calcular o ponto de ressuprimento:

$$PR = D \cdot LT + E_{seg} \quad (4)$$

Onde:

$PR$  = Ponto de ressuprimento

$D$  = Taxa de demanda média do período

$LT$  = *Lead time*

$E_{seg}$  = Estoque de segurança

Outra maneira de realizar o controle dos estoques é pelo modelo baseado em revisões periódicas. Ao contrário do modelo de ponto de ressuprimento que trabalha com quantidades, esse modelo trabalha com o eixo do tempo e estabelece datas para realizar análise da demanda e obter descontos na realização da compra (TUBINO, 2009).

Slack et al. (2002) apresentam sete custos relevantes para na gestão de estoques. Eles estão relacionados aos custos de pedido, armazenagem, falta de estoque, obsolescência, entre outros.

O LEC é uma ferramenta que auxilia na tomada de decisão relacionada a compras. Lustosa et al. (2008) afirmam que “o cálculo do lote econômico fundamenta-se na minimização do custo total de operação”. E enuncia a equação a seguir para calcular o LEC:

$$LEC = \sqrt{\frac{2 \cdot c_p \cdot D}{c_A}} \quad (5)$$

Onde:

$c_p$  = Custo do pedido

$c_A$  = Custo de armazenagem

$D$  = Demanda total

Segundo Kumar e Evers (2015), para calcular o *lead time* e os níveis de estoque, o mais importante é a questão da qualidade dos dados registrados. Para eles a abordagem das somas aleatórias depende do registro dos dados de demanda. Mesmo que a distribuição da demanda subjacente siga uma distribuição bem definida, distorções podem surgir facilmente, dependendo de como os dados são gravados.

## 2.5 MRP

A falta de materiais e insumos de produção acarreta em problemas de não atendimento da demanda, porém manter altos estoques, mesmo reduzindo custos de não atendimento, elevam os custos de manutenção de estoques (LUSTOSA et al., 2008). Para otimizar a compra de materiais e insumos, optou-se pela utilização da ferramenta MRP, e nesta seção será abordada a definição, o histórico, o cálculo do MRP, entre outros conceitos considerados importantes para a elaboração deste trabalho.

### 2.5.1 Conceito

Até a década de 60, administrar os estoques, fornecedores, produção de forma manual não era uma solução viável. Então, na década de 60, o MRP surgiu como uma funcionalidade para calcular as necessidades e demandas por materiais com fluxos dependentes (OLIVEIRA E SILVEIRA, 2010).

De acordo com Pontes e Segundo (2010), o MRP nasceu da necessidade de se planejar o atendimento da demanda dependente, isto é, aquela que decorre da demanda independente. A demanda independente decorre das necessidades do mercado e se refere basicamente aos produtos acabados, ou seja, àqueles que são definitivamente entregues ao consumidor.

“Demanda independente são aqueles itens cuja demanda não depende de nenhum outro item. Itens de demanda dependente são aqueles cuja demanda depende de outro algum outro item” (ESTEVES, p. 20, 2007). Ou seja, os itens de demanda independente são previstos com base no mercado, já os itens de demanda dependente são aqueles chamados de itens “filhos”, e tem sua demanda baseada na demanda do item “pai” (ESTEVES, 2007).

Segundo Esteves (2007), “item ‘pai’ é um item do estoque que é composto por outros itens, sendo cada item componente conhecido como item ‘filho’”. Entretanto Alvim (2009) lembra que é importante ter em mente a definição de tais sistemas, abrangendo os assuntos desenvolvidos sobre Controle de Produção e Sistemas de Produção na evolução do MRP.

O MRP ajuda os fabricantes determinarem precisamente quando e quanto material comprar, e um processo baseado em análise baseada em tempo de ordens de venda, ordens de produção, estoque atual, e previsões (PETRONI E RIZZI, 2001).

Pontes e Segundo (2010) afirmam que o MRP torna-se interessante quando se percebe o quanto ele torna precisa a quantidade necessária para a produção de um produto, e também para avaliar quanto e quando será preciso emitir uma ordem de pedido das matérias primas, pois a partir dessas soluções a empresa obterá um maior controle na produção e de seu estoque.

Segundo Giacon e Mesquita (2011), o MRP visa reduzir os investimentos em estoque, disponibilizando os materiais para a produção na quantidade necessária e no momento certo, mas uma desvantagem é que este sistema assume os *lead times* e estoque de segurança como parâmetros fixos e não ajustam as datas planejadas com base na carga do chão de fábrica.

### 2.5.2 Cálculo do MRP

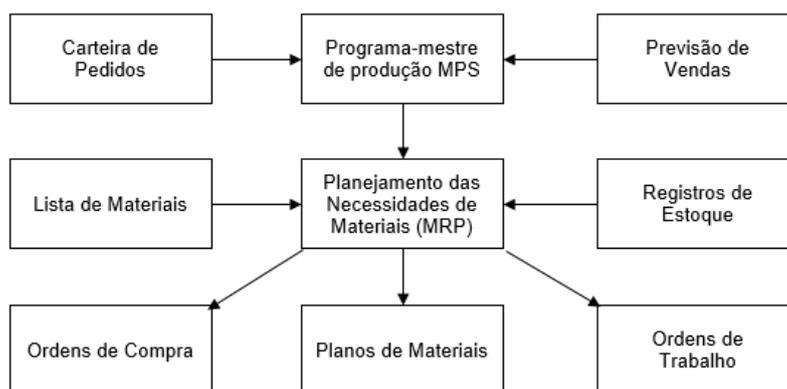
“O conceito de cálculo do MRP baseia-se na ideia que são conhecidos todos os componentes de um determinado produto e os tempos de obtenção de cada um

deles, ou seja, desde o pedido até a disponibilidade do recurso na linha de produção” (CORRÊA et al., p. 78, 2012).

Segundo Giacon e Mesquita (2011), o MRP gera as ordens de compras com base no programa mestre de produção, lista de materiais e níveis de estoque, e, a partir dos *lead times* de produção e compra, determinam os instantes em que as ordens devem ser liberadas, utilizando uma lógica de programação para trás.

Segundo Moreira (2013), o MRP objetiva converter a previsão da demanda de um determinado item de demanda independente em uma programação de necessidades dos componentes deste item. E tem como resultado o controle de estoque dos componentes, programação da produção a curto prazo e planejamento detalhado das necessidades.

Segundo Slack et al (2002), a Figura 7 descreve as informações necessárias para realizar o MRP.



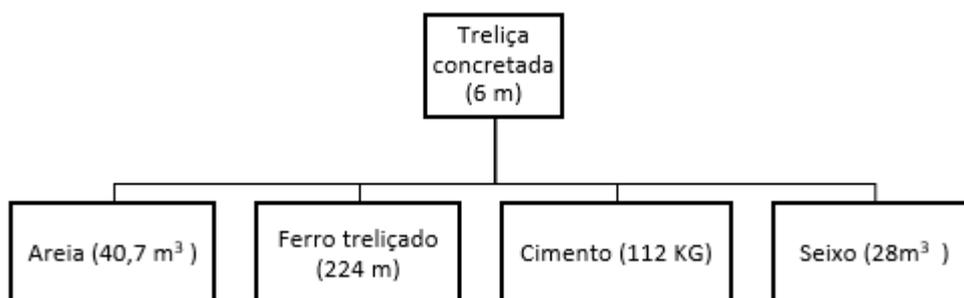
**Figura 7: Fluxo de informações do MRP**  
Fonte: Slack et al. (2002)

A importância da previsão da demanda no cálculo do MRP se dá devido ser considerada, conforme por Pontes e Segundo (2010), como a base do planejamento estratégico de produção, das vendas e das finanças. E, a partir disto, ser capaz de desenvolver os planos de capacidade, fluxo de caixa, vendas, produção, estoque, mão de obra, e compras. Para que assim seja possível se antever ao futuro e planejar de forma adequada as sucessivas ações.

O conceito de *lead time*, tratando de compra de material, também é considerado importante para o cálculo, já que é referente ao tempo entre o pedido realizado ao fornecedor e a entrada do item no estoque.

Para Corrêa et al. (2012), após a confecção da estrutura com os itens pais e filhos, monta-se uma lista de materiais necessários e, em seguida, a explosão de necessidades brutas e líquidas dos materiais. Segundo Esteves (2007), a necessidade bruta é a quantidade do material necessário para produzir o total do pedido, se há no estoque o material necessário para a produção do pedido, então a necessidade líquida é quantidade bruta menos a quantidade em estoque.

Pontes e Segundo (2010) apresentam um exemplo aplicado de MRP para o produto “treliça concretada”. A árvore de produção deste item, apresentando o item pai e os itens filhos, é representada pela Figura 8.



**Figura 8: Árvore de produção**  
**Fonte: Adaptado de Pontes e Segundo (2010)**

Na Figura 8, o item pai é a treliça concretada, e os itens filhos são a areia, o ferro treliçado, o cimento e o seixo. Após isso, foram calculados os valores de *lead time*, estoque de segurança, horizonte de tempo e estoque inicial. E a partir destes valores foi calculado o MRP para a “treliça concretada” de seis metros, apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1: MRP da treliça concretada**

Item: Treliça concretada de 6 metros									
Lead Time: 1 semana									
Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Demanda Prevista</b>		848	848	848	848	811	811	811	811
<b>Demanda Confirmada</b>		0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Recebimentos Programados</b>		137							
<b>Estoques Projetados</b>	760	225	225	225	225	225	225	225	225
<b>Liberção Planejada de Ordens</b>		848	848	848	811	811	811	811	8

**Fonte: Adaptado de Pontes e Segundo (2010)**

O cálculo do MRP da Tabela 1 apresenta o valor de *lead time* de 1 semana para o item “Trelça concretada de 6 metros”, a demanda prevista para os períodos é de 848 e não há demanda confirmada. Há recebimentos programados apenas para o período 1. A partir das necessidades da demanda prevista, faz-se a liberação de ordens. No trabalho apresentado por Pontes e Segundo (2010), são calculadas as necessidades para todos os itens filhos, porém será exemplificado apenas o item areia na Tabela 2.

Tabela 2: MRP do item areia

Período	Item: Areia					Lead Time: 1 semana			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Demanda Prevista</b>		77,1	77,1	77,1	77,1	135	135	135	0
<b>Necessidades Brutas</b>									
<b>Reposições</b>									
<b>Recebimentos Programados</b>									
<b>Estoques Projetados</b>	250	172,9	95,8	59,4	26,4	54,2	41,3	28,4	0
<b>Necessidades Líquidas</b>									
<b>Liberação Planejada de Ordens</b>			40,7	40,7	162,8	122,1	122,1		

Fonte: Adaptado de Pontes e Segundo (2010)

O cálculo do MRP para o item filho areia depende das necessidades dos item pai. Então sua demanda prevista está baseada na demanda prevista do item pai. E os demais cálculos são seguem a mesma metodologia da Tabela 1. Segundo Petroni e Rizzi (2001) o MRP assegura que as empresas terão estoque suficiente para atender às demandas de produção, mas não mais do que o necessário em um determinado momento. O MRP vai marcar as ordens de compra e/ou ordens de produção.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO**

O trabalho é classificado como pesquisa aplicada, com abordagem quantitativa, tomando como base de dados as informações e dados históricos fornecidos pela empresa em estudo. Com relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa tem caráter documental, em formato de estudo de caso, com sua fonte de dados e aplicação na empresa em estudo.

A pesquisa se caracteriza como exploratória, com objetivo de propor uma metodologia que traga melhorias no processo de gerenciamento de matérias primas e verificar o impacto, positivo ou negativo, sobre a empresa em estudo. Após a quantificação dos resultados, será realizada comparação e discussão com os autores da revisão bibliográfica elaborada no Capítulo 2.

#### **3.2 REVISÃO BIBLIGRÁFICA**

A revisão bibliográfica é a pesquisa por textos de livros, revistas, artigos que tratam sobre o mesmo assunto abordado pelo trabalho, para fazer uma análise do que já foi publicado nesta área de pesquisa.

Para realizar a revisão bibliográfica, primeiramente foi definido as palavras chaves do trabalho. Em seguida, pesquisado em diversas bases de artigos, como periódicos Capes, Scielo e Web of Science, artigos com as palavras chaves definidas. Como o número de artigos encontrados é muito grande, faz-se a necessidade de filtrá-los, por título, por resumo, entre outros requisitos. E assim encontrar os artigos necessários para a realização da revisão bibliográfica.

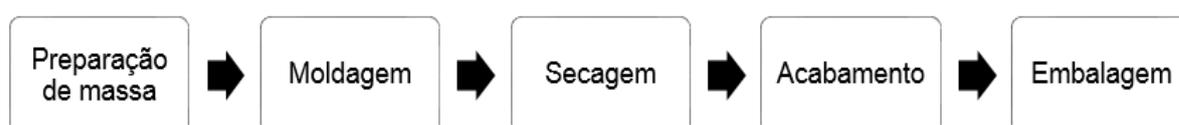
#### **3.3 DESCRIÇÃO DO SUJEITO**

Para a elaboração deste trabalho optou-se pela escolha de uma indústria do setor de embalagens que esteja inserida em um mercado em crescimento. O setor de embalagens apresenta mercado bastante competitivo, então até mesmo pequenas melhorias executadas dentro da empresa podem trazer a ela vantagem perante os concorrentes.

Assim, para que o trabalho seja condizente com a realidade, a empresa estudada aceitou dar ao pesquisador abertura para análise e tratamento dos dados necessários para atingir os objetivos propostos. Porém, a pedido da empresa, por

motivos de sigilo, os dados das especificações dos produtos foram modificados para a apresentação deste trabalho, multiplicando os limites inferior e superior por um fator  $\beta$ , com  $0 \leq \beta \leq 1$ .

A empresa estudada é caracterizada como uma multinacional de origem finlandesa, situada no sul do Brasil. Produz embalagens de polpa moldada, seus principais produtos são bandejas para ovos, estojos para ovos e bandejas para maçãs. Conta com aproximadamente 300 funcionários. A figura 9 apresenta o processo simplificado para a produção dos produtos.



**Figura 9: Fluxograma simplificado do processo**  
Fonte: Autoria própria

Atualmente essa empresa não realiza planejamento de aquisição de suas matérias primas e necessita de uma metodologia para realizar esse planejamento, visando reduzir custos na aquisição, atender os prazos de entregas do clientes e ter visão do planejamento para realizar os *trade-offs* necessários.

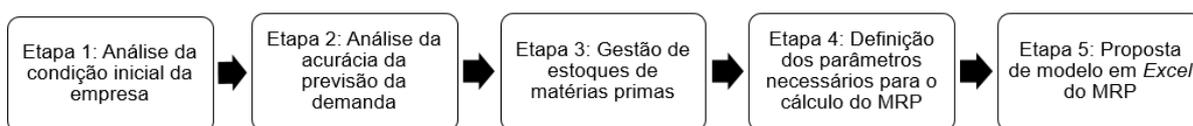
### 3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

O pesquisador tem a intenção de utilizar as ferramentas aprendidas no curso de Engenharia de Produção para realizar todo tratamento necessário dos dados da empresa e, em seguida, elaborar uma metodologia para o MRP.

Como é uma grande empresa, há vários recursos disponíveis, como computadores, sistema de dados e informações, softwares comuns que permitiram realizar o tratamento dos dados, como tabelas e gráficos. Foi disponibilizado ao pesquisador um computador com esses recursos. A empresa mostrou interesse de implantar a metodologia desenvolvida pela pesquisadora.

### 3.5 PROCEDIMENTOS

A execução do trabalho seguiu 5 etapas, a Figura 10 apresenta o fluxograma dessas etapas que serão explicadas na sequência.



**Figura 10: Fluxograma das etapas do trabalho**

Fonte: Autoria própria

A etapa 1 foi quantificar a condição atual do controle de matérias primas da empresa, como a quantidade de matérias primas em estoque e o número de requisições feitas ao setor de Compras para possibilitar a comparação com o resultado da metodologia para o MRP.

Como o mercado ocupado pela empresa estudada sofre com a sazonalidade dos alimentos, principalmente das frutas, a etapa 2 foi analisar a acurácia da previsão da demanda dos últimos cinco anos para determinar a confiabilidade dos dados futuros disponibilizados pelo setor de Vendas. E assim atingir o primeiro objetivo específico.

A falta de comunicação entre departamentos e pessoas pode ocasionar excesso ou falta de matérias primas, conhecidos como divergências de estoque. A empresa não tem implementada em sua planta a gestão de estoques de matérias primas, e para garantir este controle é necessário aplicar a gestão de estoques nas matérias primas, conforme a etapa 3, para atingir o segundo objetivo específico.

A pesquisa foi baseada no histórico de um ano do consumo das matérias primas para definir os níveis aceitáveis de estoques, fatores de serviço, estoque de segurança e ponto de ressuprimento para cada material. Para auxiliar na priorização dos materiais e otimizar os níveis de estoque, foi utilizada a ferramenta curva ABC. O fator de serviço foi definido a partir da combinação dos resultados encontrados na curva ABC com o percentual dos dados de desvio padrão em relação à média de consumo.

Juntamente com as definições de níveis de estoques, outros parâmetros foram definidos para a realização do cálculo do MRP, como a lista de materiais, a especificação dos produtos, a explosão dos itens pais e filhos, a criação das árvores das famílias, a separação dos produtos acabados em MTO (*make to order*) e MTS (*make to stock*), *lead time* dos fornecedores, lote mínimo. Esses parâmetros foram definidos a partir do tratamento dos dados disponibilizados pela empresa, conforme consta na etapa 4 para atingir o terceiro objetivo específico. Após a obtenção dos dados necessários, a etapa 5 foi propor uma metodologia para o MRP.

O tratamento de dados e a elaboração da metodologia para o MRP trará benefícios à empresa, otimizará o processo de aquisição de matérias primas, tornando-o mais rápido e eficiente. O MRP disparará a necessidade de compra de novas matérias primas, mantendo o estoque de segurança.

O pesquisador realizou visitas semanais à empresa, com frequência de, no mínimo, duas vezes por semana, tendo cada visita duração de 2 a 4 horas. Também foram necessárias reuniões para discutir e analisar as ferramentas utilizadas e os resultados obtidos, para que assim possam ser tomadas decisões e realizadas as alterações necessárias no trabalho.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 CONDIÇÃO ATUAL

Atualmente, a empresa realiza o controle de suas matérias primas através de inventários diários, realizados pelo Almoxarifado. Os inventários são reportados para o setor do PCP que realiza o tratamento dos dados de forma manual e realiza a requisição de materiais para o setor de Compras.

Esse processo torna-se lento e repetitivo, visto que a realização de inventários diários, e a falta de comunicação entre os setores ou o atraso no repasse de informações pode acarretar em falta ou excesso de determinados materiais. O excesso de matérias primas compromete o espaço físico disponível para elas, forçando que algumas fiquem em locais inadequados, sem suas proteções ideais, além do valor monetário parado em estoque. No caso da falta de matéria prima, pode ocasionar a falta de massa para a produção e conseqüentemente, a parada da máquina, que consumiria recursos como tempo, mão de obra e energia, além de poder atrasar a entrega do pedido ao cliente.

Com o intuito de possibilitar um comparativo entre o antes e o depois da proposta da metodologia para o MRP, foi quantificada a situação atual do controle de matérias primas da empresa. Há vários itens utilizados para a produção de embalagens de polpa moldada pela empresa, como água, aparas, insumos químicos, embalagens plásticas, etc. Porém, atualmente, o setor do PCP necessita prioritariamente do controle efetivo dos insumos químicos, e devido a isso a pesquisadora se ateve aos 10 insumos químicos utilizados na produção para a proposta de uma metodologia para o MRP.

São realizados inventários diários das matérias primas estocadas no Almoxarifado e reportados via *e-mail*. E, em seguida, confrontado valores reais *versus* valores presentes no sistema para evitar as divergências de estoque. Foram disponibilizados dados dos estoques dos últimos seis meses, e a partir deles, realizado uma análise sobre a quantidade de matéria prima estocada no Almoxarifado. A partir destes dados, foi calculada a média mensal de insumos químicos estocado e em quantos dias, em média, seriam consumidos. A Tabela 3 apresenta estes valores.

Tabela 3: Quantidade de matéria prima estocada

Insumos Químicos	Média de Estoque (Kg)	Consumo Médio Diário (Kg)	Dias de estoque
Anilina Amarela	5.260	37	143
Anilina Violeta	2.588	65	40
Anilina Verde	3.846	96	40
Cola	12.457	1399	9
Resistência à Seco	4.541	294	15
Emulsão de Parafina	7.214	76	95
Antiespumante	4.955	166	30
Biocida	2.996	23	129
Desmoldante	1.248	39	32
Resistência à Umidade	13.600	357	38

Fonte: Autoria Própria

Os valores de consumos diários apresentados na Tabela 3 são uma estimativa e variam dependendo do mix de produtos que está sendo fabricado pela empresa em determinado momento. É possível verificar que a quantidade de insumos em estoque é relativamente alta, e varia de 9 dias de estoque, como no caso da cola à 143 dias de estoque, como no caso da anilina amarela. Como os resultados estão sendo calculados a partir de médias, é possível que existam valores tanto abaixo quanto acima dos encontrados.

Outro ponto analisado foi a quantidade de vezes na qual é realizado o controle dos estoques, verificando as necessidades e os pedidos de compras. Como existem divergências de estoque, as conferências são realizadas várias vezes na semana. Com base em dados de uma planilha de requisições de compras, foi possível analisar estes valores, os quais variam de 7 à 14 conferências mensais, resultando em média 10 conferências mensais, apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Conferências mensais

	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	Média
Número de conferências	12	7	10	10	8	14	10

Fonte: Autoria Própria

Isto significa que são realizadas, em média, de 2 a 3 conferências semanais, e demanda mais tempo do que o esperado para realizar estas conferências. O MRP pretende realizar conferências semanais dos estoques de matérias primas e, assim,

reduzir o trabalho demandado para esta atividade. As conferências de matérias primas são realizadas várias vezes devido ao processo ser realizado de maneira manual e pela falta de confiabilidade nos dados. Pela insegurança de faltar insumos para a produção, acaba-se comprando materiais em excesso por precaução.

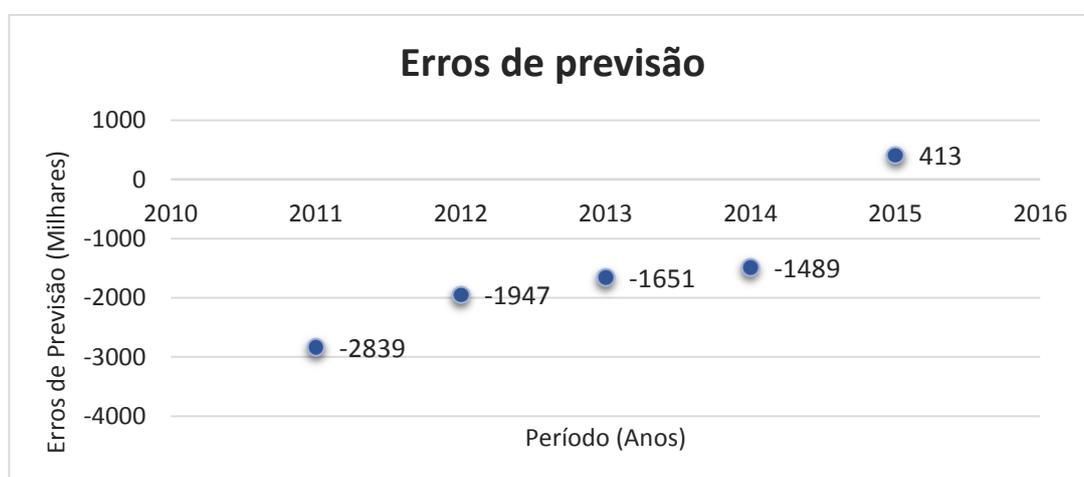
## 4.2 ACURÁCIA DA PREVISÃO DA DEMANDA

A análise da acurácia da previsão da demanda tem como objetivo verificar se o setor de Vendas está lidando bem com as flutuações sazonais da demanda e o quanto isto pode interferir na confiabilidade dos dados obtidos após o cálculo do MRP.

Considerando as flutuações sazonais e as incertezas de demanda, foram coletados dados de previsão e de vendas reais dos últimos 5 anos, de 2011 a 2015. E partir deles foi calculado o erro e o erro médio de previsão enunciado por Lustosa et al. (2008).

Devido aos dados de previsão da demanda serem considerados dados confidenciais, eles não foram expostos no trabalho. Com dados mensais de previsão da demanda e vendas reais dos últimos 5 anos, foi calculado o erro a partir da Equação (1). E, em seguida, foi calculado o erro médio a partir da Equação (2).

O valor do erro médio encontrado foi de, aproximadamente, -1.480.200 peças, e isto representa cerca de -5% de erro nos valores de previsão da demanda. Os dados de erros foram agrupados em anos para elaborar um gráfico de dispersão para analisar os desvios positivos e negativos existentes. O Gráfico 1 apresenta os erros de previsão.



**Gráfico 1: Erros de Previsão**  
Fonte: Autoria Própria

Cada ponto do Gráfico 1 é representado pelo erro de cada ano. Considerando que quanto mais próximo de zero for o valor do erro, melhor é a previsão da demanda, foi possível perceber a melhora da previsão nos últimos anos. Porém, em sua maioria, as vendas reais ficam aquém da previsão.

#### 4.3 GESTÃO DE ESTOQUES

O controle de estoque, atualmente, é realizado de maneira precária, manual e repetitiva, isto gera falta de confiabilidade em alguns dados e consumos, e assim, a situação atual do controle das matérias primas não está ocorrendo de maneira efetiva. Como visto anteriormente, há elevados níveis de estoques e que, por consequência, representam altos custos destinados ao estoque e ocupação física desnecessária no setor do Almojarifado.

Na empresa em estudo a gestão de estoques não está implementada, não estão definidos os valores de estoques ótimos para cada matéria prima, estoques de segurança, entre outros.

Como a empresa está em um mercado competitivo, as suas vendas sofrem variações e, por consequência, seus consumos também. Então, a coleta de dados se ateve aos valores do último ano. A partir destes dados, calculou-se a média semanal de consumo de cada insumo químico controlado. A Tabela 5 apresenta estes valores.

**Tabela 5: Média semanal de consumo de insumos químicos**

<b>Insumos Químicos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Média Semanal de Consumo</b>
<b>Anilina Amarela</b>	Kg	258
<b>Anilina Violeta</b>	Kg	453
<b>Anilina Verde</b>	Kg	675
<b>Cola</b>	Kg	9794
<b>Resistência à Seco</b>	Kg	2057
<b>Emulsão de Parafina</b>	Kg	534
<b>Antiespumante</b>	Kg	1160
<b>Biocida</b>	Kg	162
<b>Desmoldante</b>	Kg	273
<b>Resistência à Umidade</b>	Kg	2500

**Fonte: Autoria Própria**

A unidade de medida utilizada para a compra dos insumos químicos é o quilograma. Com o objetivo de priorizar os insumos químicos e otimizar os níveis de

estoque, foi utilizada a ferramenta curva ABC. Para a confecção da curva ABC, foram necessários dados dos custos médios para cada insumo, os quais foram multiplicados pelo consumo semanal médio. Após esta multiplicação, obteve-se os percentuais e percentuais acumulados para a confecção da curva ABC. A Tabela 6 apresenta estes dados.

**Tabela 6: Dados para a classificação ABC**

Insumos Químicos	Média Semanal de Consumo (Kg)	Custo	Consumo x Custo	%	% Acumulado
<b>Cola</b>	9794	R\$ 2,50	R\$ 24.485,23	32,35%	32,35%
<b>Resistência à Seco</b>	2057	R\$ 6,00	R\$ 12.342,62	16,31%	48,66%
<b>Anilina Amarela</b>	258	R\$ 30,00	R\$ 7.739,94	10,23%	58,89%
<b>Anilina Verde</b>	675	R\$ 10,00	R\$ 6.745,69	8,91%	67,80%
<b>Anilina Violeta</b>	453	R\$ 14,00	R\$ 6.348,46	8,39%	76,19%
<b>Antiespumante</b>	1160	R\$ 4,00	R\$ 4.638,76	6,13%	82,32%
<b>Resistência à Umidade</b>	2500	R\$ 2,00	R\$ 4.999,87	6,61%	88,92%
<b>Biocida</b>	162	R\$ 25,00	R\$ 4.057,02	5,36%	94,28%
<b>Desmoldante</b>	273	R\$ 10,00	R\$ 2.725,79	3,60%	97,88%
<b>Emulsão de Parafina</b>	534	R\$ 3,00	R\$ 1.600,98	2,12%	100,00%
<b>Total</b>			R\$ 75.684,37		

Fonte: Autoria Própria

Na Tabela 6, os insumos químicos foram sequenciados por ordem crescente decrescente do percentual (%), o % Acumulado é composto pela soma do percentual do material mais o item acima na tabela. A Tabela 7 apresenta a divisão dos insumos na classificação ABC.

**Tabela 7: Classificação ABC**

Insumos Químicos	%	% Acumulado	Classe ABC
<b>Cola</b>	32,35%	32,35%	A
<b>Resistência à Seco</b>	16,31%	48,66%	A
<b>Anilina Amarela</b>	10,23%	58,89%	A
<b>Anilina Verde</b>	8,91%	67,80%	A
<b>Anilina Violeta</b>	8,39%	76,19%	A
<b>Antiespumante</b>	6,13%	82,32%	B
<b>Resistência à Umidade</b>	6,61%	88,92%	B
<b>Biocida</b>	5,36%	94,28%	B
<b>Desmoldante</b>	3,60%	97,88%	C
<b>Emulsão de Parafina</b>	2,12%	100,00%	C

Fonte: Autoria Própria

Os cinco primeiros itens foram classificados como itens A, por representarem cerca de 80% dos custos com insumos químicos. Os três itens seguintes foram classificados como itens B, por representarem cerca de 15% dos custos. E os dois últimos itens foram classificados como itens C, por representarem cerca de 5% dos custos com insumos químicos.

É importante definir os valores para o estoque de segurança, pois ele é capaz de absorver as incertezas que existem desde o momento da compra até a chegada com qualidade do produto do fornecedor. Os valores definidos para os estoques de segurança serão descontados do estoque disponível para o cálculo do MRP, para que seja possível antever as possíveis incertezas.

Para isso, foi definido o estoque de segurança para cada insumo químico, utilizando a Equação (3). Foram necessários os valores de desvio padrão da média semanal de consumo, *lead time*, periodicidade, e fator de segurança, apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8: Dados necessários para cálculo do estoque de segurança**

Insumos Químicos	Desvio Padrão (Kg)	Desvio em relação à média	Lead Time (Semanas)	PP	Nível de serviço	Fator de Serviço
Cola	1443	14,73%	1	1	75%	0,674
Resistência à Seco	423	20,57%	2	1	75%	0,674
Anilina Amarela	135	52,35%	12	3	80%	0,842
Anilina Verde	108	15,97%	12	3	75%	0,674
Anilina Violeta	99	21,85%	12	3	75%	0,674
Antiespumante	197	16,96%	2	1	70%	0,524
Resistência à Umidade	535	21,41%	2	1	70%	0,524
Biocida	76	47,05%	3	1	75%	0,674
Desmoldante	87	31,81%	2	1	65%	0,385
Emulsão de Parafina	161	30,18%	2	1	65%	0,385

**Fonte: Autoria Própria**

Para saber o quão alto ou baixo era o valor do desvio padrão da média semanal de consumo, foi realizado uma proporção do valor do desvio padrão em relação à média. Pode-se notar valores altos, ultrapassando 50%. Os valores de *lead time* estão apresentados em semanas, e já são conhecidos e definidos em acordo pelo setor de Compras com os fornecedores. Os valores de PP se referem a periodicidade na qual o desvio padrão se refere, no caso, estão em semanas.

O nível de serviço foi definido pelo conjunto de duas condições. A primeira foi realizada pela classificação ABC. Os itens de classe A têm nível de serviço de 75%, os itens de classe B, possuem nível de serviço de 70%, enquanto os de classe C, possuem 65%. Porém, como existem itens que apresentam altos valores de desvio padrão, aqueles que tiverem percentuais de desvio em relação à média acima de 50%, terão como 80% de nível de segurança, como no caso da anilina amarela, os itens que apresentam valores entre 35% a 50%, terão 75% de nível de serviço. Os demais itens permanecem com os valores definidos pela classificação ABC.

A Tabela 9 apresenta o resultado do estoque de segurança para cada insumo químico.

**Tabela 9: Estoque de segurança**

Insumos Químicos	Estoque de Segurança (Kg)
<b>Cola</b>	973
<b>Resistência à Seco</b>	404
<b>Anilina Amarela</b>	227
<b>Anilina Verde</b>	145
<b>Anilina Violeta</b>	134
<b>Antiespumante</b>	146
<b>Resistência à Umidade</b>	397
<b>Biocida</b>	89
<b>Desmoldante</b>	47
<b>Emulsão de Parafina</b>	88

**Fonte: Autoria Própria**

Com os valores de estoque de segurança definidos. O próximo passo é saber qual o momento ideal para a realização de novos pedidos, a fim de que estes pedidos cheguem no exato momento em que o pedido anterior chegue ao fim, este é o chamado ponto de ressuprimento. Utilizou-se a Equação (4) para realizar o cálculo apresentado na Tabela 10.

**Tabela 10: Ponto de Ressuprimento**

<b>Insumos Químicos</b>	<b>Ponto de Ressuprimento (Kg)</b>
<b>Cola</b>	10.767
<b>Resistência à Seco</b>	4.518
<b>Anilina Amarela</b>	3.323
<b>Anilina Verde</b>	8.240
<b>Anilina Violeta</b>	5.575
<b>Antiespumante</b>	2.465
<b>Resistência à Umidade</b>	5.397
<b>Biocida</b>	576
<b>Desmoldante</b>	592
<b>Emulsão de Parafina</b>	1.155

**Fonte: Autoria Própria**

Com estoque de segurança e ponto de ressuprimento definidos é possível manter os níveis de estoques confiáveis e enxutos.

#### 4.4 PARÂMETROS PARA O MRP

Para realizar o cálculo do MRP é necessário a definição de alguns parâmetros, e a maioria deles se baseia na coleta de dados na empresa estudada. A partir da lista de produtos fabricados pela empresa, buscou-se as matérias primas utilizadas na fabricação.

Foram controlados os seguintes produtos: bandejas para ovos, estojo para ovos e bandejas para frutas. Para a fabricação destes produtos são necessárias a utilização de 10 matérias primas, como Anilina Amarela, Anilina Violeta, Anilina Verde, Cola, Resistencia à Seco, Emulsão de Parafina, Antiespumante, Biocida, Desmoldante e Resistência à Umidade.

Cada produto utiliza diferentes quantidades de matéria prima em sua produção, como as quantidades representam especificação de receitas e são considerados dados confidenciais, as tabelas seguintes apresentam os limites de especificação. A unidade de medida dos insumos é o quilograma por tonelada produzida. O item Desmoldante não apresenta especificação para a receita, porém é utilizado com frequência e varia dependendo do *feeling* do operadores, por isso a necessidade de ser controlado no MRP.

A Tabela 11 apresenta os limites de especificação para o produto Bandeja para Maçã produzido na máquina tipo 1.

**Tabela 11: Bandeja para Maça na M1**

<b>Bandeja para Maça na M1</b>	<b>Inferior (Kg/Ton)</b>	<b>Superior (Kg/Ton)</b>
<b>Anilina Violeta</b>	2,13	2,88
<b>Biocida</b>	0,43	0,58
<b>Cola</b>	12,75	17,25
<b>Resistência à Seco</b>	2,55	3,45
<b>Resistência à Umidade</b>	12,75	17,25
<b>Antiespumante</b>	2,13	2,88

**Fonte: Autoria Própria**

A Tabela 12 apresenta os limites de especificação para o produto Bandeja para Ovos produzido na máquina tipo 1.

**Tabela 12: Bandeja para Ovos na M1**

<b>Bandeja para Ovos na M1</b>	<b>Inferior (Kg/Ton)</b>	<b>Superior (Kg/Ton)</b>
<b>Anilina Verde</b>	3,40	4,60
<b>Anilina Violeta</b>	1,70	2,30
<b>Biocida</b>	0,43	0,58
<b>Cola</b>	18,70	25,30
<b>Resistência à Seco</b>	2,55	3,45
<b>Antiespumante</b>	2,13	2,88

**Fonte: Autoria Própria**

A Tabela 13 apresenta os limites de especificação para o produto Estojo modelo A para Ovos produzido na máquina tipo 1.

**Tabela 13: Estojo A para Ovos na M1**

<b>Estojo A para Ovos na M1</b>	<b>Inferior (Kg/Ton)</b>	<b>Superior (Kg/Ton)</b>
<b>Anilina Amarela</b>	5,10	6,90
<b>Anilina Verde</b>	3,40	4,60
<b>Biocida</b>	0,43	0,58
<b>Cola</b>	21,25	28,75
<b>Emulsão de Parafina</b>	5,95	8,05
<b>Resistência à Seco</b>	2,55	3,45
<b>Antiespumante</b>	2,13	2,88

**Fonte: Autoria Própria**

A Tabela 14 apresenta os limites de especificação para o produto Bandeja para Ovos produzido na máquina tipo 2.

**Tabela 14: Bandeja para Ovos na M2**

<b>Bandeja para Ovos na M2</b>	<b>Inferior (Kg/Ton)</b>	<b>Superior (Kg/Ton)</b>
<b>Anilina Verde</b>	3,40	4,60
<b>Anilina Violeta</b>	1,70	2,30
<b>Biocida</b>	0,43	0,58
<b>Cola</b>	18,70	25,30
<b>Antiespumante</b>	2,13	2,88

Fonte: Autoria Própria

A Tabela 15 apresenta os limites de especificação para o produto Estojo A para Ovos produzido na máquina tipo 2.

**Tabela 15: Estojo A para Ovos na M2**

<b>Estojo A para Ovos na M2</b>	<b>Inferior (Kg/Ton)</b>	<b>Superior (Kg/Ton)</b>
<b>Anilina Amarela</b>	5,10	6,90
<b>Anilina Verde</b>	3,40	4,60
<b>Biocida</b>	0,43	0,58
<b>Cola</b>	17,00	23,00
<b>Antiespumante</b>	2,13	2,88
<b>Emulsão de Parafina</b>	5,95	8,05
<b>Resistência à Seco</b>	2,55	3,45

Fonte: Autoria Própria

A Tabela 16 apresenta os limites de especificação para o produto Estojo B para Ovos produzido na máquina tipo 2.

**Tabela 16: Estojo B para Ovos na M2**

<b>Estojo B para Ovos na M2</b>	<b>Inferior (Kg/Ton)</b>	<b>Superior (Kg/Ton)</b>
<b>Anilina Amarela</b>	5,10	6,90
<b>Anilina Verde</b>	3,40	4,60
<b>Biocida</b>	0,43	0,58
<b>Cola</b>	17,00	23,00
<b>Antiespumante</b>	2,13	2,88
<b>Emulsão de Parafina</b>	5,95	8,05
<b>Resistência à Seco</b>	2,55	3,45

Fonte: Autoria Própria

A partir destes dados foram montadas as árvores das famílias contendo a explosão dos itens pais e filhos, com a especificação superior para cada matéria

prima, utilizando o *software Bizagi Process Modeler*. As árvores de famílias estão no Apêndice I ao VI.

A empresa estudada trabalha com produtos MTO e MTS. Os produtos MTO apresentam uma demanda previamente conhecida, porém são produzidos apenas com pedidos fechados com clientes, estes produtos são os estojos para ovos, do modelo A e B, produzidos na máquina 1 e 2. Já os produtos MTS são produzidos para estoque, e sua produção é baseada em uma previsão de vendas, estes produtos são classificados como *commodities*, entre eles estão as bandejas para ovos e maçãs.

O *lead time* e o lote mínimo são valores já determinados pelos próprios fornecedores. Estes dados podem sofrer alteração, porém apenas após acordo firmado entre o setor de Compras da empresa estudada e seus fornecedores. A Tabela 17 apresenta os dados de *lead time* e lote mínimo.

**Tabela 17: Lead time e lote mínimo de compras**

Insumos Químicos	Lead time (Semana)	Lote mínimo (kg)
Anilina Amarela	12	1000
Anilina Violeta	12	1000
Anilina Verde	12	1000
Cola	1	11500
Resistência à Seco	2	1000
Emulsão de Parafina	2	1000
Antiespumante	2	1000
Biocida	3	1000
Desmoldante	2	1000
Resistência à Umidade	2	1000

Fonte: Autoria Própria

Ter os parâmetros para o MRP bem definidos é de grande importância, pois eles são a base para o cálculo do MRP.

#### 4.5 MRP

As seções anteriores definiram os parâmetros e buscaram as informações necessárias para realizar o cálculo do MRP. Após o tratamento dos dados, foi verificado o alto volume de estoques e o baixo controle dos mesmos, e este foi o principal motivo para a necessidade da criação da metodologia do MRP.

O cálculo do MRP necessita ocorrer de maneira informatizada, para agilizar o trabalho e aumentar a confiabilidade dos dados. A partir disto, foram criadas planilhas no *software Excel 2013*.

Para atender as necessidades da empresa estudada, a planilha calculou as necessidades dos insumos químicos e priorizou a produção de produtos, de acordo com o plano semanal de produção da empresa. Para este exemplo, a prioridade de produção definida está apresentada na Tabela 18.

**Tabela 18: Prioridade de produção**

Produto	Máquina	Quantidade (Kg)
<b>Estojo B para Ovos</b>	M2	100.000
<b>Bandeja para Maça</b>	M1	230.000
<b>Bandeja para Ovos</b>	M1	200.000
<b>Estojo A para Ovos</b>	M2	60.000
<b>Bandeja para Ovos</b>	M2	90.000
<b>Estojo A para Ovos</b>	M1	185.000

Fonte: Autoria Própria

Os parâmetros necessários para o cálculo do MRP foram reunidos em uma única planilha para facilitar a busca por dados. Nesta planilha, apresentada no Apêndice VII, o valor do *lead time* de cada insumo está somado com uma semana para levar em consideração o *lead time* de produção.

A Tabela 19 apresenta o ponto zero para o início do MRP.

**Tabela 19: Ponto zero cálculo do MRP**

Produto:	Estojo B para Ovos						
Máquina:	M2						
Semana da Produção:	30						
Quantidade (kg):	100.000						
Matérias Primas	Quantidade Necessária Bruta	Estoque Atual	Estoque de Segurança	Estoque Disponível	Necessidade Líquida de Compras	Semana de Compra	Sobra de Estoque
Anilina Amarela	690	5100	227	4873	0	0	4183
Anilina Violeta	0	1500	134	1366	0	0	1366
Anilina Verde	460	3600	145	3455	0	0	2995
Cola	2300	11700	973	10727	0	0	8427
Resistência à Seco	345	2600	404	2196	0	0	1851
Emulsão de Parafina	805	3000	88	2912	0	0	2107
Antiespumante	288	2000	146	1854	0	0	1567
Biocida	58	950	89	861	0	0	803
Desmoldante	0	550	47	503	0	0	503
Resistência à Umidade	0	7000	397	6603	0	0	6603

Fonte: Autoria Própria

Inicia-se inserindo o que, quando e quanto deseja-se produzir do primeiro produto priorizado nos campos “Produto”, “Máquina”, “Semana da Produção”, e “Quantidade (Kg)”. A partir disto, a planilha busca os valores da especificação do

consumo disponíveis no Apêndice VII, multiplica o valor da especificação pela quantidade a ser produzida e divide por 1.000.

Em seguida, insere-se nas células de “Estoque Atual” os valores de estoques disponíveis para uso no Almoxarifado, os valores inseridos neste exemplo são ilustrativos para fins de cálculo. O “Estoque de Segurança” já foi definido anteriormente. O “Estoque Disponível” é a diferença entre o estoque atual e o estoque de segurança, representando apenas aquilo que está disponível para uso.

A “Necessidade Líquida de Compras” é a diferença entre a quantidade necessária bruta e o estoque disponível. Se o estoque for maior que a necessidade bruta, então a planilha avalia a necessidade como zero. Se houver necessidade de compras, a “Semana de Compra” é o cálculo da semana de produção menos o *lead time*, mas esta célula foi colocada por produto apenas caso haja urgência na produção de um produto e seja preciso comprar fora do normal.

A “Sobra de Estoque” é a diferença entre o estoque disponível e a quantidade necessária bruta. Esta sobra de estoque será considerada como o estoque disponível para o próximo produto da lista de prioridades. Como no exemplo, o próximo item é Bandeja para Maçã na máquina 1. A Tabela 20 apresenta o cálculo deste item.

**Tabela 20: Cálculo para Bandeja para Maçã na máquina 1**

<b>Produto:</b>	Bandeja para Maçã				
<b>Máquina:</b>	M1				
<b>Semana da Produção:</b>	30				
<b>Quantidade (kg):</b>	230.000				
Matérias Primas	Quantidade Necessária Bruta	Estoque Disponível	Necessidade Líquida de Compras	Semana de Compras	Sobra de Estoque
Anilina Amarela	0	4183	0	0	4183
Anilina Violeta	661	1366	0	0	705
Anilina Verde	0	2995	0	0	2995
Cola	3968	8427	0	0	4459
Resistência à Seco	794	1851	0	0	1058
Emulsão de Parafina	0	2107	0	0	2107
Antiespumante	661	1567	0	0	905
Biocida	132	803	0	0	671
Desmoldante	0	503	0	0	503
Resistência à Umidade	3968	6603	0	0	2635

Fonte: Autoria Própria

Como pode-se perceber, o estoque disponível da Tabela 20 apresenta os mesmos valores da sobra de estoque do produto anterior, e realiza o cálculo da

mesma forma. E assim realiza o cálculo para todos os demais produtos. Mais detalhes, incluindo o cálculo completo, estão disponíveis no Apêndice VIII.

Por fim, teremos as necessidades líquidas de compras de todos os produtos daquela semana, no caso do exemplo, semana 30. A Tabela 21 apresenta um resumo das necessidades de compras da semana.

**Tabela 21: Resumo das necessidades de compras da semana**

Semana da Produção: 30			
Matérias Primas	Necessidade Bruta de Compras	Necessidade de Compras	Semana de Compra
Anilina Amarela	0	0	0
Anilina Violeta	0	0	0
Anilina Verde	0	0	0
Cola	9576	11500	28
Resistência à Seco	477	1000	27
Emulsão de Parafina	0	0	0
Antiespumante	633	1000	27
Biocida	0	0	0
Desmoldante	0	0	0
Resistência à Umidade	0	0	0

Fonte: Autoria Própria

A célula de “Necessidade Bruta de Compras” é a soma das necessidades líquidas de compras de todos os produtos da semana 30. Porém, é preciso levar em consideração o lote mínimo de compras dos itens, e para isso foi criada a coluna da “Necessidade de Compras”, apresentando a real quantidade que será comprada. Por exemplo, para o item Cola, é necessário comprar 9.576 Kg, porém seu lote mínimo é de 11.500 Kg, então este será o valor real da compra e, a requisição de compra deverá ser realizada na semana 28, para que seja possível chegar na semana 30 para a produção.

Para ter visão do horizonte do planejamento, foram criadas cinco planilhas, como a apresentada anteriormente, para ter uma visão de cinco semanas. A próxima tabela leva em consideração a sobra de estoque da semana anterior mais os recebimentos programados. Supondo que a semana 31 apresenta a mesma priorização dos produtos mas com quantidades diferentes, a Tabela 22 apresenta o exemplo do início do cálculo para a semana 31.

Tabela 22: Cálculo para próxima semana

<b>Produto:</b>	Estojo B para Ovos						
<b>Máquina:</b>	M2						
<b>Semana da Produção:</b>	31						
<b>Quantidade (kg):</b>	90.000						
Matérias Primas	Quantidade Necessária Bruta	Estoque Atual	Recebimentos Programados	Estoque Disponível	Necessidade Líquida de Compras	Semana de Compra	Sobra de Estoque
Anilina Amarela	621	2492	0	<b>2492</b>	0	0	1871
Anilina Violeta	0	38	0	<b>38</b>	0	0	38
Anilina Verde	414	534	0	<b>534</b>	0	0	120
Cola	2070	0	11500	<b>11500</b>	0	0	9430
Resistência à Seco	311	0	1000	<b>1000</b>	0	0	690
Emulsão de Parafina	725	135	0	<b>135</b>	590	28	0
Antiespumante	259	0	1000	<b>1000</b>	0	0	741
Biocida	52	363	0	<b>363</b>	0	0	312
Desmoldante	0	503	0	<b>503</b>	0	0	503
Resistência à Umidade	0	2635	0	<b>2635</b>	0	0	2635

.Fonte: Autoria Própria

O “Estoque Atual” da semana 31 é a sobra de estoque do produto Estojo A para Ovos da máquina 1 da semana 30. Os “Recebimentos Programados” são os valores das compras realizadas na Tabela 21, e o “Estoque Disponível” é a soma do estoque atual mais recebimentos programados. A partir disso, o restante dos cálculos são iguais aos já apresentados.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 CONDIÇÃO ATUAL

A condição atual do controle de estoques de matérias primas da empresa apresenta valores bem elevados de insumos em estoques, como número de conferências e inventários do estoque. Realizar inventários em excesso gera custos desnecessários, e então foram definidos que os inventários serão semanais. Como Hamad e Gualdab (2010) enunciou que o nível médio de inventários é calculado a partir da chegada de materiais, *lead time*, e tamanho dos lotes de entregas.

Ainda segundo Hamad e Gualdab (2010), um bom gerenciamento de estoques reduz o número excessivo de inventários e aumenta a confiabilidade das contagens realizadas, sem a ocorrência de grandes divergências nos estoques. Como os *lead times* são estipulados em semanas, os produtos terão suas entregas realizadas semanalmente. Então, o ideal será realizar um inventário por semana dos insumos químicos, como também utilizar a mesma periodicidade para gerar o MRP.

Percebe-se a ocorrência de altos níveis de estoques, mas eles podem ser explicados devido ao baixo controle dos estoques, e por precaução, para que não haja falta de matéria prima, acaba-se comprando em excesso. Porém altos níveis de estoques geram custos desnecessários, além da ocupação física. Por isso foi necessário realizar uma gestão de estoques na empresa, para ter apenas as quantidades de insumos necessários e capazes de suprir as incertezas de demanda.

Para evitar as divergências de estoque, a sugestão é criar rotinas e procedimentos para que as transferências de insumos dentro do sistema ocorram simultaneamente com as transferências físicas. E criar dentro do sistema um bloqueio do lote que não foi transferido do almoxarifado para a produção.

### 5.2 ACURÁCIA DA PREVISÃO DA DEMANDA

A previsão da demanda é considerada a base para o planejamento e controle da produção. Ela é a principal fonte de informação para que o PCP consiga desenvolver suas atividades. E o MRP depende das informações fornecidas pelo PCP para gerar as necessidades de compras; previsões muito divergentes do real podem gerar excesso ou falta de estoques.

Para Ritzman E Krajewski (2008), a previsão da demanda é considerada uma estimativa futura. E segundo Petroni e Rizzi (2001) o MRP pretende assegurar que as empresas tenham estoque suficiente para atender as demandas de produção.

A previsão da demanda precisa atender o mercado e lidar com suas flutuações. Essas incertezas são propagadas por toda a cadeia de suprimentos, tornando a gestão de estoques uma atividade muito complexa (LUSTOSA et al, 2008), e conseqüentemente torna o cálculo do MRP complexo e incerto.

Ao prometer prazos de entrega aos clientes, é necessário que os mesmos sejam cumpridos. Como as demandas de produção são baseadas na previsão da demanda, tem-se a importância do cálculo da acurácia da previsão da demanda, para apurar a confiabilidade dos dados disponíveis e deixar os níveis de estoques baixos, mas sem comprometer os prazos de entregas aos clientes.

O mercado no qual está situada a empresa estudada apresenta alguns produtos que sofrem muito com sazonalidades, por se tratar de embalagens para frutas depende de questões climáticas para ter boas safras. A partir destas incertezas de mercado, foi realizado o cálculo do erro da previsão.

O erro da previsão da demanda é repassado para o PCP, que gera erros na previsão de produção e, por conseqüência, erros no cálculo do MRP. Esse erro pode gerar excesso ou falta de estoque. Mas o erro médio encontrado nos resultados foi de -5%, o que é considerado satisfatório, visto a grande sazonalidade que a empresa enfrenta todos os anos. O erro negativo significa que, em média, as vendas reais não atingem a previsão de vendas. Mas o valor de erro encontrado foi baixo, então ele não irá interferir nos cálculos da gestão do estoque.

### 5.3 GESTÃO DE ESTOQUES

Ao realizar a análise da condição atual do controle de matérias primas da empresa estudada, foi constatada a necessidade de realizar a gestão de estoque desses itens. Devido à realização do controle ineficiente do estoque, e para não existir ocorrências de falta de matéria prima, a condição inicial da empresa era manter os níveis de estoque altos. Mas isso gera custo excessivo e ocioso, além da grande ocupação física desses produtos.

São muitos os itens utilizados para a fabricação das embalagens de polpa moldada, como os insumos químicos, aparas de papel, tintas para artes gráficas, embalagens plásticas, paletes. Mas, para este estudo, foram considerados apenas

aqueles utilizados como matéria prima para a preparação da massa, no caso, os 10 insumos químicos.

Mesmo sendo pequeno o número de itens controlados, foram definidas prioridades com a utilização da ferramenta da curva ABC, pois segundo Slack et al. (2002), alguns itens são mais importantes que outros, e são diferenciados pela sua movimentação de valor. Os itens A são os mais importantes, dentre eles a cola, resistência à seco, e as anilinas. Mas segundo Lustosa et al (2008), não se deve dar pouca atenção aos itens de classe C, já que eles também são necessários para a produção e, a falta deles, pode comprometer a produção final. Os produtos na classe C são desmoldante e a emulsão de parafina, itens pouco utilizados pela produção.

Como disse Kumar e Evers (2015), a maioria das organizações toma decisões de estoques baseada nos registros históricos. Então os cálculos da gestão de estoques foram baseados no consumo de insumos químicos do último ano. Este período foi escolhido devido ao crescimento e à sazonalidade que a empresa enfrentava. Dados mais antigos podem gerar muitas distorções da realidade. O *lead time* foi definido em semanas, então todos os demais cálculos dos níveis de estoques foram calculados em semanas.

A curva ABC foi utilizada como ferramenta de priorização, então utilizou-se o seu resultado para definir os níveis de serviços. Os valores foram definidos a partir de conversas com pessoas envolvidas no ambiente industrial, principalmente, com controle de estoque. Estoque é considerado como dinheiro parado, é produto à espera para ser utilizado na produção ou ser vendido, então o objetivo é tentar reduzir ao máximo os estoques sem riscos de faltas de materiais.

Níveis de serviço entre 90% e 95% dificilmente são utilizados, apenas para materiais muito importantes e valiosos. Os percentuais dos níveis de serviço foram definidos a partir de valores coerentes com a realidade da indústria. Porém, ao perceber desvios muito altos em relação à média semanal de consumo, foi decidido verificar o quanto o desvio padrão representava da média. Ao encontrar valores altos, acima de 30%, decidiu-se adotar uma segunda regra para definir os níveis de serviços, e assim garantir maior confiabilidade nos níveis de estoques.

Um exemplo, é o item da anilina amarela. Ela apresenta o valor de 258 Kg como média de consumo semanal, porém o desvio padrão deste item é de 135, o que representa 52,35% da média de consumo. Um dos motivos desta realidade é pelos pedidos dos clientes; há meses em que são vendidos mais estoques para ovos

amarelos, no entanto em outros meses, são vendidos mais estojos verdes. O valor do desvio é menor, por exemplo, com a anilina violeta, pois é usada para produzir bandeja de maçã, que apresenta produção mais equilibrada com relação às demais cores.

A importância de manter estoques de segurança definidos se dá pelas incertezas de mercado e por problemas inerentes ao processo, e para não interromper a produção por falta de material (CORRÊA et al, 2012). Porém os estoques de segurança não podem ser muito altos ou baixos, e para ter a confirmação se estes valores estavam condizentes com a realidade, foi conversado com pessoas do ambiente industrial com experiência na área. Assim, foi possível definir os valores de PP, por exemplo.

Tão importante quanto ter definido os estoques de segurança, é definir junto aos fornecedores os *lead times* e, definir os pontos de ressuprimento, para que as novas matérias primas cheguem antes do pedido anterior acabar. Assim se assegura que não haja problemas com a falta de matérias primas.

A empresa estudada possui sazonalidades e, conseqüentemente, com variações no *mix* de produtos fabricados semanalmente. É importante a criação de procedimentos sobre como definir os níveis de estoques, para que periodicamente possam ser revistos os valores dos níveis de estoques e assim, aumentar a confiabilidade dos dados.

#### 5.4 PARÂMETROS PARA O MRP

Esteves (2007) menciona sobre a necessidade de conhecer e definir os itens de demanda dependente e independente. Esta foi a primeira ação realizada neste trabalho. Os itens de demanda independente são os produtos comercializados pela fábrica, como as bandejas para ovos, bandejas para maçãs e estojos para ovos. Já os itens de demanda dependente são aqueles que dependem da demanda dos produtos, como os itens de matérias primas.

O próximo passo foi definir a lista de materiais, como apresentou Giacon e Mesquita (2011), sendo ela um dos itens base para gerar o MRP. Dentre as matérias primas que compõem os produtos da empresa estudada, optou-se pelos insumos químicos devido à necessidade da empresa em controlá-los de maneira mais eficiente, pois representam alto valor parado em forma de estoque.

A realização da explosão dos itens pais e filhos para cada produto é necessária para facilitar a visualização da relação entre os itens. As receitas dos

produtos são muito próximas, tanto em sua composição quanto em suas quantidades. Mas isto não significa que podemos tratar todos como pertencentes a uma única família, pois dentro de cada família de produtos temos variações de tamanhos.

Corrêa et al. (2012) sustentam que devem ser conhecidos todos os componentes de um determinado produto, bem como os tempos de obtenção de cada um deles. No caso da empresa estudada, o *lead time* de produção é de aproximadamente uma semana, considerando tempos de fila na programação do pedido, tempos de produção em máquina, tempo de cura e tempos de testes de qualidade. Para o cálculo do MRP foi adicionado o valor de uma semana do *lead time* de produção ao *lead time* dos fornecedores.

## 5.5 MRP

A geração de altos níveis de estoques foi ocasionada pela falta de controle do estoque, e pela insegurança em manter os níveis de estoques otimizados com ferramentas manuais e acabar faltando insumos químicos para produção em determinado momento.

A ferramenta encontrada para solucionar o problema com elevados custos com manutenção de estoques foi o MRP. Segundo Petroni e Rizzi (2001), o MRP auxilia determinar quando e quanto comprar de cada material. E este é o principal objetivo atualmente.

Segundo Moraes (2007), no nível tático concentram-se as decisões sobre o momento da produção, e definem o que e quando comprar e produzir. E o MRP é a ferramenta que permite ter esta visão a curto prazo, e auxiliar o PCP a não gerar estoques de maneira excessiva.

Esta metodologia permite que empresa tenha visão de cinco semanas. Um exemplo seria rodar o MRP na primeira semana do mês, baseando-se no plano de produção e no decorrer das semanas, rodar o MRP novamente para que seja realizado os ajustes necessários. Isto minimiza o retrabalho que existia antes, e reduz o número de conferências realizadas.

O MRP realiza o planejamento das necessidades de compras. Mas a metodologia desenvolvida visa além de planejar as compras de materiais, realizar a priorização dos produtos segundo o plano semanal da produção. E a partir disso, destinar os insumos químicos disponíveis de forma prioritária para os produtos que apresentam maior importância na produção.

Os produtos apresentam receitas parecidas, utilizando, na maioria das vezes, muitos insumos químicos em comum. A metodologia relaciona todos os produtos que serão produzidos na mesma semana, de maneira com que a sobra de estoque após a priorização do primeiro produto seja o estoque disponível para o próximo.

Como os produtos estão interligados na metodologia, se, em uma determinada semana, surgirem pedidos que precisem ser atendidos com urgência, com esta metodologia é possível verificar se há matéria prima suficiente para a sua produção antes das demais prioridades. Assim pode-se atender ao pedido e ao prazo do cliente.

Devido às incertezas de mercados e aos problemas inerentes ao processo, e para não interromper a produção por falta de produção, como afirmam Corrêa et al. (2012), foi descontado, de cada insumo químico, o estoque de segurança do estoque atual. Assim o estoque disponível representa apenas os insumos que estão disponíveis para uso e tem-se o estoque de segurança à disposição para eventuais ocorrências.

Para o cálculo do MRP, as quantidades de produção foram tratadas em lotes semanais. Então o *lead time* de produção foi definido como uma semana e somado ao *lead time* dos fornecedores, para que seja possível que a matéria prima esteja disponível para a produção conforme a programação.

## 5.6 SÍNTESE DA DISCUSSÃO

No decorrer da pesquisa, foi verificada a existência de altos níveis de estoque na empresa estuda, confirmando assim, que a ferramenta do MRP foi essencial para realizar o planejamento das compras de matérias primas e, a partir disto, ajustar os níveis de estoques para níveis mais baixos e aceitáveis.

A análise da acurácia da previsão da demanda se mostrou satisfatória, mostrando que a previsão da demanda não apresentava grandes erros, e que não eram repassados aos planos de produção. Então, este não era o maior motivo pelo qual os níveis de estoques estavam altos.

Esses altos níveis se davam pela falta da gestão de estoques e consequentemente, pela falta de confiabilidade nos dados, o que por segurança, ocasionava a compra excessiva de matérias primas para não parar a produção. A sugestão da implementação da gestão de estoques e criação de procedimentos

diminuiu o número de inventários realizados e as divergências de estoque, o que aumentou a confiabilidade dos dados do sistema.

A curva ABC fez a classificação dos insumos químicos, e a partir desta classificação foram definidos os níveis de serviço para calcular os estoques de segurança. Porém todos os insumos tem sua importância, a falta de qualquer um deles representa em parada da produção. O estoque de segurança aumenta a confiabilidade quando acontecer problemas no processo ou incertezas de demanda, eles são problemas inevitáveis, mas a empresa precisa criar meios para conviver com eles.

Outro ponto positivo foi ter especificações bem definidas para os produtos e a produção seguir estes padrões. Assim, é possível saber que realmente cada matéria prima será utilizada no momento determinado.

A metodologia para o MRP permitiu ter uma visão do curto prazo, em cinco semanas, realizar o planejamento das compras dos insumos químicos e priorizar a produção dos produtos de acordo com o plano de produção. Isso reduziu o trabalho com as conferências realizadas anteriormente, onde era necessário realizar várias conferências semanais e agora o MRP irá rodar semanalmente.

A facilidade que a metodologia tem de permitir a priorização dos produtos conforme o plano de produção ou urgência, se surgirem pedidos novos, faz com que seja possível produzir o pedido e atender aos prazos dos clientes sem alterar de maneira drástica o plano de produção.

## 6 CONCLUSÕES

O trabalho abordou a utilização da metodologia do sistema MRP para realizar o planejamento das compras dos insumos químicos como forma de manter os níveis de estoques confiáveis e enxutos. Esta metodologia criou uma forma de priorizar a destinação dos insumos químicos disponíveis para os produtos mais importantes, conforme consta no plano de produção.

A criação da metodologia para o cálculo do MRP pôde atender ao objetivo geral do trabalho. Bem como a análise da acurácia da previsão da demanda, as definições de estoques de segurança e ponto de ressuprimento para a gestão de estoques e as estruturações dos parâmetros para o MRP puderam atender aos objetivos específicos.

A redução de estoques virá como consequência da gestão de estoques atrelada à ferramenta do MRP, após a definição de estoques de segurança e pontos de ressuprimento, visto que os insumos químicos chegarão apenas quando necessário. E com a aplicação da metodologia, os materiais serão comprados apenas quando necessários, o que aumentará o giro de estoque. A redução de estoques representa redução de custos com insumos químicos parados em estoques, custos com manutenção de estoques e redução da ocupação física.

As principais dificuldades encontradas foram com relação a coleta inicial dos dados e com criação da metodologia do MRP. Uma sugestão para trabalhos futuros é a adesão das demais matérias primas ao sistema MRP.

## REFERÊNCIAS

AKILLIOGLU, Hakan. FERREIRA, João. ONORI, Mauro. **Demand responsive planning: workload control implementation**. Assembly Automation, Estocolmo, Suécia, 2013. Disponível em <[www.emeraldinsight.com/0144-5144.htm](http://www.emeraldinsight.com/0144-5144.htm)> Acesso em 07 de Novembro de 2015.

ALMEIDA, Rodrigo Pessoto. **Custos de produção e previsão de demanda: uma abordagem voltada aos planejamento e controle da capacidade produtiva**. 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/101204>> Acesso em 08 de Novembro de 2015.

ALVES, Lucas Gomes. **Proposta de Planejamento Estratégico da Produção como uma alternativa de melhoria produtiva no processo de beneficiamento de granito**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia e Computação. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. São Mateus, 2012. Disponível em <[http://www3.ceunes.ufes.br/downloads/16/engprod-TCC\\_Lucas\\_Gomes\\_Alves\\_2012\\_1.pdf](http://www3.ceunes.ufes.br/downloads/16/engprod-TCC_Lucas_Gomes_Alves_2012_1.pdf)> Acesso em 12 de Setembro de 2015.

ALVIM, Alisson C. **Planejamento e Controle da Produção II**. Itaúna - MG, 2009. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/116308331/ApostilaPlanejamento-e-Controlde-da-Producao-II-AlissonCanaan-Alvim>>. Acesso em 15 de Setembro de 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS – ABRE 2015. O Setor. Disponível em: <<http://www.abre.org.br>>. Acesso em 05 de Setembro de 2015.

CANEVER, Mario Duarte. HANS C.M. Van Trip. BEERS, George. **The emergent demand chain management: key features and illustration from the beef business**. Supply Chain Management: An International Journal, 2008. Disponível em <[www.emeraldinsight.com/1359-8546.htm](http://www.emeraldinsight.com/1359-8546.htm)> Acesso em 01 de Novembro de 2015.

CORRÊA, Henrique L; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2ª Edição, São Paulo: Atlas 2013.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: Conceitos, uso e**

implementação: Base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão. 5ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2012.

DÍAZ, Isabel María Rosa. **Demand restrictions in price based decisions: managers versus consumers.** Journal of Product & Brand Management, Sevilha, Espanha, 2006. Disponível em <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/10610420610668658>> Acesso em 01 de Novembro de 2015.

DINI, Adriano. **Sistemas avançados de planejamento e programação da produção:** Uma aplicação na indústria de automação bancária. 2008. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração de Empresas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/18064>>. Acesso em 12 de Outubro de 2015.

DISNEY, Stephen M; MALTZ, Arnold; WANG, Xun; WARBURTON, Roger D. H. **Inventory management for stochastic lead times with order crossovers.** European Journal Of Operational Research, p. 473-486. 26 de Julho de 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221715006815>>. Acesso em 20 de Novembro de 2015.

ESTEVEES, Vinicius Rodrigues. **UTILIZAÇÃO DO MRP COMO FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS:** Estudo de caso. 2007. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007. Disponível em: <[http://www.ufjf.br/ep/files/2009/07/tcc\\_junho2007\\_vinicius.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2009/07/tcc_junho2007_vinicius.pdf)>. Acesso em 11 de Outubro de 2015.

FURTADO, Maurício Rocha. **APLICAÇÃO DE UM MODELO DE PREVISÃO DA DEMANDA TOTAL NOS CREDENCIADOS BELGO PRONTO.** 2007. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007. Disponível em: <[http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2006\\_3\\_Mauricio.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2006_3_Mauricio.pdf)>. Acesso em 12 de Novembro de 2015.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações.** 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2002. 598 p.

GIACON, Edivaldo; MESQUITA, Marco Aurélio de. **Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista.** Gest.

Prod., [s.l.], v. 18, n. 3, p.487-498, 2011. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2011000300004>>. Acesso em 20 de Abril de 2016.

GUPTA, Surendra M.; AL-TURKI, Yousef A.y.; PERRY, Ronald F. **Flexible kanban system**. International Journal Of Operations & Production Management. USA, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/01443579910271700>>. Acesso em 12 de Outubro de 2015.

HAMAD, Ricardo; GUALDAB, Nicolau Dionísio Fares. **Modelagem de redes logísticas com custos de inventário calculados a partir da cobertura de estoque**. Revista Produção Online, mai. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/prod/2011nahead/aop\\_T6\\_0006\\_0324.pdf](http://www.scielo.br/pdf/prod/2011nahead/aop_T6_0006_0324.pdf)>. Acesso em: 16 de Fevereiro de 2016.

HONAISSER, Eduardo Henrique Rangel; SAUAIA, Antonio Carlos Aidar. **Desenvolvimento e esenvolvimento aplicacao de um modelo para previsao de demanda em jogos de empresas**. Rac - Electronica, Curitiba, v. 3, n. 2, p.470-485, dez. 2008. Disponível em: <<http://go.galegroup.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA202074123&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=fulltext&issn=19815700&p=AONE&sw=w&authCount=1&isAnonymousEntry=true>>. Acesso em 20 de Abril de 2016.

JAPPUR, Rafael Fey; CAMPOS, Lucila M. de Souza; HOFFMAN, Valmir Emir; SELIG, Paulo Maurício. **A visão de especialistas sobre a sustentabilidade corporativa frente às diversas formações de cadeias produtivas**. Revista Produção Online, v. 8, n. 3, 1 out. 2008. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. DOI: 10.14488/1676-1901.v8i3.129. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/129>>. Acesso em 19 de Setembro de 2015.

JU, Fen; LI, Jingshan; XIAO, Guoxian; ARINEZ, Jorge; DENG, Weiwen. **Modeling, analysis, and improvement of integrated productivity and quality system in battery manufacturing**. IIE Transactions. Philadelphia, p. 1313-1328. fev. 2015. Disponível em: <[http://apps-webofknowledge.ez48.periodicos.capes.gov.br/full\\_record.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=1EACJwvpl3cD9TtkxP2&page=1&doc=1](http://apps-webofknowledge.ez48.periodicos.capes.gov.br/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=1EACJwvpl3cD9TtkxP2&page=1&doc=1)>. Acesso em 08 de Novembro de 2015.

KUMAR, Anupam; EVERS, Philip T. **Setting safety stock based on imprecise records**. Int. J. Production Economics. p. 68-75. jul. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527315002662>>. Acesso em 02 de Novembro de 2015.

LATIFOGLU, Çagri. BELOTTI, Pietro. SNYDER, Lawrence. V. **Models for Production Planning under Power Interruptions**. Wiley Periodicals, Inc. Naval Research Logistics, Pennsylvania, 2013. Disponível em <[wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)> Acesso em 25 de Outubro de 2015.

LOPES, José Roberto. **Tratamento da contabilidade de custos em duas empresas que implementaram "just in time"**.1995. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/56184>>. Acesso em: 20 de Abril de 2016

LUSTOSA, Leonardo; MESQUITA, Marco A.; QUELHAS, Osvaldo; OLIVEIRA, Rodrigo J. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MELO, Daniela de C.; ALCÂNTARA, Rosane L. C. **Proposição de um modelo para a gestão da demanda**: um estudo entre os elos atacadista e fornecedores de produtos de mercearia básica. Revista Gestão da Produção, São Carlos, v. 19, n. 4, 2012. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2012000400008&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2012000400008&lang=pt)> Acesso em 11 de Outubro de 2015.

MORAES, Rosa Maria de Matos. **Procedimentos para o processo de planejamento da construção**: estudo de caso. 2007. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007. Disponível em: <[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/SCAR\\_31ac1fcf6f7c0f8e404d8ae6c277e1c9](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/SCAR_31ac1fcf6f7c0f8e404d8ae6c277e1c9)>. Acesso em: 20 de Abril de 2016.

MOREIRA, Arielle Meireles; SILVA, Raquel Soares da; PALMA, Manuel Antonio Molina. **Análise de gerenciamento de tempo aplicado a um projeto de petróleo**. Revista de Gestão e Projetos, [s.l.], v. 1, n. 2, p.128-146, dezembro 2010. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/gep.v1i2.19>. Disponível em: <<http://www.revistagep.org/ojs/index.php/gep/article/view/19>> Acesso em 25 de Abril de 2016.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learninh, 2013. 624 p

MORETTI, Diego de Carvalho. **Gestão de Suprimentos em um Operador Logístico**. 2005. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em:

<<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000374027>>. Acesso em: 11 de Outubro de 2015.

NETO, Mário S. PIRES, Silvio R. I. **Medição de desempenho em cadeias de suprimentos**: um estudo na indústria automobilística. Revista Gestão da Produção, São Carlos, v. 19, n. 4, p. 733-746, 2012. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2012000400006&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2012000400006&lang=pt)>. Acesso em 25 de Outubro de 2015.

OLIVEIRA, André Luiz Pestana de; SILVEIRA, Marco Antonio Pinheiro da. **ERP in the production area: user's opinions about needs being met**. Jistem Journal Of Information Systems And Technology Management, [s.l.], v. 7, n. 3, p.517-544, dez. 2010. TECSI. <http://dx.doi.org/10.4301/s1807-17752010000300002>. Disponível em: <<http://www.jistem.fea.usp.br/index.php/jistem/article/view/10.4301%252FS1807-17752010000300002>>. Acesso em: 25 de Abril de 2016.

PADRON, Mario; RESTO, Pedro; MUÑOZ, Jennifer. **A fast LP-based solution to the production planning problem with capacity constraints including setup considerations**. Journal Of Manufacturing Technology Management. P. 253-266. Maio 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/17410381211202223>>. Acesso em 20 de Setembro de 2015.

PETRONI, Alberto. RIZZI, Antonio. **Antecedents of MRP adoption in small and médium sized firms**, Benchmarking. An International Journal, Parma, Itália, 2001. Disponível em <<http://www.emerald-library.com/ft>>. Acesso em 07 de Novembro de 2015.

PFEIFFER, Esther. KERN, Andreas. **Modern production of heavy plates for construction applications** – controlling production processes and quality. Journal Production and Operations Management, Duisburg, Alemanha, 2014. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/stco.201420020/abstract>>. Acesso em 13 de Setembro de 2015

PHRUKSAPHANRAT, Busaba. OHSATO, Ario. YENRADEE, Pisal. **Aggregate production planning with fuzzy demand and variable system capacity based on theory of constraints measures**. International Journal of Industrial Engineering, Pathumtani, Tailândia, 2011. Disponível em <[www.emeraldinsight.com/1943-470X.htm](http://www.emeraldinsight.com/1943-470X.htm)> Acesso em 12 de Outubro de 2015.

PONTES, Glaucus Vinicius Casseb; SEGUNDO, Pojucan Veiga Pereira. **Aplicação do MRP a uma indústria de artigos de pré-moldados utilizando técnicas de previsão de demanda**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São

Carlos. Outubro de 2010. Disponível em:  
<[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STP\\_113\\_740\\_17214.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_113_740_17214.pdf)>. Acesso em 02 de Novembro 2015.

POWELL, Daryl. **ERP systems in lean production: new insights from a review of lean and ERP literature**. International Journal of Operations & Production Management, Trondheim, Noruega, 2013. Disponível em <[www.emeraldinsight.com/0144-3577.htm](http://www.emeraldinsight.com/0144-3577.htm)> Acesso em 17 de Outubro de 2015.

RITIZMAN, Larry P. KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da Produção e Operações**. 3ª Reimpressão, São Paulo: Pearson Prentice Hall. Tradução Roberto Galman, junho de 2008.

ROTH, Nicholas; FRANCHETTI, Matthew. **Process improvement for printing operations through the DMAIC Lean Six Sigma approach: A case study from Northwest Ohio, USA**. International Journal Of Lean Six Sigma. Usa, p. 119-133. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/20401461011049502>>. Acesso em 18 de Outubro de 2015.

SANTIAGO, Leila Santos; DIAS, Sandra Maria Furiam. **Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos**. Eng. Sanit. Ambient, Rio de Janeiro , v. 17, n. 2, p. 203-212, Junho 2012 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522012000200010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522012000200010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 14 de Novembro de 2015.

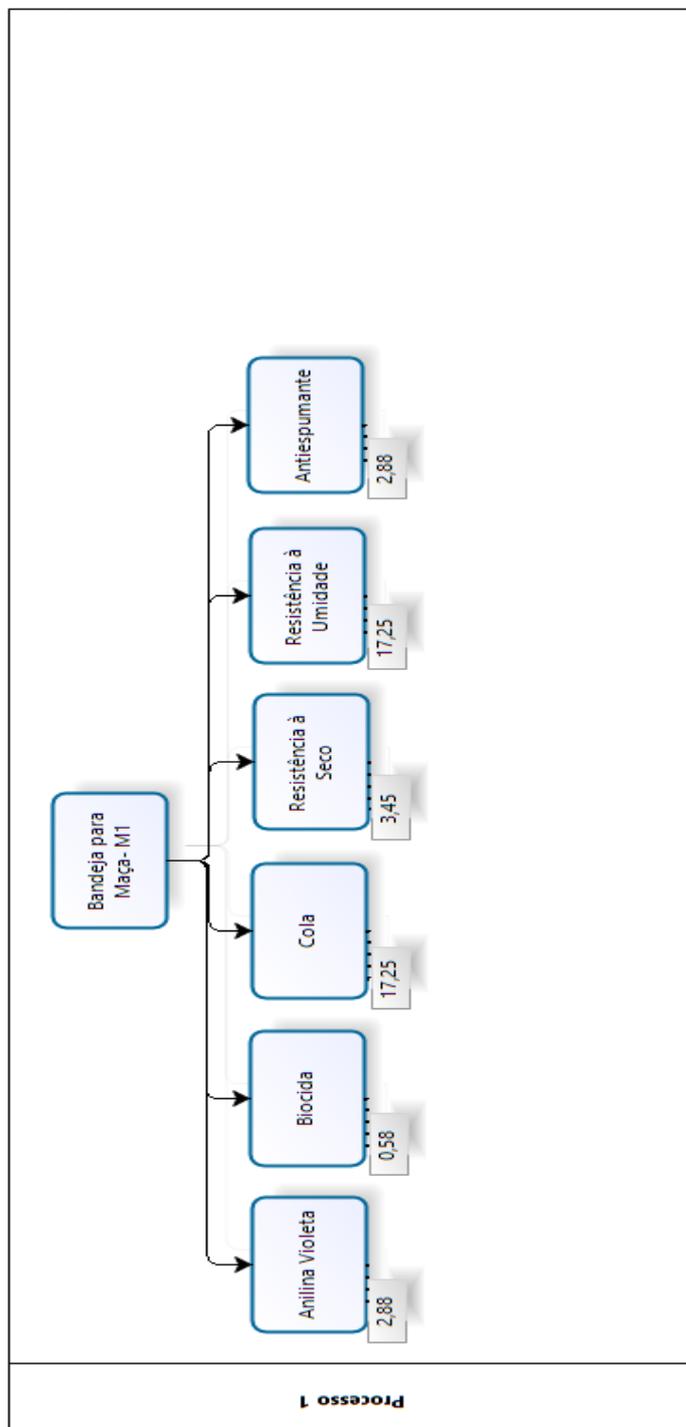
SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

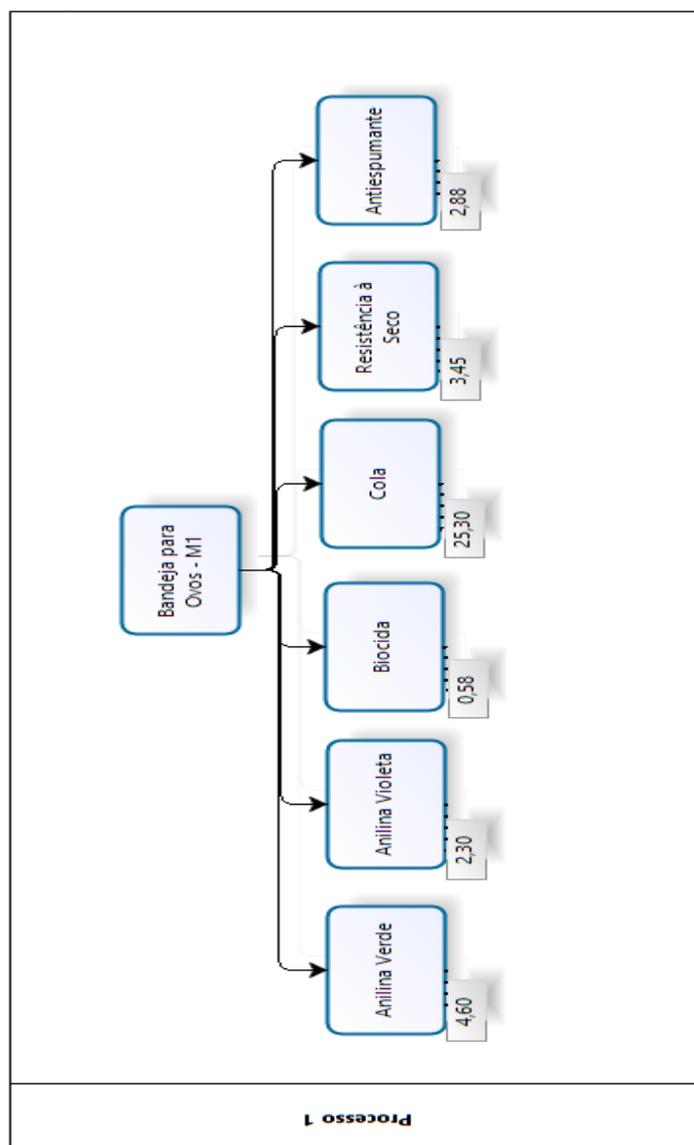
WEI, Chun-chin; CHIEN, Chen-fu; WANG, Mao-jiun J.. **An AHP-based approach to ERP system selection**. International Journal Of Production Economics, [s.l.], v. 96, n. 1, p.47-62, abr. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2004>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527304000520>>. Acesso em: 20 de Abril de 2016.

ZACCARELLI, Sérgio B. **Programação e Controle da Produção**. 8ª Edição, São Paulo: Coleção de Engenharia de Produção e Administração Industrial, Livraria Pioneira Editora, 1987.

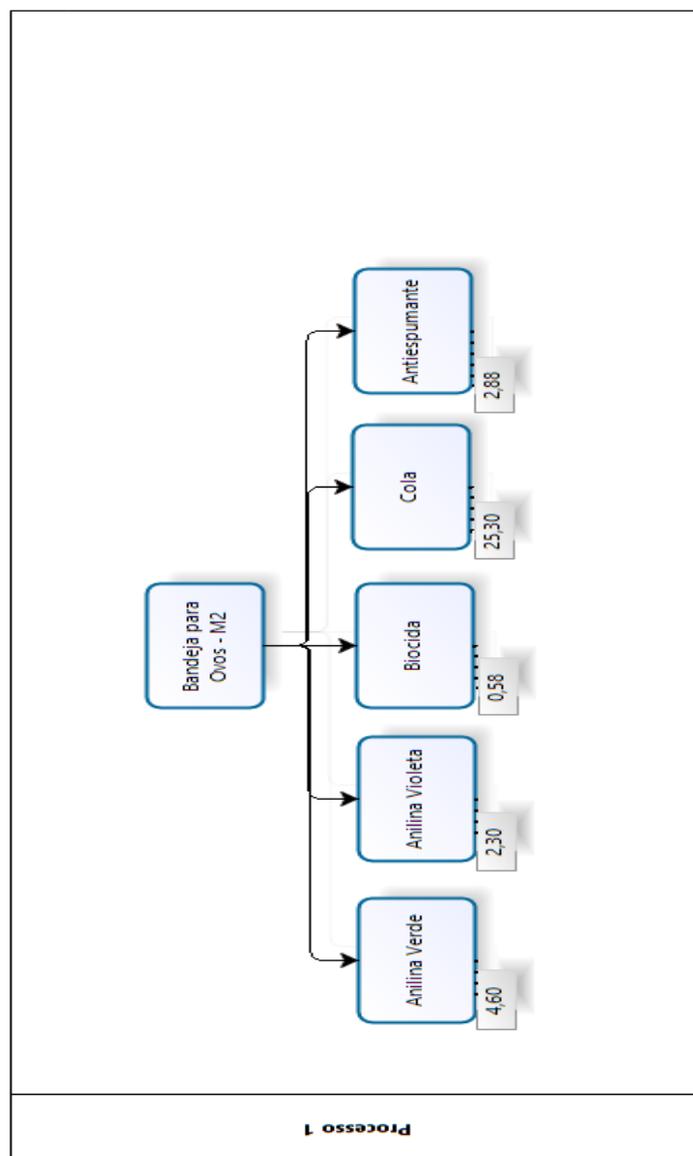
**APÊNDICE I –** Árvore da família de Bandejas para Maça produzidas na máquina 1  
(Unidade: Kg/ton produzida)



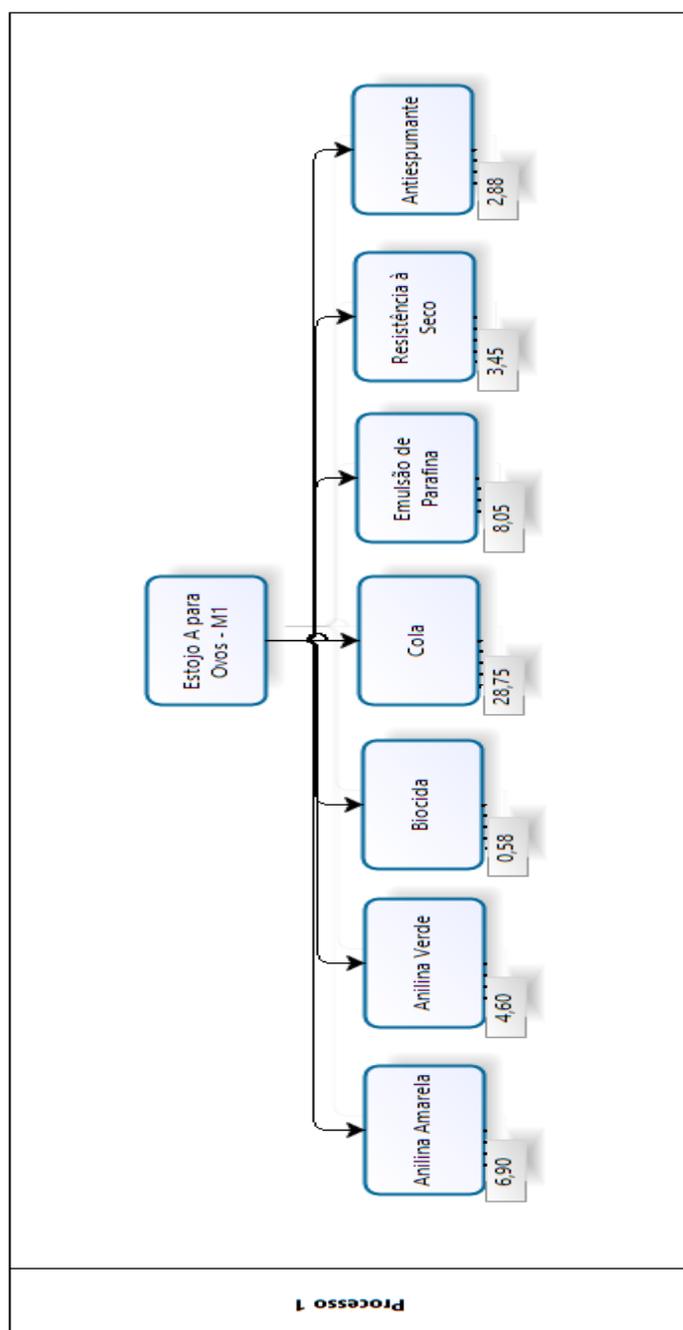
**APÊNDICE II** – Árvore da família de Bandejas para Ovos produzidas na máquina 1  
(Unidade: Kg/ton produzida)



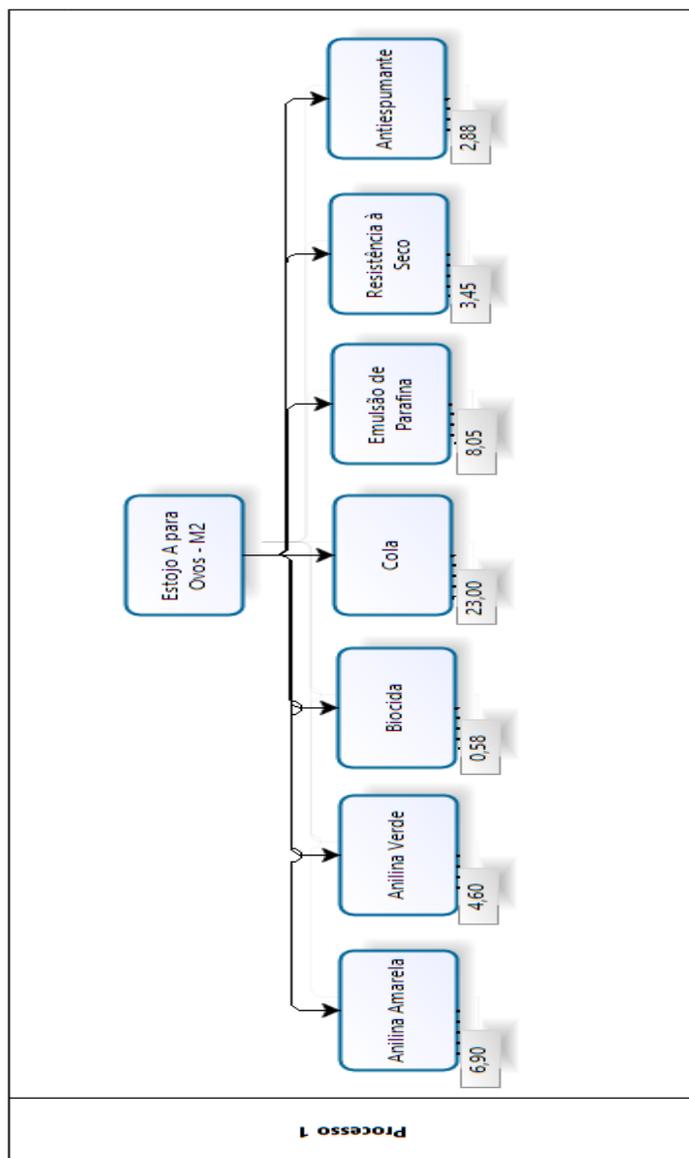
**APÊNDICE III –** Árvore da família de Bandejas para Ovos produzidas na máquina 2  
(Unidade: Kg/ton produzida)



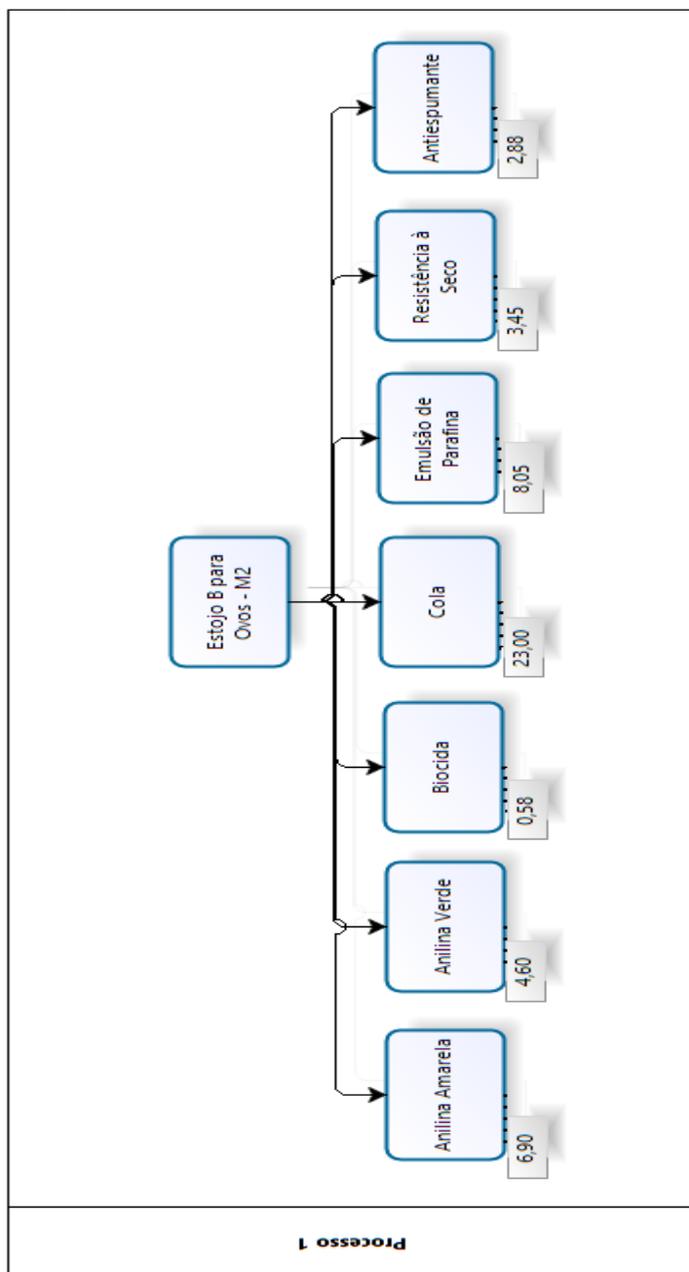
**APÊNDICE IV –** Árvore da família de Estojo do Modelo A produzidos na máquina 1  
(Unidade: Kg/ton produzida)



**APÊNDICE V** – Árvore da família de Estojo do Modelo A produzidos na máquina 2  
(Unidade: Kg/ton produzida)



**APÊNDICE VI –** Árvore da família de Estojo B produzidos na máquina 2  
(Unidade: Kg/ton produzida)



## APÊNDICE VII – Parâmetros para o MRP

Especificação	Bandeja para Maça na M1	Bandeja para Ovos na M1	Estojo A para Ovos na M1	Bandeja para Ovos na M2	Estojo A para Ovos na M2	Estojo B para Ovos na M2	Lead Time	Estojo de Segurança	Estoque Mínimo
Anilina Amarela	0,0	0,0	6,9	0,0	6,9	6,9	13	227	1000
Anilina Violeta	2,9	2,3	0,0	2,3	0,0	0,0	13	134	1000
Anilina Verde	0,0	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	13	145	1000
Cola	17,3	25,3	28,8	25,3	23,0	23,0	2	973	11500
Resistência à Seco	3,5	3,5	3,5	0,0	3,5	3,5	3	404	1000
Emulsão de Parafina	0,0	0,0	8,1	0,0	8,1	8,1	3	88	1000
Antiespumante	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	3	146	1000
Biocida	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4	89	1000
Desmoldante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	47	1000
Resistência à Umidade	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	397	1000

## APÊNDICE VIII – Planilha com cálculo do MRP

<b>Produto:</b>	Estojo B para Ovos						
<b>Máquina:</b>	M2						
<b>Semana da Produção:</b>	30						
<b>Quantidade (kg):</b>	100.000						
		<b>Estoque Atual</b>	<b>Estoque de Segurança</b>	<b>Estoque Disponível</b>	<b>Necessidade Líquida de Compras</b>	<b>Semana de Compra</b>	<b>Sobra de Estoque</b>
<b>Matérias Primas</b>	<b>Quantidade Necessária Bruta</b>						
Anilina Amarela	690	5100	227	4873	0	0	4183
Anilina Violeta	0	1500	134	1366	0	0	1366
Anilina Verde	460	3600	145	3455	0	0	2995
Cola	2300	11700	973	10727	0	0	8427
Resistência à Seco	345	2600	404	2196	0	0	1851
Emulsão de Parafina	805	3000	88	2912	0	0	2107
Antiespumante	288	2000	146	1854	0	0	1567
Biocida	58	950	89	861	0	0	803
Desmoldante	0	550	47	503	0	0	503
Resistência à Umidade	0	7000	397	6603	0	0	6603

<b>Produto:</b>	Bandeja para Maçã				
<b>Máquina:</b>	M1				
<b>Semana da Produção:</b>	30				
<b>Quantidade (kg):</b>	230.000				
		<b>Estoque Disponível</b>	<b>Necessidade Líquida de Compras</b>	<b>Semana de Compras</b>	<b>Sobra de Estoque</b>
<b>Matérias Primas</b>	<b>Quantidade Necessária Bruta</b>				
Anilina Amarela	0	4183	0	0	4183
Anilina Violeta	661	1366	0	0	705
Anilina Verde	0	2995	0	0	2995
Cola	3968	8427	0	0	4459
Resistência à Seco	794	1851	0	0	1058
Emulsão de Parafina	0	2107	0	0	2107
Antiespumante	661	1567	0	0	905
Biocida	132	803	0	0	671
Desmoldante	0	503	0	0	503
Resistência à Umidade	3968	6603	0	0	2635

<b>Produto:</b>	Bandeja para Ovos				
<b>Máquina:</b>	M1				
<b>Semana da Produção:</b>	30				
<b>Quantidade (kg):</b>	200.000				
		<b>Estoque Disponível</b>	<b>Necessidade Líquida de Compras</b>	<b>Semana de Compras</b>	<b>Sobra de Estoque</b>
<b>Matérias Primas</b>	<b>Quantidade Necessária Bruta</b>				
Anilina Amarela	0	4183	0	0	4183
Anilina Violeta	460	705	0	0	245
Anilina Verde	920	2995	0	0	2075
Cola	5060	4459	601	28	0
Resistência à Seco	690	1058	0	0	368
Emulsão de Parafina	0	2107	0	0	2107
Antiespumante	575	905	0	0	330
Biocida	115	671	0	0	556
Desmoldante	0	503	0	0	503
Resistência à Umidade	0	2635	0	0	2635

<b>Produto:</b>	Estojo A para Ovos				
<b>Máquina:</b>	M2				
<b>Semana da Produção:</b>	30				
<b>Quantidade (kg):</b>	60.000				
Matérias Primas	Quantidade Necessária Bruta	Estoque Disponível	Necessidade Líquida de Compras	Semana de Compras	Sobra de Estoque
Anilina Amarela	414	4183	0	0	3769
Anilina Violeta	0	245	0	0	245
Anilina Verde	276	2075	0	0	1799
Cola	1380	0	1380	28	0
Resistência à Seco	207	368	0	0	161
Emulsão de Parafina	483	2107	0	0	1624
Antiespumante	173	330	0	0	158
Biocida	35	556	0	0	522
Desmoldante	0	503	0	0	503
Resistência à Umidade	0	2635	0	0	2635

<b>Produto:</b>	Bandeja para Ovos				
<b>Máquina:</b>	M2				
<b>Semana da Produção:</b>	30				
<b>Quantidade (kg):</b>	90.000				
Matérias Primas	Quantidade Necessária Bruta	Estoque Disponível	Necessidade Líquida de Compras	Semana de Compras	Sobra de Estoque
Anilina Amarela	0	3769	0	0	3769
Anilina Violeta	207	245	0	0	38
Anilina Verde	414	1799	0	0	1385
Cola	2277	0	2277	28	0
Resistência à Seco	0	161	0	0	161
Emulsão de Parafina	0	1624	0	0	1624
Antiespumante	259	158	101	27	0
Biocida	52	522	0	0	470
Desmoldante	0	503	0	0	503
Resistência à Umidade	0	2635	0	0	2635

<b>Produto:</b>	Estojo A para Ovos					
<b>Máquina:</b>	M1					
<b>Semana da Produção:</b>	30					
<b>Quantidade (kg):</b>	185.000					
Matérias Primas	Quantidade Necessária Bruta	Estoque Disponível	Necessidade Líquida de Compras	Semana de Compras	Sobra de Estoque	
Anilina Amarela	1277	3769	0	0	2492	
Anilina Violeta	0	38	0	0	38	
Anilina Verde	851	1385	0	0	534	
Cola	5319	0	5319	28	0	
Resistência à Seco	638	161	477	27	0	
Emulsão de Parafina	1489	1624	0	0	135	
Antiespumante	532	0	532	27	0	
Biocida	106	470	0	0	363	
Desmoldante	0	503	0	0	503	
Resistência à Umidade	0	2635	0	0	2635	

Semana da Produção:		30	
<b>Matérias Primas</b>	<b>Necessidade Bruta de Compras</b>	<b>Necessidade de Compras</b>	<b>Semana de Compra</b>
Anilina Amarela	0	0	0
Anilina Violeta	0	0	0
Anilina Verde	0	0	0
Cola	9576	11500	28
Resistência à Seco	477	1000	27
Emulsão de Parafina	0	0	0
Antiespumante	633	1000	27
Biocida	0	0	0
Desmoldante	0	0	0
Resistência à Umidade	0	0	0