

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**WESLEY SCHROEDER**

**ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA DE PEÇAS DE MAQUINÁRIO  
AGRÍCOLA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MEDIANEIRA**

**2014**

**WESLEY SCHROEDER**

**ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA DE PEÇAS DE MAQUINÁRIO  
AGRÍCOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Medianeira.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Ms. Reginaldo Borges

Co-orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr. Silvana Ligia Vincenzi Bortolotti

**MEDIANEIRA**

**2014**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Gerência de Ensino  
Coordenação do Curso Superior de Engenharia de  
Produção



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA DE PEÇAS DE MAQUINÁRIO AGRÍCOLA

Por

**WESLEY SCHROEDER**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 09h00min do dia 30 de janeiro de 2014, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia no Curso Superior de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof. Reginaldo Borges**  
(Orientador)

---

**Prof<sup>a</sup>. Silvana Ligia Vincenzi Bortolotti**  
(UTFPR)  
Co-orientadora

---

**Prof. Neron Alípio C. Berghauer**  
(UTFPR)

---

**Prof. Edson H. Pereira Junior**  
(UTFPR)

Visto da coordenação:

---

**Prof. Neron Alípio C. Berghauer**  
Coordenador do Curso de Engenharia de  
Produção

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador professor Reginaldo Borges, por todas as orientações, ajudas e competência em todo o desenvolvimento desse trabalho;

A minha co-orientadora professora Silvana Ligia Vincenzi Bortolotti, pelo acompanhamento, sugestões e grande ajuda neste trabalho;

Aos professores membros da banca examinadora, Professor Neron Alípio Cortes Berghauser e Professor Edson Hermenegildo Pereira Junior, por aceitarem este compromisso e pela grande ajuda que me ofereceram no decorrer deste trabalho e dos semestres que se passaram;

A empresa Mognol Máquinas Agrícolas e aos seus proprietários Ademir Mognol e Márcia Maria Dalla Barba, por terem aberto as portas para que esse estudo pudesse ser concretizado e por todas as sugestões e apoio;

Aos demais professores do curso de Engenharia de Produção, pois os ensinamentos de todos foram válidos em algum momento deste trabalho;

Por último, e não menos importante, aos meus pais Armando Luiz Schroeder e Marlede Schroeder, por terem ajudado diretamente no desenvolvimento deste trabalho e também por tudo que me ensinaram e fizeram por mim neste momento tão importante da minha vida.

“Nas grandes batalhas da vida,  
o primeiro passo para a vitória  
é o desejo de vencer”.

*Mahatma Gandhi*

## RESUMO

SCHROEDER, Wesley. **ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA DE PEÇAS DE MAQUINÁRIO AGRÍCOLA**. 2014. 76 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) apresentado a Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

A previsão demanda é uma ferramenta de suma importância em um mercado globalizado e competitivo em que as empresas enfrentam hoje em dia. A área de estoques de peças de maquinário agrícola tem papel importante para as empresas, pois ela representa uma significativa parcela do capital financeiro que é investido nessa área e também é diferencial para a empresa quanto à satisfação dos clientes. Este trabalho apresenta os principais métodos qualitativos e quantitativos de previsão de demanda e suas vantagens. Foram analisados dados históricos de vendas de peças de maquinário agrícola de uma empresa localizada na cidade de São Miguel do Iguaçu – Paraná. Os dados foram organizados em quatro grupos de acordo com cada atividade que compõe a agricultura na região. A análise desses dados permitiu conhecer as principais atividades agrícolas da região, responsáveis pela utilização dos maquinários que consomem essas peças, identificar os principais fatores que envolvem essas atividades e apontar o melhor modelo quantitativo de previsão de demanda para tal atividade, neste caso o modelo de *Holt-Winters*. Posteriormente foram previstas as demandas e identificados os parâmetros de suavização para cada subgrupo de peças. Verificou-se que o modelo *Holt-Winters* era satisfatório e poderia ser utilizado como ferramenta na previsão de demanda, assim trazendo algumas vantagens financeiras e de imagem no mercado para a empresa.

**Palavras-chave:** Previsão de demanda; Maquinário agrícola; *Holt-Winters*.

## ABSTRACT

SCHROEDER, Wesley. **ANALYSIS AND DEMAND FORECASTING OF AGRICULTURAL MACHINERY PARTS**. 2014. 76 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

The demand forecasting is a very important tool in a globalized and competitive market that the companies face nowadays. The stock area of agricultural machinery parts has an important role for the companies, because it represents a meaningful portion of the financial capital that is invested in this area and it is also a differential for the company about customer experience. This paper shows the main qualitative and quantitative methods of demand forecasting and their advantages. It was analyzed historical data of agricultural machinery sales from a company located in São Miguel do Iguçu – Paraná. The data were organized in four groups according to each activity that compound the regional agriculture. The analysis of these data made possible to know the main agricultural activities of the region, responsible for the use of the machineries that consume these parts, identify the main factors that are related to these activities and point the better quantitative and qualitative method to demand forecasting for such an activity, in this case the *Holt-Winters* method. At a later time it was forecasted the demand and identified the smoothing parameters for each part subgroup. It was verified that the *Holt-Winters* method was satisfying and could be used as a tool to demand forecasting, bringing, this way some financial and image advantages for the company.

**Key-words:** Demand forecasting; Agricultural machinery; *Holt-Winters*.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Comportamento dinâmico do processo de previsão. ....            | 23 |
| Figura 2 - Tipos de Demanda.....   | 25 |
| Figura 3 –Decomposição de uma série temporal de demanda. ....              | 32 |
| Figura 4 - Gráfico de Gantt dos Períodos de Atividades. ....               | 48 |
| Figura 5 – Histórico de Vendas de Peças do Grupo Plantadeiras (1). ....    | 59 |
| Figura 6 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Plantadeiras (2). ....    | 59 |
| Figura 7 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Plataformas (1). ....     | 60 |
| Figura 8 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Plataformas (2). ....     | 60 |
| Figura 9 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Plataformas (3). ....     | 61 |
| Figura 10 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Pulverizadores (1). .... | 61 |
| Figura 11 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Pulverizadores (2). .... | 62 |
| Figura 12 - Histórico de Venda de Peças do Grupo Pulverizadores (3). ....  | 62 |
| Figura 13 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Gerais (1). ....         | 63 |
| Figura 14 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Gerais (2). ....         | 63 |
| Figura 15 - Previsões do Grupo Plantadeiras (1). ....                      | 66 |
| Figura 16 - Previsões do Grupo Plantadeiras (2). ....                      | 66 |
| Figura 17 - Previsões do Grupo Plataformas (1). ....                       | 68 |
| Figura 18 - Previsões do Grupo Plataformas (2). ....                       | 68 |
| Figura 19 - Previsões do Grupo Plantadeiras (3). ....                      | 69 |
| Figura 20 – Previsões do Grupo Pulverizadores (1). ....                    | 70 |
| Figura 22 - Previsões do Grupo Pulverizadores (2). ....                    | 71 |
| Figura 23 - Previsões do Grupo Pulverizadores (3). ....                    | 71 |
| Figura 24 - Previsões do Grupo Gerais (1). ....                            | 73 |
| Figura 25 - Previsões do Grupo Gerais (2). ....                            | 73 |

## LISTA DE QUADROS

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Subgrupos de Peças ..... | 56 |
| Quadro 2 - Períodos de Vendas.....  | 58 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Exemplo de estoques mantidos em operações.....          | 18 |
| Tabela 2 - Tipos de peças em cada grupo. ....                      | 51 |
| Tabela 3 - Peças do grupo Plantadeiras. ....                       | 52 |
| Tabela 4 - Peças do Grupo Plataformas. ....                        | 52 |
| Tabela 5 - Peças do Grupo Pulverizadores.....                      | 53 |
| Tabela 6 - Peças do grupo Gerais.....                              | 54 |
| Tabela 7 - Parâmetros de Suavização do Grupo Plantadeiras.....     | 65 |
| Tabela 8 - Previsões do Grupo Plantadeiras.....                    | 65 |
| Tabela 9 - Parâmetros de Suavização do Grupo Plataformas. ....     | 67 |
| Tabela 10 - Previsões do Grupo Plataformas.....                    | 67 |
| Tabela 11 – Parâmetros de Suavização do Grupo Pulverizadores ..... | 69 |
| Tabela 12 - Previsões do Grupo Pulverizadores.....                 | 70 |
| Tabela 13 – Parâmetros de Suavização do Grupo Peças Gerais .....   | 72 |
| Tabela 14 - Previsões do Grupo Gerais.....                         | 72 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>12</b> |
| 1.1 OBJETIVOS.....   | 13        |
| 1.1.1 Objetivo Geral.....  | 13        |
| 1.1.2 Objetivos Específicos.....                                 | 14        |
| 1.2 JUSTIFICATIVA.....   | 14        |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>                                | <b>16</b> |
| 2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO.....                               | 16        |
| 2.2 GESTÃO DE ESTOQUES.....                                      | 17        |
| 2.2.1 O Que é Estoque?.....                                      | 19        |
| 2.2.2 Por Que Estoque é Necessário?.....                         | 19        |
| 2.2.3 Controle de Estoques.....                                  | 20        |
| 2.2.4 Decisões de Estoque.....                                   | 21        |
| 2.3 PREVISÃO DE DEMANDA.....                                     | 22        |
| 2.3.1 Tipos de Demanda.....                                      | 24        |
| 2.3.2 Tipos de Previsões.....                                    | 26        |
| 2.3.3 Cuidado com as Previsões.....                              | 27        |
| 2.3.4 Critérios Para a Escolha De Um Modelo De Previsão.....     | 28        |
| 2.4 MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA.....                          | 29        |
| 2.4.1 Modelos Qualitativos.....                                  | 30        |
| 2.4.1.1 Predição.....  | 30        |
| 2.4.1.2 Opiniões de executivos.....                              | 30        |
| 2.4.1.3 Opinião da equipe de vendas.....                         | 31        |
| 2.4.1.4 Pesquisa de mercado.....                                 | 31        |
| 2.4.1.5 Método Delphi.....                                       | 31        |
| 2.4.2 Modelo de Decomposição em Séries Temporais.....            | 32        |
| 2.4.2.1 Modelo de média móvel simples.....                       | 33        |
| 2.4.2.2 Modelo de média móvel ponderada.....                     | 36        |
| 2.4.2.3 Modelo de média móvel com suavização exponencial.....    | 36        |
| 2.4.2.4 Modelo dos mínimos quadrados ou de regressão linear..... | 37        |
| 2.4.3 Modelos Para Séries Sazonais.....                          | 39        |
| 2.4.3.1 Modelo de <i>Holt-Winters</i> (HW).....                  | 39        |
| 2.4.4 Ajuste e Monitoramento.....                                | 42        |
| <b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>                                | <b>43</b> |
| 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....                               | 43        |
| 3.2 COLETA DE DADOS.....   | 44        |
| 3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....                                       | 44        |
| <b>4 A EMPRESA.....</b>  | <b>45</b> |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>                            | <b>47</b> |
| 5.1 FATORES DA ATIVIDADE.....                                    | 47        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.2 CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS.....                                       | 51        |
| 5.3 MÉTODO ATUALMENTE UTILIZADO PELA EMPRESA.....                      | 56        |
| 5.4 ESCOLHA DO MÉTODO QUANTITATIVO DE PREVISÃO DE DEMANDA ...          | 57        |
| 5.5 PREVISÕES COM A UTILIZAÇÃO DO MODELO DE <i>HOLT-WINTERSS</i> ..... | 64        |
| <b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                     | <b>74</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>76</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Grande porcentagem do PIB brasileiro vem do setor de agronegócios. Segundo dados do jornal o Estado de São Paulo (2012), em 2011 o agronegócio participou com 22,5% do PIB Brasileiro, sendo que cerca de 70% são oriundos da agricultura e 30% da pecuária, mercado que emprega entre 16 e 17 milhões de pessoas direta e indiretamente. Ainda, segundo o Jornal Estado de São Paulo (2012), na safra de 2011/2012, houve uma produção de 160 milhões de toneladas de grãos, a 7ª produção mundial, girando US\$ 77,95 bilhões em 12 meses.

Pode-se considerar que o Brasil ocupe essa posição e vem evoluindo ano após ano devido a investimentos em novas tecnologias, em pesquisa e desenvolvimento e, ainda, na renovação das ferramentas utilizadas para sua produção.

O maquinário agrícola é uma das ferramentas com grande importância em todas as etapas do cultivo de grãos. Cada vez mais os agricultores investem em novos maquinários, visando melhorar sua produção. Porém, todo maquinário precisa de manutenção, e por serem utilizados em atividade pesadas, necessitam de peças de reposição para substituir as desgastadas, velhas, com eficiência reduzida ou mesmo por motivos de quebra.

Geralmente a necessidade das peças é quase imediata, sendo que a cada fração de tempo que o maquinário fica parado, tem-se prejuízo com mão-de-obra e tempo, já que safras de grãos são sazonais e dependem de muitos fatores externos, como as condições climáticas e das lavouras.

As empresas que atuam no ramo de vendas de maquinários necessitam além de prestar assistência, ter em estoque as peças de todo o tipo de maquinário que os clientes possam precisar para entrega imediata, de modo que haja satisfação destes, confiança na empresa, e para que a produção supere cada vez mais as anteriores.

Desta forma, ao criar um estoque para que essas necessidades sejam supridas, inevitavelmente se tem um investimento financeiro alto e um grande número de peças, tendo um estoque físico com um volume que requer muito espaço e também que representa uma grande parcela no capital financeiro da empresa.

Corrêa e Corrêa (2009) destacam que no topo das preocupações da área financeira de qualquer empresa estão os estoques, devido aos recursos financeiros destinados e ao seu custo no geral, além de atingirem diretamente aos clientes na sua falta de produtos para a reposição, entre outros, mostrando a importância de uma correta gestão de estoques.

Para que o estoque seja o mínimo possível e que os investimentos também sejam mínimos e tenham o melhor retorno financeiro, Dias (2008, p.23) afirma que o objetivo da empresa é “otimizar o investimento em estoques, aumentando o uso eficiente dos meios internos da empresa, minimizando as necessidades de capital investido”.

Um dos métodos que ajuda no investimento em estoques ser otimizado é a previsão da demanda. Ao prever a quantidade de material necessário para empresa, diminui-se gastos com estocagem, transporte, pedidos, além de ter um estoque que possa atender as necessidades da empresa e de clientes prontamente. A previsão de demanda para os estoques visa então otimizar os investimentos de capital financeiro e, ao mesmo tempo a satisfação dos clientes.

O presente trabalho objetiva estabelecer um método de previsão de demanda para que a empresa possa ter um estoque corretamente dimensionado e, ao mesmo tempo, ter peças suficientes para entregar ao cliente quando o mesmo solicitar.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar um método de previsão de demanda adequado para uma empresa de maquinário agrícola de São Miguel do Iguaçu, PR.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar o método de previsão de demanda utilizado pela empresa;
- b) Analisar dados históricos de demanda de peças;
- c) Identificar os principais fatores que interferem na demanda de peças de maquinário agrícola;
- d) Calcular as previsões utilizando métodos quantitativos;
- e) Explicitar qual o melhor método encontrado para as necessidades da empresa estudada.

### 1.2 JUSTIFICATIVA

No mercado dinâmico e competitivo as empresas buscam criar estratégias para manter sua sobrevivência e verificar a possibilidade de prosperar em sua atividade de negócio. A satisfação dos clientes reflete a posição da empresa neste mercado, pois são eles que determinam as quantidades consumidas de cada produto ou serviço.

Para manter o cliente satisfeito, muitas empresas procuram sempre terem produtos disponíveis no momento em que for solicitado, isto reforça a confiança do consumidor perante a imagem da empresa. As empresas distribuidoras de peças para máquinas agrícolas, pelo fato de trabalharem com produtos de alto valor agregado, precisam comprar as quantidades o mais próximo possível da demanda, uma vez que manter muito material em estoque acarreta em um alto valor de estocagem.

Ao atuar nesse ramo, o empreendedor, o gerente e todos os colaboradores ligados à empresa têm que estar cientes que a agricultura brasileira, principalmente da região oeste do Paraná, onde se encontra o mercado de atuação da empresa em estudo, é praticamente constituída pela produção de dois tipos de grãos, a soja e o milho.

Nessa região, a soja e o milho possuem safras sazonais e ambos têm ciclos de produções parecidos ao que se refere à utilização dos maquinários, que é

constituído do plantio e colheita, além da pulverização de inseticidas durante seu período de ciclo.

Porém, embora que o plantel de maquinário das atividades agrícolas seja o mesmo, algumas peças de reposição para esses maquinários são exclusivamente para o plantio da soja e outras para o plantio do milho, da mesma forma que outras peças são exclusivas para a colheita da soja enquanto outras para a colheita do milho, e em algumas vezes, diferentes até no processo de pulverização.

Ao verificar essa diferença da utilização das peças, nota-se que automaticamente o seu consumo é sazonal e está diretamente ligada ao tipo de grão que está sendo cultivado no momento, o que dificulta muito uma previsão de consumo exata, por serem constituídas de um número muito grande de peças e nem terem um número exato de saída, uma vez que não se pode adivinhar qual peça poderá vir a quebrar e ser reposta no maquinário.

Assim, para manter um estoque que supra as necessidades, o trabalho se utilizará de ferramentas de gestão de estoque, análise e previsões de demandas futuras para que a empresa possa trabalhar com um estoque que atenda os imprevistos e, possa gerar confiança e satisfação para seus clientes, além de maximizar seus lucros na parcela de investimentos ligados ao estoque.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

A gestão de estoques está diretamente ligada a ferramentas e atividades da gestão da produção nos mais diferentes níveis, ou seja, a administração da produção serve como base para temas relacionados a estas atividades de produção, incluindo estoques e demanda.

Peinado e Graeml (2006, p. 49) asseveram que “as atividades da produção estão diretamente ligadas ao processo produtivo, independentemente da intensidade de material físico que compõe o produto. Tratam dos processos utilizados pelas organizações para produzir bens e serviços”.

Dessa forma, como toda a organização, independente de tamanho ou área de atuação, produz algum tipo de produto, bem ou serviço, o que implica que toda organização possui uma função produção (SLACK *et al.*, 2009).

Slack *et al.* (2002) definem administração da produção como sendo as atividades, decisões e responsabilidades dos gerentes de produção.

Já Davis *et al.* (2001) defendem que, a partir de uma estratégia corporativa, a administração da produção pode ser definida como o gerenciamento dos recursos diretos que são necessários para a obtenção dos produtos e serviços de uma organização.

Stevenson (2001) considera que a função de operações engloba todas as atividades diretamente ligadas à produção de bens ou ao fornecimento de serviços e ressalta a ampliação do escopo da função para outros tipos de organização, além de fábricas.

Para Slack *et al.* (2009), o objetivo da administração da produção é utilizar recursos de maneira a produzir bens e serviço que possam satisfazer os consumidores. Ao satisfazer clientes, a administração da produção influencia diretamente para que uma organização consiga alcançar seus resultados.

Corrêa e Corrêa (2009) citam que toda organização possui uma função de operações, pois gera um pacote de valor a seus clientes incluindo produtos e serviços, mesmo que a função produção não seja assim denominada dentro da organização.

O termo “atividades da operação” passou a ser utilizado, ao invés de atividades de produção, para ressaltar esta ampliação no escopo da atividade, que deixa de fazer parte exclusivamente do contexto das indústrias e passa a abranger todo e qualquer tipo de organização (PEINADO; GRAEML, 2009).

A estratégia de operações tem como objetivo que todo o seu serviço de produção, incluindo serviços ao cliente, trabalhe junto a estratégica que a empresa utiliza para que a mesma possa alcançar seus objetivos financeiros e de mercado (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

Corrêa e Corrêa (2009, p. 41) ainda afirmam que “como as decisões possíveis sobre os recursos produtivos de operações são muitas e múltiplas, agrupam se estas decisões no que denominam áreas de decisão”. Dentre essas áreas pode se praticar análises estratégicas em operações na gestão da demanda, previsões, suas redes de suprimentos e em seus estoques.

## 2.2 GESTÃO DE ESTOQUES

A gestão de operações, dentre suas atividades de produção, possui um ciclo que envolve as estratégias de operações, de projeto, de planejamento e controle e de melhoramento. O planejamento e controle envolve diretamente a área de gestão de estoques de uma organização.

Slack *et al.* (2009) comentam que quando o mercado requer uma quantidade de produtos ou serviços em qualquer momento, é função da operação de planejamento e controle de estoques a entrega de produtos e serviços quando requeridos.

A gestão de estoques, elemento gerencial essencial para a administração, é um dos principais conceitos dentro da gestão de operações, pois eles seguram recursos financeiros nas empresas e seus correspondentes custos, podendo influenciar no atendimento ao cliente em caso de falta de produtos ou peças, entre outros (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

A Tabela 1 mostra que as operações podem ser as mais variadas e mesmo assim todas possuem estoques. É notável que alguns desses materiais em estoque são muito mais triviais para a produção do que outros, porém todos eles representam investimentos para sua aquisição e importância no processo produtivo.

**Tabela 1 - Exemplo de estoques mantidos em operações.**

| <b>Operação</b>            | <b>Exemplo de estoques mantidos em operações</b>                                      |
|----------------------------|---|
| Hotel                      | Itens de alimentação, bebidas, itens de toaleta, materiais de limpeza.                |
| Hospital                   | Gaze, instrumentos descartáveis, sangue, alimentos, drogas, materiais de limpeza.     |
| Loja de Varejo             | Bens a serem servidos, materiais de embalagem.  |
| Armazém                    | Bens armazenados, materiais de embalagem.   |
| Distribuidor de autopeças  | Autopeças em depósito principal, autopeças em pontos locais de distribuição.          |
| Manufatura de televisor    | Componentes, matéria prima, semiacabados, televisores acabados, materiais de limpeza. |
| Refino de metais preciosos | Materiais esperando para serem processados, material completamente beneficiado.       |

**Fonte: Slack et al. (2009).**

Para Slack *et al.* (2009, p. 355), os estoques “somente existem porque o fornecimento e a demanda não estão em harmonia um com o outro”. Os estoques possuem custos e desvantagens associadas a sua manutenção, mas em contrapartida, apesar de não haver a harmonia entre o fornecimento e demanda, são os estoques que permitem a conciliação entre essas duas etapas das operações.

Empresas têm como meta maximizar o lucro sobre o capital investido em sua produção, inclusive nos estoques. Pretende-se então, que o capital investido em estoques seja o suficiente para a produção e o bom atendimento em vendas (DIAS, 2008). Portanto, a gestão de estoques deve minimizar o capital total investido em estoques, pois ele é caro e aumenta continuamente, uma vez que o custo financeiro aumenta.

### 2.2.1 O Que é Estoque?

Slack *et al.* (2009, p.356) definem estoque como “a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação”. Toda organização, seja ela uma indústria, uma distribuidora, um escritório ou até mesmo um parque temático mantém estoque de seus recursos. A diferença reside em o que é esse recurso, que pode ser matéria prima, peças ou produtos acabados em uma indústria ou distribuidora, estoque de informações para um escritório, ou consumidores para um parque temático.

Corrêa e Corrêa (2009, p. 355) definem estoque de forma semelhante ao dizer que eles são “acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação”. Eles ainda afirmam que os estoques podem ser benéficos e maléficos, pois eles têm como propriedade fundamental proporcionar independência às fases dos processos entre as quais se encontram, ou seja, a interrupção de uma fase do processo não necessariamente implica na interrupção da seguinte.

### 2.2.2 Por Que Estoque é Necessário?

Dias (2008, p. 23) afirma que “[...] sem estoque é impossível uma empresa trabalhar, pois ele funciona como amortecedor entre vários estágios da produção até a venda final do produto”. Ainda, complementa afirmando que a empresa deve ter como objetivo a otimização do investimento em estoques e, ser uma das metas prioritárias na minimização dos mesmos.

Os estoques de materiais (insumos) é recurso utilizado para ajustar diferentes taxas de suprimentos vindos do fornecedor e da demanda necessários pelo processo produtivo. Já os estoques de produtos agem como regulador da diferença entre a produção e a demanda do mercado. (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

“Se o fornecimento de qualquer item ocorresse exatamente quando fosse demandado, o item nunca precisaria ser estocado” (SLACK *et al.* 2009, p.358). Porém, esse fornecimento provavelmente nunca será exato, porque não importa qual produto, o seu fornecimento e sua demanda não têm uma taxa igual e, quanto mais próxima

essa taxa se aproxima da igualdade, conseqüentemente terá uma redução nos níveis de estoques.

Ballou (1995) assevera que estoques servem para uma série de finalidades, tais como:

- a) Melhorar o nível de serviço oferecido;
- b) Incentivar economias na produção;
- c) Permitir economias na escala de compras e no transporte;
- d) Proteção contra alteração nos preços;
- e) Proteção contra oscilações na demanda e no tempo de ressuprimento;
- f) Proteção contra contingências.

### 2.2.3 Controle de Estoques

Dias (2008) indica algumas funções principais para qualquer controle de estoques:

- a) “O quê”. Número de itens que devem permanecer em estoque;
- b) “Quando”. A periodicidade que se devem reabastecer os estoques;
- c) “Quanto”. A quantidade necessária em um período predeterminado;
- d) Enviar a ordem de aquisição de estoque ao Departamento de Compras;
- e) Receber, armazenar e atender os materiais estocados de acordo com as necessidades;
- f) Controle do estoque quanto ao seu valor e quantidade;
- g) Inventários para o controle de quantidades e o estado;
- h) Identificar e retirar do estoque os itens obsoletos e danificados.

O controle de estoques pode corresponder aos tipos de estoques existentes em uma fábrica, ao nível adequado de estoque, a relação entre esse nível e o capital investido. Dias (2008) cita quatro principais tipos de estoques encontrados em uma empresa: matérias-primas, produtos em processo, produtos acabados, e peças de manutenção.

Mancuzo (2003, p.19) afirma que “o objetivo é otimizar o investimento em estoques, aumentando o uso eficiente dos meios internos da empresa, minimizando

as necessidades de capital investido”. Os diferentes tipos de estoques não podem ser vistos como independentes, mas estar ciente que qualquer decisão tomada sobre um tipo de estoque tem influência sobre os outros.

Os estoques são vistos como meio para alcançar a principal meta da empresa: a produção. A administração dos estoques deve conciliar não só o estoque, mas todas as partes da empresa, remover conflitos interdepartamentais, preocupar-se com o fluxo de compras e vendas, analisar o estoque de diferentes formas para um melhor sistema de organização, pois os estoques aspiram o capital que poderia ser usado em outras áreas da empresa.

#### 2.2.4 Decisões de Estoque

Os estoques envolvem algumas decisões a serem tomadas para uma melhor gestão. Slack *et al.* (2009) destacam que há três decisões principais a serem tomadas quanto o estoque:

- a) Quanto se deve pedir;
- b) Quando se deve pedir;
- c) Como controlar o sistema de forma a conseguir as melhores decisões.

Para Mancuzo (2003, p. 23) o controle de estoques “[...] é uma questão de balancear os custos de manutenção de estoques, de aquisição e de faltas”. Contudo, esses custos são opostos entre si, quando se tem um estoque grande, maior o custo de manutenção, entretanto menor o custo de aquisição, pois esta é feita com menor frequência, e também ocorre um menor risco de falta de produtos.

Conseguindo prever a demanda de forma que os três custos possam caminhar de maneira harmônica entre si, diminui-se esse conflito entre variáveis de um mesmo problema.

## 2.3 PREVISÃO DE DEMANDA

A demanda dos produtos em estoque em uma empresa é ponto importante para qualquer gestão de estoques eficaz e deve ser gerenciada com muito cuidado, por ela ser vital para a empresa como um todo.

Para Corrêa e Corrêa (2009, p. 177) “[...] é muito importante que a empresa saiba utilizar todas as ferramentas disponíveis para conseguir antecipar a demanda futura com alguma precisão”. A demanda está diretamente ligada à previsão. É por meio da previsão da demanda que se consegue uma informação sobre a previsão de vendas e compras futuras.

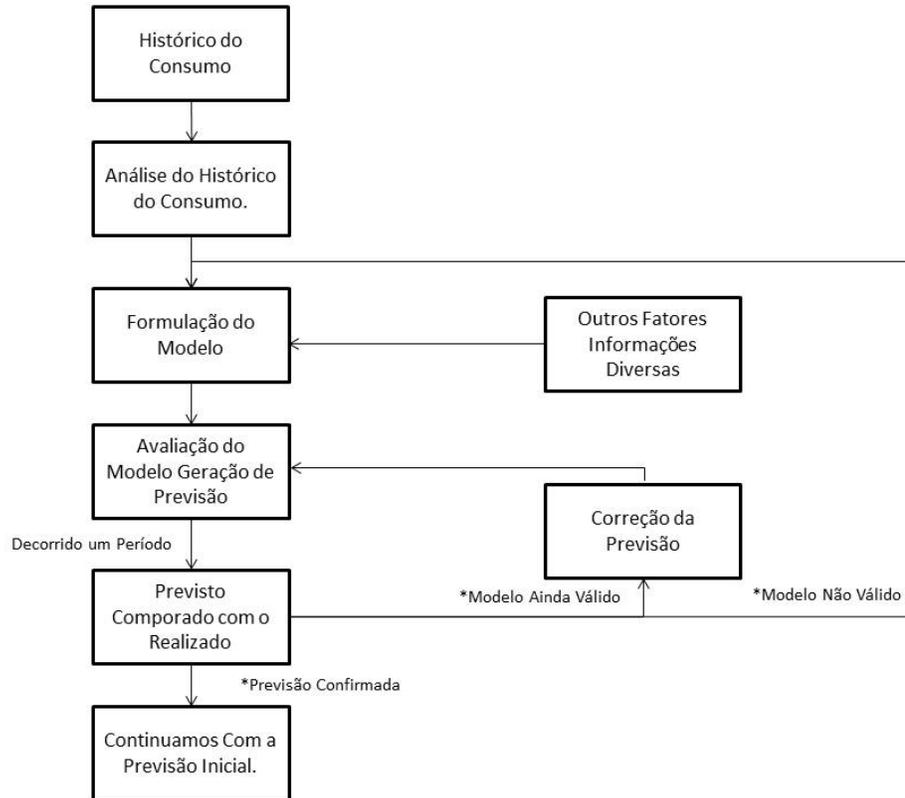
Peinado e Graeml (2007) citam que os processos não têm como terem respostas imediatas de necessidades para que se possa ter uma demanda correta. Por isso, torna-se indispensável à previsão para que a empresa tenha as quantidades necessárias exatas para sustentar sua demanda, e como em toda operação, ter o objetivo de maximizar seus investimentos e lucros.

Dias (2008) comenta que o estudo de estoques sempre está ligado a previsão do consumo de material e a previsão do consumo ou da demanda são feito por meio de estimativas de produtos que a empresa irá comercializar. O autor cita três características básicas que a previsão deve possuir:

- a) É o ponto de partida para todo planejamento de estoques;
- b) Da eficácia dos métodos empregados;
- c) Qualidade das hipóteses que se utilizou no raciocínio.

A Figura 1 demonstra, de forma esquemática, o comportamento dinâmico do processo de previsão proposto por Dias (2008).

Algumas empresas, principalmente de pequeno e médio porte, ainda têm certo preconceito em utilizar técnicas de previsão de demanda, algumas por terem obtido sucesso sem métodos estatísticos e terem medo de mudar, outras, pelo simples motivos de não acreditarem em previsões. Entretanto, Peinado e Graeml (2007, p. 229) ressaltam que “faz muito tempo que técnicas estatísticas poderosas e de grande eficácia na previsão de demanda foram desenvolvidas”.



**Figura 1 - Comportamento dinâmico do processo de previsão.**  
**Fonte: Dias (2008).**

A previsão da demanda também pode ser chamada de previsão de vendas, porque a demanda está diretamente ligada às vendas. As quantidades de material para ressuprimento de estoques são obtidos por meio da quantidade de demanda necessária, ou seja, mediante a quantidade vendida e, por intermédio desta quantidade vendida que se terá a demanda e a quantidade a ser pedida. Dessa forma, para conseguir que a demanda seja suprida, é necessária uma quantidade correta a ser pedida, de modo a prover as necessidades do departamento de vendas, ao mesmo tempo em que não exceda a demanda e o produto não fique em estoque, gerando despesas de estocagem e utilizando recursos financeiros que ficarão parados. A maneira mais eficaz e mais utilizada para que consumo e fornecimento caminhem juntos é previsão a de demanda, vendas, ressuprimento ou conforme a empresa preferir denominar (PEINADO; GRAEML, 2007).

### 2.3.1 Tipos de Demanda

Para obter uma previsão de demanda correta, é necessário saber qual o tipo desta, bem como padrões que a demanda podem possuir para saber qual o melhor método de previsão a ser utilizado. Ballou (1995) explica a natureza das demandas, que pode ser permanente, sazonal, irregular, em declínio ou derivada.

Segundo o autor, demanda permanente sempre possui um ressuprimento regular ou periódico. Os produtos desta demanda não possuem grandes picos ou buracos de consumo durante o ano.

A demanda sazonal não pode ser controlada da mesma forma que a demanda permanente. São produtos que possuem um ciclo anual de demanda ou produtos que possuem um único pico anual de demanda.

Uma demanda irregular é quando a sua previsão é muito difícil, por conta de não saber como o mercado vai se comportar, existem muitas variáveis que influenciam e existe certa dificuldade em sua previsão.

Na demanda em declínio o consumo dos produtos vai diminuindo gradualmente, pouco a pouco, até que em certo momento a demanda é zero. Geralmente é aplicada em produtos com ciclo de vida estimado e sua previsão deve ser feita para todos os períodos de venda.

Por último, a demanda derivada ocorre quando a demanda de certo produto depende de outro produto acabado. Ela é determinada por esse outro produto e, conseqüentemente, o estoque para atender a demanda desse produto também é derivado.

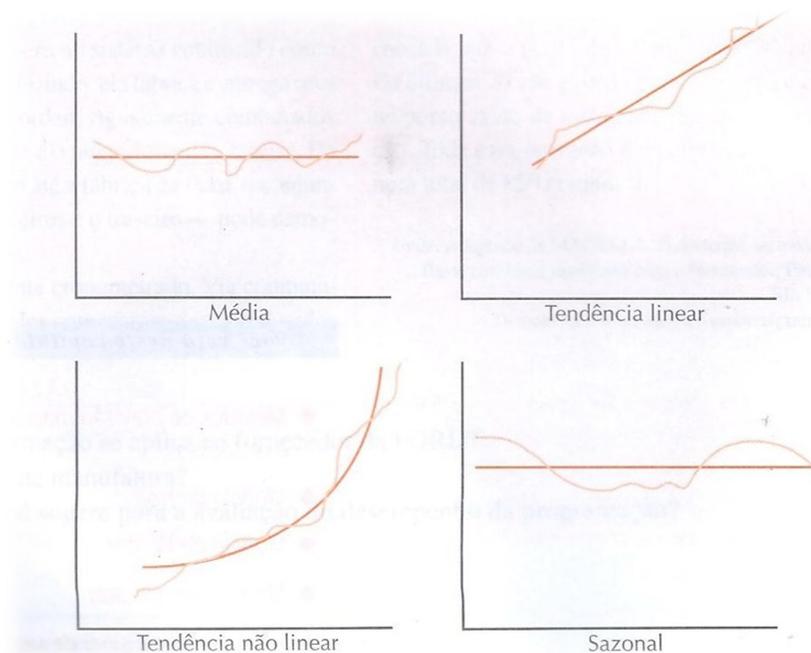
Uma série temporal de demandas passadas ainda podem apresentar quatro características muito comuns para modelos de previsões demanda. Peinado e Graeml (2009) as definem como:

- a) **Nível:** é o que indica o patamar de vendas das demandas passadas, sem considerar variações sazonais ou aleatórias. Pode ser estacionário ou sofrer variações.
- b) **Tendência:** os dados históricos da demanda podem apresentar tendências, sendo elas crescente, estabilizada ou decrescente.

- c) Sazonalidade: é um padrão da demanda que se repete com o passar do tempo, podendo ser interpretado e previsto por que possuem um padrão repetitivo.
- d) Aleatoriedade: são componentes aleatórios que não podem ser previsto por algum método. Porém pode ser controlada levando em conta o cálculo dos erros admissíveis.

Martins e Laugeni (2005) citam ainda alguns padrões comuns em demanda (Figura 2). São eles:

- a) Média, em que a demanda cresce ou decresce;
- b) Tendência linear, em que a demanda cresce ou decresce linearmente;
- c) Tendência não linear, em que a demanda cresce ou decresce não linearmente, e sim como em uma função de segundo grau;
- d) Estacional (sazonal), em que a demanda cresce ou decresce em certos períodos, por exemplo, em um dia da semana, mês, ou em meses específicos do ano.



**Figura 2 - Tipos de Demanda.**  
**Fonte: Martins e Laugeni (2005).**

### 2.3.2 Tipos de Previsões

Slack *et al.* (2009) citam dois principais tipos de previsão: os qualitativos e os quantitativos. Os métodos qualitativos são baseados em opiniões, experiência passada, profissionais da área e em alguns casos, algumas adivinhações. Já métodos quantitativos avaliam tendências, análise de séries temporais e técnicas de modelagem por meio de dados históricos. Os dois métodos podem ser combinados para uma melhor previsão.

Corrêa e Corrêa (2009 p. 166) asseveram que “[...] os métodos qualitativos incorporam mais fatores de julgamento e intuição, em geral mais subjetivos, nas análises de dados disponíveis”.

Para Dias (2008) as principais informações dos métodos qualitativos são baseadas:

- a) Na opinião dos gerentes;
- b) Opinião dos vendedores;
- c) Opinião dos compradores;
- d) Pesquisas de Mercado.

Os métodos quantitativos para Corrêa e Corrêa (2009, p.167) “[...] são os métodos de previsão baseados em séries de dados históricos nas quais se procura, por meio de análises, identificar padrões de comportamento para que estes sejam projetados para o futuro”.

Dias (2008) cita como as informações envolvidas em métodos quantitativos:

- a) Evolução das vendas no passado;
- b) Variáveis cuja evolução e explicação estão ligadas diretamente às vendas;
- c) Variáveis de fácil previsão, relativamente ligadas às vendas;
- d) Influência da propaganda

### 2.3.3 Cuidado com as Previsões

Segundo Corrêa e Corrêa (2009) previsões são resultado de um encadeamento de atividades que inclui:

- a) A coleta de informações relevantes;
- b) A organização dessas informações;
- c) A busca de padrões de comportamento, geralmente por meio de métodos quantitativos;
- d) Consideração de fatores qualitativos relevantes;
- e) Projeção de padrões de comportamento;
- f) A estimativa de erros de previsão.

Peinado e Graeml (2007) dizem que as previsões baseadas em dados passados trabalham com o pressuposto que as vendas e consumo vão se repetir de maneira igual no futuro. Essas previsões sofrem maiores ou menores distorções, dependendo de tipo de produto que a empresa trabalha e de fatores externos.

As previsões não são perfeitas e sempre comportam erros. Corrêa e Corrêa (2009) citam principalmente dois tipos de erros: a amplitude ou tamanho dos erros e o viés dos erros, que ocorre quando os erros acontecem tendenciosamente para um lado só. O viés, em geral, ocorre por alguma causa identificável, e posteriormente eliminada.

Os erros devem ser medidos, explicitados, e avaliados, recursos possíveis devido a maioria das previsões serem baseadas em modelos estatísticos quando os dados são coletados cuidadosamente (PEINADO; GRAEML, 2009).

Outro cuidado importante é por quem e como os dados serão analisados e quais as previsões realizadas. Um erro comum é as previsões serem feitas por pessoas ou grupos com pouco conhecimento na área e muitas vezes sem conhecer algum modelo de previsão. Previsões erradas podem acarretar em incontáveis prejuízos à empresa.

Para Peinado e Graeml (2009, p. 331) “[...] a previsão de demanda é o insumo para o planejamento agregado da produção”. Para isso, a previsão deve ser muito generalista, porque previsões vagas não têm muito valor e, se forem detalhistas dificilmente será precisa. A previsão da demanda não deve apenas ser o suficiente

para atingir as metas de venda, ela tem que ser o mais exata possível para que seja consumido aquilo se produziu ou pediu.

Para quanto tempo será a previsão, também é uma variável que influencia na precisão. Geralmente, quanto maior for o tempo para a previsão, menor será a precisão. Assim, previsões de curto prazo terão provavelmente maior precisão e menos incertezas. Peinado e Graeml (2009) citam três tipos de previsões quanto ao tempo:

- a) Previsões de Demanda à Longo Prazo: geralmente entre um a cinco anos, maiores taxas de erros, servem geralmente como planejamento estratégico de uma empresa.
- b) Previsões de Demanda de Médio Prazo: em geral de um ano, menor valor agregado e são utilizadas como planejamento da produção, vendas, ou consumo.
- c) Previsões de Demanda de Curto Prazo: geralmente previsões entre um a três meses, e é nessa previsão que se baseia o planejamento e as atividades de produção.

Um último cuidado a ser tomado é não confundir previsão de demanda ou previsão de vendas com metas para vendas. É um erro comum e os gestores responsáveis pela produção e a área comercial devem saber diferenciar os dois. Peinado e Graeml (2009) não desconsideram que as duas caminhem juntas, mas afirma que “apenas metas de vendas cuidadosamente estudadas, com planos de ação específicos para atingi-las, poderão ser, se for o caso, incorporadas à previsão pela área comercial”. Caso contrário, pode haver produtos encalhados no estoque por falta de demanda.

#### 2.3.4 Critérios Para a Escolha De Um Modelo De Previsão.

Vários fatores devem ser levados em conta na hora de escolher o melhor modelo para uma previsão de determinada atividade. Para Riggs (1987 *apud* Mancuzo, 2003, p. 77), alguns fatores são:

- a) Disponibilidade e precisão dos dados históricos;
- b) Grau da precisão esperada da previsão;

- c) Custo do desenvolvimento da previsão;
- d) Tamanho do período de previsão;
- e) Tempo disponível para fazer a análise;
- f) Complexidade de fatores que afetam futuras operações.

## 2.4 MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

Segundo Peinado e Graeml (2007), existem quatro principais modelos de previsão de demanda. Os três primeiros são considerados modelos estatísticos de previsão, pois levam em conta sazonalidade, níveis e tendências, variáveis consideradas constantes ao longo do tempo. O quarto modelo é utilizado quando essas variáveis não são constantes. São eles:

- a) Modelos Qualitativos: geralmente utilizados e recomendados para quando não existem dados históricos como base para as previsões. Alguns dos principais métodos são: predição, opiniões de executivos, método Delphi, opiniões da equipe de vendas, pesquisas de mercado e analogia com produtos similares.
- b) Modelo de Decomposição em Séries Temporais: é baseado no estudo estatístico de dados passados para obter previsões por meio de métodos matemáticos. Os modelos mais utilizados para esse método são: os modelos baseados na média (média móvel, ponderada ou com suavização exponencial), aplicados apenas a demandas que não apresentem tendência ou sazonalidade e os modelos de regressão linear, utilizados para demandas que apresentam tendência, mas não apresentam sazonalidade.
- c) Modelo de Ajustamento Sazonal: Aplicado em séries temporais que apresentam nível, tendência e sazonalidade.
- d) Modelo Dinâmico de Previsão: utilizado quando índices variam com o passar do tempo, diferente dos modelos anteriores. O Modelo Winter tem-se destacado como o mais prático e mais utilizado.

Os três últimos são considerados modelos quantitativos de previsão. Peinado e Graeml (2009) comentam que nenhum modelo é completo e todos são instáveis, então, para uma melhor previsão, empresas costumam utilizar vários modelos em conjunto para conseguir uma maior precisão.

### 2.4.1 Modelos Qualitativos

A definição de modelos qualitativos já foi apresentada anteriormente e, conforme explicitado, são modelos que não utilizam ferramentas matemáticas, mas de experiência e opiniões de profissionais e estudos de mercados para previsões da demanda. São amplamente utilizados por empresas de pequeno e médio porte, quando a previsão de demanda, vendas e compras, é feita por funcionários com experiência da empresa, e também quando não possuem dados históricos de demanda. Peinado e Graeml (2007) citam, de forma básica, os principais métodos de previsão qualitativos.

#### 2.4.1.1 Predição

A predição é um processo para determinação de acontecimentos futuros em dados subjetivos, ou seja, não se trata de uma ferramenta matemática. É uma aposta de risco quanto ao futuro e, geralmente, é vista como visão ou feeling (PEINADO; GRAEML, 2007).

#### 2.4.1.2 Opiniões de executivos

São previsões feitas por executivos da empresa, geralmente ligadas as áreas de produção, marketing e financeira. Algumas vezes, as previsões não são de consenso geral, mas sim decisão de quem possui o maior nível hierárquico na empresa (PEINADO; GRAEML, 2007).

#### 2.4.1.3 Opinião da equipe de vendas

A previsão por meio da opinião da equipe de vendas é baseada no que a equipe tem como previsão de estimativas de vendas. Como ocorre em outros tipos de previsões qualitativas, é indispensável que a empresa cuide para que não ocorra manipulação por pessoas de maior hierarquia. É comum dois tipos de comportamento nesse método: primeiro, é uma previsão menor do que realmente existira de forma do funcionário se proteger para conseguir cumprir suas metas. A segunda é superestimar as vendas para que não falte produto (PEINADO; GRAEML, 2007).

#### 2.4.1.4 Pesquisa de mercado

Os métodos de previsão de demanda por meio de pesquisa de mercado levam em conta levantamentos feitos por pesquisas ao consumidor e que se o produto terá aceitação, ou será consumido. É indispensável quando se deseja lançar um novo produto, e seus resultados proporciona orientações precisas para as decisões. É uma pesquisa preditiva que apesar, de ser qualitativa, segue determinadas regras estatísticas. Alguns cuidados para esse método são necessários, pois essas pesquisas sofrem influência de marketing e fase de ciclo de vida do produto, ou seja, o produto pode ter uma demanda inicial boa causada por campanha de marketing e a própria novidade em si, que pode não conseguir se manter depois de certo tempo (PEINADO; GRAEML, 2007).

#### 2.4.1.5 Método Delphi

Para Peinado e Graeml (2007), o Método Delphi é utilizado para uma série de situações, não somente para previsões de demanda. O método consiste em fazer com que as opiniões sobre determinado assunto não sejam influenciadas pela opinião do grupo. Geralmente, em reuniões para decidir a previsão, a opinião de muitos acabam sendo influenciada pela opinião de poucos, que possuem maior poder de persuasão,

maior autoridade ou um nível hierárquico maior. O método Delphi procura eliminar esse tipo de situação, seguindo alguns passos:

- a) Propõe-se ao grupo com membros que estão diretamente ligados à qualidade do resultado final, à discussão do assunto, no caso, previsão de demanda.
- b) As opiniões são coletadas de forma sigilosa sem que um membro fique sabendo da opinião de outro membro.
- c) Um coordenador do processo recebe as informações e analisa os dados obtendo um primeiro resultado tratado estatisticamente.
- d) O resultado é enviado ao membro para que possa reavaliar sua opinião, em função dos argumentos dos outros. O processo é repetido até a obtenção de um grau de aceitação desejado entre todos os membros.

#### 2.4.2 Modelo de Decomposição em Séries Temporais

Modelos de Decomposição em Séries Temporais são baseados em demandas passadas para previsões de demandas futuras. São amplamente utilizados e considerados um bom ponto de partida para a previsão de demandas futuras, mas são utilizados com produtos já existentes e com maturidade no mercado, em que o ciclo de vida não sofre variações. Toda série temporal pode ser decomposta em uma parte sistemática, composta de nível, tendência e sazonalidade e outra parte composta de autoridade, como na Figura 3 (PEINADO; GRAEML, 2007).



**Figura 3 –Decomposição de uma série temporal de demanda.**  
**Fonte: Peinado e Graeml (2007).**

### 2.4.2.1 Modelo de média móvel simples

Esse modelo consiste em calcular a média aritmética de  $n$  períodos anteriores para saber a previsão do próximo período  $j$ . Deve-se saber sobre quantos períodos a média será calculada (MARTINS; LAUGENI, 2005). A previsão para o próximo período ( $P_j$ ) é dada por:

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (1)$$

Sendo:

$i$  = número de ordem de cada período mais recente;

$n$  = número de períodos utilizados para apurar a média móvel;

$D_i$  = demanda ocorrida no período  $i$ ;

Segundo Peinado e Graeml (2007), quanto maior o valor de  $n$  maior será a influência das demandas passadas sobre a previsão. Geralmente o cálculo é realizado sobre os três últimos períodos. O modelo de Média Móvel Simples é o mais simples dentre os quantitativos e é utilizado em modelos que não apresentam tendência ou sazonalidade.

É comum erros, desvios, variâncias e amplitude ao utilizar modelos de decomposição de séries temporais. Peinado e Graeml (2007) dizem que o desvio padrão fornece a média do afastamento dos dados em torno da média aritmética dos dados analisados. O desvio padrão é uma das medidas mais comuns e de papel importante em cálculos estatísticos.

A média aritmética ( $\bar{x}$ ) é dada pela seguinte fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

O cálculo do desvio padrão (S) é feito por:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Sendo, para as duas equações anteriores:

$\bar{x}$  = média aritmética;

$x_i$  = cada uma das observações;

$n$  = número de observações.

Ao utilizar o método da Média Móvel Simples, quanto maior o desvio padrão da demanda real observada, maior será a amplitude do erro da previsão, porque o desvio padrão da série está ligado ao comportamento aleatório da série. Quanto menor o desvio padrão de um período, menor variação na série temporal da demanda por esse produto (PEINADO; GRAEMEL, 2007).

Segundo Peinado e Graeml (2007), os erros nos cálculos de previsão quantitativos permitem identificar o comportamento aleatório que toda demanda possui, captando o comportamento sistemático da demanda que indica o comportamento aleatório pela amplitude do erro. A amplitude e a tendência de viés são características importantes dos erros de previsão a serem acompanhadas.

Ainda, segundo Peinado e Graeml (2007), a amplitude do erro indica o tamanho da variação aleatória. Uma das melhores formas de mensurar a amplitude dos erros é comparar o desvio padrão das séries das demandas observadas com o desvio padrão da demanda

Cálculo do erro simples: é a diferença entre a demanda real e a demanda prevista, dada por:

$$E_i = D_i - P_i \quad (4)$$

Sendo:

$E_i$  = erro simples de previsão cometido no período i.

$D_i$  = demanda observado no período i.

$P_i$  = previsão para o período  $i$ .

Ao encontrar o erro simples é possível encontrar o erro absoluto ( $EA_i$ ), dado pelo módulo do erro simples:

$$EA_i = |E_i| \quad (5)$$

O desvio médio absoluto (DMA) representa a média acumulada dos erros absolutos dos últimos períodos, e é dado por:

$$DMA_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n EA_i \quad (6)$$

Por ultimo, pode ocorrer que as variações da demanda, quando comparadas com as previsões, apresentem um comportamento não aleatório, podendo indicar que a previsão está sendo otimista ou pessimista demais. Isto é chamado de Tendência de Viés (TS) e é obtido pela seguinte fórmula:

$$TS_n = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{DMA_n} \quad (7)$$

O valor de tendência de viés encontrado deve manter-se entre -4 e +4, dessa forma provavelmente não ocorrerá erros de viés. Sua causa deve ser identificada e analisada.

Identificar os erros em uma previsão é fundamental por dois motivos: eles mencionam o quanto o modelo de previsão utilizado é adequado, bem como são importantes para o planejamento logístico, vez que as previsões determinarão o volume de estoque de segurança necessário. Quanto maior a variação da previsão da demanda, maior deverá ser o nível do estoque de segurança (PEINADO; GRAEML, 2007).

#### 2.4.2.2 Modelo de média móvel ponderada

Martins e Laugeni (2005) explicam que o método da média móvel ponderada é semelhante ao método da média móvel simples. A diferença está que na média móvel ponderada é atribuído pesos a cada um dos dados, sendo que a soma dos pesos deve ser igual a um. Também aplicados a modelos que não possuem tendência ou sazonalidade.

Segundo Peinado e Graeml (2007), os períodos mais recentes recebem peso maior que os períodos, um peso ligeiramente menor para o período anterior, e assim por diante. Desta forma, as demandas dos períodos mais recentes são consideradas mais importantes, pois quanto maior o peso atribuído a esses períodos maior é a sua influência na previsão. Os pesos também podem ser definidos por meio de programação linear.

Dessa maneira, a previsão pode ser obtida por:

$$P_j = (D_1 \times PE_1) + (D_2 \times PE_2) + \dots + (D_n \times PE_n) \quad (8)$$

Onde:

$P_j$  = Previsão para o período j;

$D_n$  = Demanda do período i;

$PE_n$  = Peso atribuído ao período i;

Sendo que:

$$PE_1 + PE_2 + PE_3 + \dots + PE_n = 1 \quad (9)$$

#### 2.4.2.3 Modelo de média móvel com suavização exponencial

Esse modelo é uma variação do modelo da média móvel ponderada, que também deve ser aplicado para demandas que não apresentam tendências nem

sazonalidade. É um dos modelos mais simples de previsão e não são capazes de lidar com aleatoriedade alta, detectadas a partir de desvios de padrões altos. Segundo Peinado e Graeml (2007), adota-se um peso de ponderação que se eleva exponencialmente quanto mais recente for o período:

$$P_j = \alpha \times \bar{D} + (1 - \alpha) \times D_{j-1} \quad (10)$$

Sendo:

$P_j$  = Previsão para o período j;

$\bar{D}$  = Demanda média dos últimos n períodos;

$\alpha$  = Constante de suavização ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$D_{j-1}$  = Demanda real ocorrido no período anterior ao período j.

Quanto maior o valor de  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) menor será a influência da demanda real do último período.  $(1-\alpha)$  corresponde a taxa exponencial com que vai cair a influência dos dados históricos de demanda.

A variável  $\alpha$  é utilizada para diminuir o valor do desvio padrão e podem ser utilizados valores definidos pela empresa ou escolha por meio da programação linear. Segundo Morettin e Tolo (2004), quanto menor for o valor de  $\alpha$  mais estáveis serão as previsões finais. Quanto mais aleatória for a série, menores serão os valores da constante de suavização.

#### 2.4.2.4 Modelo dos mínimos quadrados ou de regressão linear

O método da regressão linear, segundo Martins e Laugeni (2005) consiste em determinar a função da reta  $Y = a + bX$ , sendo Y a variável dependente e X a independente.

Segundo Peinado e Graeml (2007) o modelo é aplicado a séries temporais de demanda que apresentam tendência, mas não apresentam sazonalidade. O método utiliza a teoria dos mínimos quadrados para encontrar uma regressão que determina a equação da reta que melhor representa os valores de demanda passada. Então, a

previsão da demanda é obtida por meio da equação da reta, levando em consideração o nível e a tendência:

$$D_i = a + b \times P_i \quad (12)$$

Sendo:

$D_i$  = Demanda do período  $i$ ;

$a$  = Coeficiente do nível da demanda;

$b$  = Coeficiente da tendência da demanda;

$P_i$  = Período  $i$ .

Os coeficientes  $a$  e  $b$  da equação são calculados a partir das seguintes formulas:

$$a = \bar{D} - b \times \bar{P} \quad (13)$$

$$b = \frac{(\sum_{i=1}^n D_i \times P_i) - n \times \bar{D} \times \bar{P}}{(\sum_{i=1}^n P_i^2) - n \times (\bar{P})^2} \quad (14)$$

Sendo:

$a$  = Coeficiente do nível de demanda;

$\bar{D}$  = Demanda média dos  $n$  períodos;

$b$  = Coeficiente da tendência da demanda;

$D_i$  = Demanda do período  $i$ ;

$P_i$  = Período  $i$ ;

$n$  = número de períodos considerados;

$\bar{P}$  = Média dos períodos considerados.

### 2.4.3 Modelos Para Séries Sazonais

#### 2.4.3.1 Modelo de *Holt-Winters* (HW)

Segundo Souza *et al.* (2008) o método *Holt-Winters*, utilizado para trabalhar com dados que possuem sazonalidade e tendência, possui três equações principais: uma para ajuste de nível, outra para o ajuste da tendência, e outra para sazonalidade. O método ainda possui duas formas, sendo uma a aditiva e outra a multiplicativa.

Morettin e Toloi (2004) salientam que as três equações possuem constantes de suavização diferentes, associadas a cada uma das componentes do padrão da série: nível, tendência e sazonalidade.

Para a sazonalidade multiplicativa, considerando uma série de período  $s$ , a variante mais usual desse método considera o fator sazonal  $F_t$  como sendo o multiplicativo e enquanto a tendência permanece aditiva, isto é:

$$Z_t = \mu_t F_t + T_t + a_t \quad (15)$$

As equações de suavização para a série multiplicativa são dadas por:

$$\hat{F}_t = D \left( \frac{Z_t}{\bar{Z}_t} \right) + (1 - D) \hat{F}_{t-s}, 0 < D < 1, t = s + 1, \dots, N, \quad (16)$$

$$\bar{Z}_t = A \left( \frac{Z_t}{\hat{F}_{t-s}} \right) + (1 - A) (\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}), 0 < A < 1, t = s + 1, \dots, N, \quad (17)$$

$$\hat{T}_t = C (\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1 - C) \hat{T}_{t-1}, 0 < C < 1, t = s + 1, \dots, N. \quad (18)$$

As equações representam estimativas do fator sazonal, do nível e da tendência, respectivamente, e  $A$ ,  $C$  e  $D$  são as constantes de suavização exponencial.

Para que o procedimento seja aditivo, pode-se modificar o procedimento anterior,

$$Z_t = \mu_t + F_t + T_t + a_t \quad (19)$$

As estimativas do fator sazonal, nível e tendência para a série aditiva são dadas por:

$$\hat{F}_t = D(Z_t - \bar{Z}_t) + (1 - D)\hat{F}_{t-s}, 0 < D < 1, \quad (20)$$

$$\bar{Z}_t = A(Z_t - \hat{F}_{t-s}) + (1 - A)(\hat{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}), 0 < A < 1, \quad (21)$$

$$\hat{T}_t = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1 - C)\hat{T}_{t-1}, 0 < C < 1, \quad (22)$$

As previsões dos valores futuros da série para a série sazonal multiplicativa é dada por:

$$\begin{aligned} \hat{Z}_t(h) &= (\bar{Z}_t + h\hat{T}_t)\hat{F}_{t+h-s}, h = 1, 2, \dots, s, \\ \hat{Z}_t(h) &= (\bar{Z}_t + h\hat{T}_t)\hat{F}_{t+h-2s}, h = 1, 2, \dots, 2s, \\ &\dots \end{aligned} \quad (23)$$

Os valores de  $\hat{Z}_t$ ,  $\hat{F}_t$  e  $\hat{T}_t$  são dados por (17), (16) e (18) respectivamente. Para que seja feita atualizações das previsões, quando temos uma nova observação  $Z_{t+1}$  é utilizada as equações (16), (17) e (18) e a nova observação para o valor  $Z_{t+h}$  será dada por:

$$\begin{aligned} \hat{Z}_{t+1}(h-1) &= (\bar{Z}_{t+1} + (h-1)\hat{T}_{t+1})\hat{F}_{t+1+h-s}, h = 1, 2, \dots, s+1, \\ \hat{Z}_{t+1}(h-1) &= (\bar{Z}_{t+1} + (h-1)\hat{T}_{t+1})\hat{F}_{t+1+h-2s}, h = s+2, \dots, 2s+1, \\ &\dots \end{aligned} \quad (24)$$

Os valores iniciais das equações de recorrência são calculados por meio das seguintes fórmulas:

$$\hat{F}_j = \frac{Z_j}{\left(\frac{1}{S}\right) \sum_{k=1}^S Z_k}, j = 1, 2, \dots, S; \quad (25)$$

$$\bar{Z}_s = \frac{1}{S} \sum_{k=1}^S Z_k; \quad (26)$$

$$\hat{T}_s = 0. \quad (27)$$

Para a série sazonal aditiva, as equações são modificadas para:

$$\begin{aligned} \hat{Z}_t(h) &= \bar{Z}_t + h\hat{T}_t + \hat{F}_{t+h-s}, h = 1, 2, \dots, S, \\ \hat{Z}_t(h) &= \bar{Z}_t + h\hat{T}_t + \hat{F}_{t+h-2s}, h = s + 1, \dots, S, \\ &\dots \end{aligned} \quad (28)$$

Os valores de  $\bar{Z}_t$ ,  $\hat{T}_t$  e  $\hat{F}_t$  são dados pelas equações (21), (22) e (20). As atualizações serão feitas utilizando as equações (20), (21) e (22), dessa forma, a nova previsão para o valor  $Z_{t+h}$  será:

$$\hat{Z}_{t+1}(h-1) = \bar{Z}_{t+1} + (h-1)\hat{T}_{t+1} + \hat{F}_{t+1+h-s}, h = 1, 2, \dots, S+1 \quad (29)$$

Esse método é adequado à análise de séries com padrão de comportamento mais geral. Pode-se ter dificuldade em determinar as constantes de suavização e em estudar as propriedades estatísticas. A determinação das constantes de suavização é realizada de modo a tornar mínima a soma dos quadrados dos erros de ajustamento (MORETTIN e TOLOI, 2004).

#### 2.4.4 Ajuste e Monitoramento

Para Tubino (2004) uma forma de monitorar o desempenho do modelo é por meio da verificação do comportamento do indicador do erro absoluto médio, conhecido como MAD (*Mean Absolute Deviation*). A fórmula para calcular o MAD é:

$$Mad = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - F_t|}{n} \quad (9)$$

Onde:

$D_t$  = demanda ocorrida no período;

$F_t$  = demanda prevista no período;

$N$  = número de períodos.

Outro indicador de erro de previsão é o EPAM (*Erro percentual absoluto médio*), que considera desvios relativos ou percentuais no cálculo do erro. A fórmula para calcular o EPAM é:

$$EPAM = \sum_{t=1}^n \left| \frac{D_t - F_t}{D_t} \right| \quad (10)$$

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Silva e Menezes (2005) classificam as pesquisas de diversas formas. Quanto a sua natureza, essa pesquisa é aplicada, por ter uma aplicação prática e propõe a solução de um problema específico.

Quanto à abordagem do problema, essa pesquisa é de caráter quantitativo e qualitativo. Para Silva e Menezes (2005) pesquisas qualitativas ocorrem quando há um fenômeno que não pode ser descrito em números, e a interpretação do fenômeno e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Já as pesquisas quantitativas são tudo que pode ser analisado e classificado em números, utilizando de recursos e de técnicas estatísticas.

A pesquisa pode ser classificada como exploratória de acordo com Selltiz *et al.* (*apud* Gil, 2002, p.41), pois tem como objetivo uma maior familiaridade com o problema, para tornar ele mais explícito ou construir hipóteses, ter um planejamento flexível para que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Segundo Gil (2009, p.41) a pesquisa exploratória “na maioria dos casos assume a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso”.

Essa pesquisa também se caracteriza como experimental. Para Gil (2009, p. 47) “a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capaz de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto”.

Gil (2009) trata o pesquisador como um agente ativo e responsável diretamente pelos resultados da pesquisa. Ela deve apresentar as seguintes propriedades para essa classificação:

- a) Manipulação: é necessário manipular pelo menos um dos elementos estudados;
- b) Controle: é introduzido pelo pesquisador um ou mais controles na situação experimental;

- c) Distribuição aleatória: a designação dos elementos deve ser feita aleatoriamente.

### 3.2 COLETA DE DADOS

Os dados coletados para a formulação do problema são dados históricos de vendas de peças da Mognol Máquinas Agrícolas LTDA., uma empresa do ramo de maquinário agrícola.

Devido ao tipo de coleta de dados a pesquisa pode ser classificada como pesquisa documental. Para Gil (2009, p.45) “a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos de pesquisa”.

### 3.3 ANÁLISE DOS DADOS

A organização e análise dos dados foram realizados por meio software computacional *Microsoft Office Excel*. Para a previsão será utilizado modelos matemáticos de previsão demanda.

Foram analisadas as vendas realizadas pela empresa o período de 01 de julho de 2007 até 31 de outubro de 2013, por meio de relatórios fornecidos pelo software que a empresa utiliza atualmente, o CONTASHOP. Posteriormente foi retirada uma amostra conforme o critério de número de peças vendidas e o preço médio de compra, de maneira qualitativa, sendo identificadas as peças que representavam alto valor financeiro para a empresa, tanto como em necessidade de reposição para a satisfação dos clientes.

## 4 A EMPRESA

A Mognol Máquinas Agrícolas Ltda. foi fundada em 16 de novembro de 2001, por sócios com vínculos na atividade agropecuária, sendo um Administrador de Empresas e o outro Engenheiro Agrônomo.

A Empresa surgiu com o objetivo de oferecer produtos e serviços diferenciados para o agricultor da Região Oeste do Paraná, região esta que é destaque em âmbito Estadual pela produção de grãos, principalmente soja e milho.

Decidiu-se pela instalação da matriz em São Miguel do Iguçu, município da região com grandes extensões de terras produtivas e bem localizado as margens da BR 277, rodovia que liga a Capital com o Oeste do Estado. Inicialmente foi pouco capital de investimento, com imóvel alugado e uma estrutura de trabalho enxuta tanto física quanto em pessoas.

Cautelosamente, sem perder a agressividade nas vendas e em busca de clientes, a empresa foi crescendo. Em 2004 adquiriu sede própria, um imóvel de 1000 m<sup>2</sup>, sendo 500 m<sup>2</sup> construídos para escritórios e loja de peças, e em 2007 foi ampliado com a aquisição de mais um terreno de 800 m<sup>2</sup>, onde foi construído um barracão de 400 m<sup>2</sup>.

Assim, desde o início, o posicionamento da Mognol Máquinas Agrícolas Ltda. foide crescer com a missão de “satisfazer as necessidades dos clientes com tecnologia, qualidade e honestidade”.

Atualmente a empresa representa e revende cerca de 50 marcas de máquinas, implementos e peças agrícolas, entre elas se destacam:

- Semeato S/A Indústria E Comércio;
- Montana Indústria De Máquinas Ltda;
- Kuhn Metasa Implementos Agrícolas S/A;
- Implementos Agrícolas Jan S/A;
- Stara S/A Indústria Implementos Agrícolas;
- GTS Do Brasil Ltda;
- JF Máquinas Agrícolas Ltda.

Com a intenção de satisfazer às necessidades dos clientes, a empresa investiu em peças e assistência técnica, e tem a oferecer peças de reposição de todas

as marcas de máquinas que revende e também uma oficina mecânica com infraestrutura e pessoal técnico disponível e preparado para execução de serviços e reparos com eficiência, disponibilizando assistência de qualidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 FATORES DA ATIVIDADE

As atividades agrícolas que mais consomem peças de reposição na região onde está situada a empresa é o cultivo de dois tipos de grãos, a soja e o milho. Praticamente toda agricultura é movimentada por esses dois produtos do setor, que têm suas safras, uma consecutiva a outra, geralmente dentro de um período de 12 meses.

Essas duas atividades possuem fatores importantes e que devem ser destacados, pois podem influenciar na demanda de peças que elas utilizam. Para a análise, explanação e uma melhor compreensão, o conhecimento desses fatores é de suma importância.

A safra de soja, podendo ser destacada como o principal produto da região, inicia-se com o plantio, por volta do mês de Setembro até o mês de Outubro, podendo prolongar em algumas ocasiões ao mês de novembro, sendo finalizada com a colheita a partir do mês de Janeiro até Fevereiro do ano seguinte.

Quanto à safra de milho, essa pode se dividir em duas safras durante o ano. A primeira opção de safra, definida aqui como safra normal do milho, ocorre nos mesmos períodos que a safra da soja, ou seja, o agricultor opta pelo plantio uma das duas. Essa safra se inicia a partir do mês de Agosto e estende se até Fevereiro do ano seguinte.

É importante ressaltar que essa safra de milho ocorre em frequência muito menor. São poucos os agricultores que optam pelo plantio do milho ao invés de soja, visto que a relação custo/benefício da soja é muito maior atualmente do que a do milho, levando em conta os preços praticados atualmente pelo mercado.

A segunda opção de safra de milho, denominada como milho safrinha inicia-se com o plantio imediatamente após a colheita da soja e se estende até julho e por vezes agosto até sua própria colheita. Geralmente, durante os meses de agosto e partes de setembro, as terras cultivadas ficam ociosas, sendo aproveitada pelos

agricultores para seu fortalecimento por meio de adubação verde ou nutrientes espalhados sobre a terra.

A Figura 4 apresenta por meio do Gráfico de Gantt os períodos no ano das principais atividades em que os maquinários são utilizados para a execução das atividades ligadas a produção agrícola.

| Mês/Atividade             | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ciclo da Soja             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Plantio da Soja           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Colheita da Soja          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Ciclo do Milho Normal     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Ciclo do Milho Safrinha   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Plantio do Milho          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Colheita do Milho         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Pulverização              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Período ocioso das Terras |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Figura 4 - Gráfico de Gantt dos Períodos de Atividades.

Fonte: Autor (2014).

Portanto, destacam-se os períodos como sazonais do plantio e colheita desses dois grãos, o que pode ser associado à venda das peças de manutenção dos maquinários utilizados no sistema de produção agrícola. Os maquinários utilizados na produção desses dois grãos são formados por tratores que tracionam as plantadeiras nos períodos de plantio e por colheitadeiras junto a plataformas no período de colheita. Vale ressaltar que nos períodos de plantio, a plantadeira é a mesma para os dois produtos, enquanto que para a colheita somente são vendidas peças para a plataforma da colheita do milho, pois a empresa apenas trabalha com esse modelo.

Outro maquinário utilizado durante a produção, e que tem importância igual aos utilizados no plantio e na colheita, são os pulverizadores, utilizados para aplicação de inseticidas para o controle de insetos e ervas daninhas, doenças e dessecação para colheita da soja. A pulverização ocorre em vários momentos durante as safras, como citado, para as mais diversas atividades.

Dentre as atividades em que a pulverização é utilizada, vale destacar alguns pontos. Primeiramente, a pulverização é utilizada praticamente durante toda a safra da soja, começando com a dessecação de plantas não desejadas na lavoura antes

mesmo do plantio, passando por pulverizações regulares durante o desenvolvimento, o controle de pragas e doenças, até o término com a dessecação da planta, geralmente feita uma semana antes da colheita.

Já quanto à pulverização do milho, ela é feita somente no início do ciclo da planta, por pulverizadores normais de arrasto por tratores, enquanto é possível a entrada de maquinário sem que haja dano à planta, por se tratar de um cultivo que após certo tempo de amadurecimento, devido à altura que a planta adquiriu, impossibilita a entrada do maquinário.

Nos últimos anos desenvolveram-se os chamados pulverizadores autopropelidos. São pulverizadores com dimensões maiores, principalmente na altura, com características de alto rendimento operacional e maior tecnologia empregada. Ainda, além de um rendimento melhor nas culturas da soja e milho, pode fazer com que a pulverização do milho se estenda, vez que tem a possibilidade de adentrar as lavouras devido a sua altura superior aos pulverizadores comuns.

Esses pontos citados devem ser levados em conta na hora de analisar os dados e prever a demanda, pois é o cultivo dos grãos que vai influenciar na venda das peças de reposição para o maquinário.

É importante ressaltar também, que há outros fatores, além das próprias safras que influenciam na venda dos maquinários e peças. Dentre eles destacam-se:

- a) Condições climáticas;
- b) Região de produção;
- c) Cultura e planejamento dos agricultores;
- d) Produção

As condições climáticas praticamente regem o andamento da produção de grãos. Para que uma safra seja produtiva, é essencial que índice pluviométrico seja constante e dentro dos limites necessários. Em outras palavras, as chuvas devem ser frequentes e em quantidades mínimas que a planta necessita e, em quantidades máximas para que não interfira nas atividades feitas por maquinários.

A falta de chuva ou períodos de secas, pode interferir na formação da planta e, em alguns casos, como em safras passadas, ocorrer a perda total da safra, influenciando em atividades como a colheita e a pulverização, além do adiantamento em alguns casos da próxima safra.

Por outro lado, a chuva em excesso pode interferir, principalmente, na pulverização, devido ao solo encharcado ou muito úmido impossibilitando entrada com maquinários, e o fato de não ter condições adequadas para utilização de defensivos agrícolas. Com isso algumas vezes não é possível o controle das pragas e doenças, que é o principal objetivo da pulverização.

No caso da safra de milho, o excesso de chuva no começo da safra, faz com que a pulverização espere, e em alguns casos, quando a chuva cessa, não é mais possível a entrada do maquinário devido ao tamanho adquirido pela planta. Vale lembrar que existem doenças ocasionadas pelo excesso de chuva.

A região de produção também pode interferir nos períodos de sazonalidade, pois os ciclos de produção variam de regiões para regiões, e deve ser levado em conta, já que a empresa vende para outros estados em algumas ocasiões.

Quanto à cultura e planejamento do agricultor, isso se dá em quando o agricultor decide realizar a manutenção do maquinário para que ele esteja pronto para as atividades que lhe é cabido. A maioria dos agricultores opta por fazer a manutenção do maquinário dias antes do início da atividade, porém há agricultores que o fazem com muita antecedência, ou até mesmo logo após o terem utilizado.

Os maquinários utilizados no plantio e na colheita, geralmente são os que mais precisam de manutenção, por outro lado ficam ociosos quando não é época de plantio para as plantadeiras, ou da colheita do milho para as plataformas. O maquinário para a pulverização é utilizado com mais frequência, por isso se tem uma manutenção mais frequente o que implica em mais saída de peças para tal atividade.

Por último e da mesma forma importante, a venda de peças de maquinário agrícola pode ser afetada devido à produção da safra. Em caso safra cheia ou até uma “super safra”, ocasionando uma produção normal ou acima do esperado, muitos agricultores optam pela compra de novos maquinários, que não precisam de manutenção, afetando diretamente as vendas de peças e, em caso contrário, de uma safra abaixo do normal, a manutenção pode ser uma das melhores saídas a fim de tentar minimizar as despesas.

## 5.2 CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS

A empresa tem atualmente cerca de cinco mil e trezentos tipos diferentes de peças em estoque. Junto ao relatório de vendas de 01 de Julho de 2008 até 31 de Outubro de 2013, foi retirada uma amostra de sessenta e três peças conforme os maiores valores da quantidade vendida versus o preço médio de venda, pois o resultado desta multiplicação são valores representativos para a empresa.

As sessenta e três peças foram divididas em quatro grupos para uma melhor interpretação dos dados. São eles:

- Peças de Plantadeiras;
- Peças de Plataformas;
- Peças de Pulverizadores;
- Peças Gerais.

Os quatro grupos representam os principais tipos de peças vendidos pela empresa. A Tabela 2 mostra a quantidade de tipos de peças em cada grupo.

**Tabela 2 - Tipos de peças em cada grupo.**

| Grupo          | Tipo de Peças |
|----------------|---------------|
| Plantadeiras   | 11            |
| Plataforma     | 7             |
| Pulverizadores | 23            |
| Gerais         | 22            |

**Fonte: Autor (2014).**

Os grupos elaborados foram estudados cada um de maneira independente, para uma melhor análise e uma melhor elaboração do modelo de previsão, pelo fato de cada grupo possuir características próprias de quantidade de vendas, nível, tendência, sazonalidade.

Os onze tipos de peças que estão no grupo de Plantadeiras estão apresentados na Tabela 3 junto com as quantidades vendidas no período 01 de Julho de 2008 até 31 de Outubro de 2013, os códigos de referência do produto, o valor médio de compra em Reais e o valor do montante gerado em Reais nesse período.

**Tabela 3 - Peças do grupo Plantadeiras.**

| <b>Código</b> | <b>Descrição</b>               | <b>Qtde. Vendida</b> | <b>Valor Médio (R\$)</b> | <b>Vlr. Total(R\$)</b> |
|---------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|
| 2783-P        | Anel Liso 4mm Univ             | 205                  | 5,62                     | 1151,65                |
| 7191-P        | Anel Milho Liso 4mm Amarelo    | 249                  | 6,87                     | 1709,77                |
| 7193-P        | Anel Milho Rebaixado 1mm Verde | 164                  | 7,08                     | 1161,53                |
| 7192-P        | Anel Milho Rebaixado 2mm Azul  | 264                  | 7,06                     | 1864,33                |
| 9855-P        | Anel Nilos F-110390            | 235                  | 8,28                     | 1945                   |
| 2057-P        | Anel O'ring 2                  | 267                  | 1,74                     | 465,91                 |
| 367-P         | Anel O'ring Da Bomba Auxiliar  | 380                  | 0,50                     | 190,8                  |
| 3272-P        | Banda Compactadora             | 476                  | 9,55                     | 4544,3                 |
| 3417-P        | Disco Plano Liso 17"X4.00      | 120                  | 67,10                    | 8051,84                |
| 3262-P        | Ponteira Paralela Semeato      | 253                  | 9,60                     | 2427,85                |
| 344-P         | Mangote P/ Semente             | 314                  | 9,86                     | 3095,94                |

**Fonte: Autor (2014).**

A quantidade e o valor médio de compra das peças do grupo Plantadeiras são valores que quando multiplicados representam valores altos para a empresa, ao mesmo tempo em que essas peças representam altos níveis de satisfação pelos clientes, pois o plantio é uma das atividades de maior importância no ciclo dos produtos, sendo parte importante para o sucesso e lucro da empresa.

Da mesma forma que na Tabela 3, as Tabelas 4, 5 e 6 apresentam, respectivamente, as peças pertencentes ao grupo de Plataformas, Pulverizadores e Gerais, junto com os códigos de referência do produto, o valor médio de compra em Reais e o valor do montante gerado em Reais nesse período.

**Tabela 4 - Peças do Grupo Plataformas.**

| <b>Código</b> | <b>Descrição</b>                       | <b>Qtde. Vendida</b> | <b>Valor Médio (R\$)</b> | <b>Vlr. Total(R\$)</b> |
|---------------|--|----------------------|--------------------------|------------------------|
| 3194-P        | Guia Esticador - Produtiva             | 116                  | 44,35                    | 5144,77                |
| 8032-P        | Bm 2060 H 7aue 8x8x10 52 L Tc          | 43                   | 88,88                    | 3822,01                |
| 4551-P        | Bucha De Saida (103097)                | 47                   | 28,88                    | 1357,4                 |
| 3369-P        | Grampo Bucal 5/16 X 2.1/4              | 84                   | 12,06                    | 1013,31                |
| 3202-P        | Retentor Sav 10616 (520162)            | 71                   | 18,98                    | 1347,41                |
| 779-P         | Roda Dentada Princ. Alta               | 82                   | 70,70                    | 5797,43                |
| 6899-P        | Roda Dentada Z 8 Passo 41 4 Esticadora | 58                   | 64,52                    | 3741,88                |

**Fonte: Autor (2014).**

Nota se que a quantidade de cada peças vendidas do grupo Plataformas não é um número muito grande, isso acontece devido ao fato que somente nos últimos

anos a empresa começou a trabalhar com essas peças, porém, o valor médio unitário de cada peça é um valor representativo, justificando a importância desse grupo na análise e previsão.

**Tabela 5 - Peças do Grupo Pulverizadores**

| <b>Código</b> | <b>Descrição</b>                         | <b>Qtde. Vendida</b> | <b>Valor Médio (R\$)</b> | <b>Vir. Total(R\$)</b> |
|---------------|--|----------------------|--------------------------|------------------------|
| 1512-P        | Bico Cerâmica Cone Vazio Mag-2 Preto     | 500                  | 5,26                     | 2629,07                |
| 333-P         | Bico Indução De Ar 11002 Adia            | 257                  | 17,29                    | 4444,38                |
| 3950-P        | Bico Indução De Ar 11002 Adia            | 227                  | 17,10                    | 3880,62                |
| 4807-P        | Bico Leque 11002 Duplo Ad-la C/Ind.      | 220                  | 16,50                    | 3630,5                 |
| 311-P         | Bico Leque 11002 Duplo Anti-Deriva       | 478                  | 11,13                    | 5321,88                |
| 318-P         | Bico Leque Cerâmica 11002 - Adga         | 1403                 | 8,10                     | 11368,37               |
| 5088-P        | Bico Leque Cerâmica 11002 - Anti Deriva  | 430                  | 7,16                     | 3078,66                |
| 337-P         | Bico Leque Cerâmica 11003 - Adga         | 691                  | 7,63                     | 5274,1                 |
| 3719-P        | Bico Leque Poliacetal 11002 Tp           | 673                  | 2,87                     | 1932,73                |
| 319-P         | Capa C. C/ Eng. Rápido P/ Bico Leque     | 499                  | 2,27                     | 1131,77                |
| 3952-P        | Capa De Bico Vermelha                    | 380                  | 3,30                     | 1255,11                |
| 317-P         | Filtro De Bico Malha 100 Reta            | 1276                 | 1,09                     | 1391,54                |
| 310-P         | Filtro Do Bico Malha 50 Reta             | 1725                 | 1,10                     | 1905,87                |
| 320-P         | Filtro Do Bico Malha 80 Reta             | 1388                 | 1,06                     | 1470,34                |
| 1009-P        | Anel O'ring 2112                         | 1497,5               | 0,34                     | 510,42                 |
| 1010-P        | Anel O'ring 6060                         | 1063                 | 0,39                     | 417,01                 |
| 1293-P        | Anel O'ring Ds 3.53 Di 12.29mm (2206)    | 1363                 | 0,54                     | 733,96                 |
| 1203-P        | Anel O'ring Ds 3.53 Di 50.39 De 57.45 Mm | 561                  | 1,20                     | 674,83                 |
| 999-P         | Bucha De Plastiprene                     | 70                   | 73,54                    | 5147,83                |
| 49-P          | Liquido Espumante 5l                     | 154,1                | 85,13                    | 13118,92               |
| 1006-P        | Corpo Do Blocjet                         | 669                  | 6,33                     | 4236,16                |
| 1054-P        | Membrana Blocjet                         | 1937                 | 2,88                     | 5587,94                |
| 1007-P        | Junta Biflo                              | 1233                 | 1,12                     | 1380,4                 |

**Fonte: Autor (2014).**

Nota se que o grupo Pulverizadores é composto por peças que variam de valores baixos, médios e altos, mostrando a diversidade com que esse grupo é composto.

As peças do grupo Pulverizadores representam o maior grupo, com vinte e três tipos de peças, representando uma grande porcentagem das vendas de todas as peças da empresa. Isso acontece por ser uma atividade que se aplica as lavouras de produção durante quase todo o ano, o que justifica uma maior amostra para esse grupo.

As quantidades vendidas também variam de pequenas a altas, e muito dessa quantidade é influenciada pelo preço. Ao se analisar o produto da quantidade versus o valor médio, critério utilizado para a escolha dessas peças como amostra, nota-se que o valor financeiro é novamente representativo e, também, representa valor quanto à satisfação do cliente, pois é necessário ter em estoque a maioria das peças todo momento, por isso a previsão pode ser um bom fator para esse grupo.

Segundo maior grupo, com vinte e dois tipos de peças, as peças gerais são em sua maioria caracterizadas por peças de baixo valor, com algumas exceções, porém com um grande número de quantidade vendida.

**Tabela 6 - Peças do grupo Gerais.**

| <b>Código</b> | <b>Descrição</b>                      | <b>Qtde.</b> | <b>Valor Médio (R\$)</b> | <b>Vir. Total(R\$)</b> |
|---------------|---------------------------------------|--------------|--------------------------|------------------------|
| 7710-P        | Abraç. Nylon 400,00x4,80 Preta        | 735          | 0,44                     | 323,21                 |
| 4308-P        | Abraçadeiras Nylon 283,00x4,80 Branca | 845          | 0,19                     | 160,59                 |
| 4309-P        | Abraçadeira Nylon 283,00x4,80 Preta   | 1653         | 0,21                     | 349,11                 |
| 4310-P        | Abraçadeira Nylon 400,00x4,80 Branca  | 681          | 0,38                     | 262,15                 |
| 4917-P        | Abraçadeira Nylon Preta 5x230mm       | 796          | 0,15                     | 118,18                 |
| 8651-P        | Arruela Lisa 1/4                      | 590,05       | 0,05                     | 31,58                  |
| 1881-P        | Arruela Pressão Mil. 10mm             | 769          | 0,08                     | 58,03                  |
| 1883-P        | Arruela Pressão Mil. 12mm             | 1129         | 0,13                     | 142,95                 |
| 1876-P        | Arruela Pressão Mil. 8mm              | 807          | 0,09                     | 72,92                  |
| 2406-P        | Arruelas Ar Lisa Mil 10               | 1323         | 0,12                     | 161,67                 |
| 2540-P        | Arruelas Ar Lisa Mil 12               | 1309         | 0,13                     | 172,23                 |
| 2404-P        | Arruelas Ar Lisa Mil 6                | 1513         | 0,06                     | 86,69                  |
| 2405-P        | Arruelas Ar Lisa Mil 8                | 1387         | 0,07                     | 96,82                  |
| 5501-P        | Mangueira Hidráulica 1/4 1 Trama      | 263,14       | 10,39                    | 2734,34                |
| 5509-P        | Mangueira Hidrául. 1/2 2 Tramas       | 261,08       | 16,74                    | 4371,78                |
| 5507-P        | Mangueira Hidrául. 1/4 2 Tramas       | 469,16       | 13,67                    | 6414,97                |
| 5156-P        | Polia Alumínio A 2c 080mm             | 65           | 48,66                    | 3163,12                |
| 5155-P        | Polia Alumínio A 2c 200mm             | 66           | 83,42                    | 5505,56                |
| 2399-P        | Porcas Mil 5.8 Ma 12                  | 1905,3       | 0,25                     | 468,63                 |
| 2397-P        | Porcas Mil 5.8 Ma 6                   | 1582         | 0,09                     | 140,03                 |
| 2396-P        | Porcas Mil 5.8 Ma 8                   | 2005         | 0,11                     | 221,53                 |
| 880-P         | Rolamento Gpz                         | 587          | 5,82                     | 3418,54                |

**Fonte: Autor (2014).**

O grupo de peças gerais engloba peças para os mais devidos fins e utilizadas em diversas atividades. Não são peças exclusivas para uma só atividade, como o caso dos grupos anteriores, o que pode justificar o volume grande de venda.

Apesar de que o valor financeiro desse grupo não seja tão representativo quanto os outros, em relação à satisfação dos clientes as peças gerais tem o mesmo papel do que as peças dos outros grupos, pois muitas vezes essas peças servem de complemento a peças vendidas em outros grupos, e ter elas em quantidades suficientes no estoque é imprescindível.

É importante ressaltar, que quando o valor da peça é muito alto, a empresa não a mantém em estoque. Geralmente quando é necessária uma peça de valor alto, a empresa o faz por encomenda, por serem peças que dificilmente quebram, e quando isso acontece, o cliente está ciente de que será necessário um tempo para a chegada da mesma.

Para uma melhor análise e melhores resultados, as peças de cada grupo com características semelhantes quanto ao seu uso, foram agrupadas em subgrupos dentro de seu referido grupo.

Dessa maneira, o grupo de peças de plantadeiras teve suas peças agrupadas em seis subgrupos de peças, o grupo de peças de plataformas em sete subgrupos, o grupo de peças de pulverizadores em nove subgrupos, e o grupo de peças gerais foram agrupadas em seis subgrupos de peças, todos apresentados no Quadro 1.

Nota se que no Grupo de peças de Plataformas, os sete subgrupos apresentados são as próprias peças já apresentadas na Tabela 4, pois as peças não possuem características semelhantes quanto ao seu uso, o que impossibilitou o agrupamento das mesmas.

| <b>Grupo de Peças</b> | <b>Subgrupos de peças</b> |
|-----------------------|---------------------------|
| Peças de Plantadeiras | Anéis de Milho.           |

|                         |  |
|-------------------------|--|
|                         | Anéis Oring.<br>Banda Compactadora<br>Discos<br>Ponteira Semeato<br>Mangote  |
| Peças de Plataformas    | Guia Esticador<br>BM 2060<br>Bucha de Saída<br>Grampo<br>Retentor<br>Roda Dentada Alta<br>Roda Dentada Esticadora                                      |
| Peças de Pulverizadores | Bicos de Pulverização<br>Capas de Bicos<br>Filtros de Bicos<br>Anéis<br>Bucha<br>Líquido Espumante<br>Corpo Bloçjet<br>Membrana Bloçjet<br>Junta Bilfo |
| Peças Gerais            | Abraçadeiras<br>Arruelas<br>Mangueira Hidráulica<br>Polias<br>Porcas<br>Rolamentos   |

**Quadro 1 - Subgrupos de Peças**

Fonte: Autor (2014).

### 5.3 MÉTODO ATUALMENTE UTILIZADO PELA EMPRESA

Atualmente a empresa não utiliza qualquer método quantitativo de previsão de demanda, e sim um método qualitativo que segundo citado no referencial teórico, é previsão das demandas por meio da equipe de vendas.

A equipe de vendas é formada por dois funcionários responsáveis pela venda e reposição das peças no estoque, de forma que a demanda seja suprida. Quando os estoques de determinada peças chegam a um nível mínimo, é realizado um novo pedido das peças que os funcionários sabem que tem maior saída. Peças com pouca saída e/ou com um valor financeiro maior, é mantido um número reduzido no estoque, geralmente de uma a cinco, e no momento que uma peça é vendida, é feita o pedido de uma nova para o ressuprimento.

## 5.4 ESCOLHA DO MÉTODO QUANTITATIVO DE PREVISÃO DE DEMANDA

Como já citado nesse trabalho, segundo Corrêa e Corrêa (2009, p.167) os métodos quantitativos “são os métodos de previsão baseados em séries de dados históricos nas quais se procura, por meio de análises, identificar padrões de comportamento para que estes sejam projetados para o futuro”.

Dessa maneira, foi analisado o comportamento dos dados históricos de cada uma das peças dos subgrupos elaborados, por meio de gráficos, identificando variáveis como nível, tendência e sazonalidade.

Inicialmente, o período que compreendia os dados se encontrava entre Julho de 2008 até Outubro de 2013. Após uma análise inicial, verificou-se que havia muita discrepância no período do primeiro ano. Esta discrepância pode ser explicada pelo fato que a empresa iniciou o uso do sistema para gerenciamento do estoque em Julho de 2008 e, para igualar seus relatórios físicos com os gerados pelo sistema, registrou as vendas dos períodos anteriores em único mês. Posteriormente, de forma a minimizar os erros, os dados foram coletados entre Novembro de 2009 até Outubro de 2013, correspondendo a um período de quatro anos de vendas, totalizando 48 meses.

Com o novo período de dados históricos estabelecido, os dados foram agrupados a cada dois meses, como mostra o Quadro 2 tendo-se seis períodos de vendas em um ano, que nesse caso é compreendido entre Novembro a Outubro do próximo ano, resultando em um total de vinte e quatro períodos em cada subgrupo de peças para a análise dos dados.

Os períodos analisados foram assim agrupados justamente para que dois meses sejam iguais a um período, coincidisse com os períodos de plantio, colheita e pulverização da soja e do milho, representados anteriormente na Figura 4.

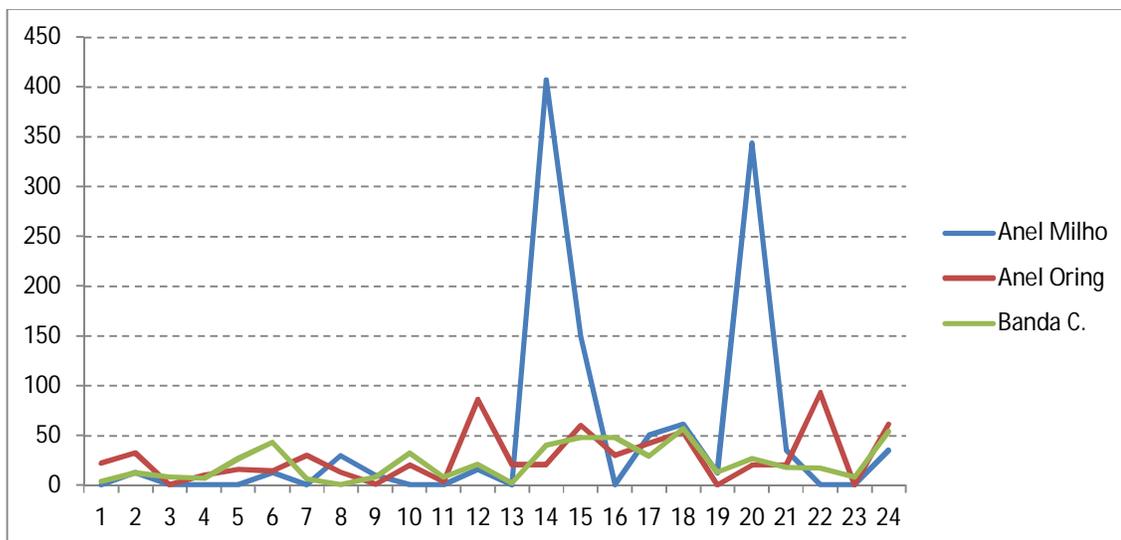
Ao analisar o comportamento dos dados históricos das peças, por meio da elaboração de gráficos, foi possível identificar o método quantitativo a ser utilizado, em cada grupo de peças, de acordo com as características que os dados apresentaram.

| <b>Mês</b> | <b>Ano 1</b> | <b>Ano 2</b> | <b>Ano 3</b> | <b>Ano 4</b> |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Nov        | Período 1    | Período 7    | Período 13   | Período 19   |
| Dez        |              |              |              |              |
| Jan        | Período 2    | Período 8    | Período 14   | Período 20   |
| Fev        |              |              |              |              |
| Mar        | Período 3    | Período 9    | Período 15   | Período 21   |
| Abr        |              |              |              |              |
| Mai        | Período 4    | Período 10   | Período 16   | Período 22   |
| Jun        |              |              |              |              |
| Jul        | Período 5    | Período 11   | Período 17   | Período 23   |
| Ago        |              |              |              |              |
| Set        | Período 6    | Período 12   | Período 18   | Período 24   |
| Out        |              |              |              |              |

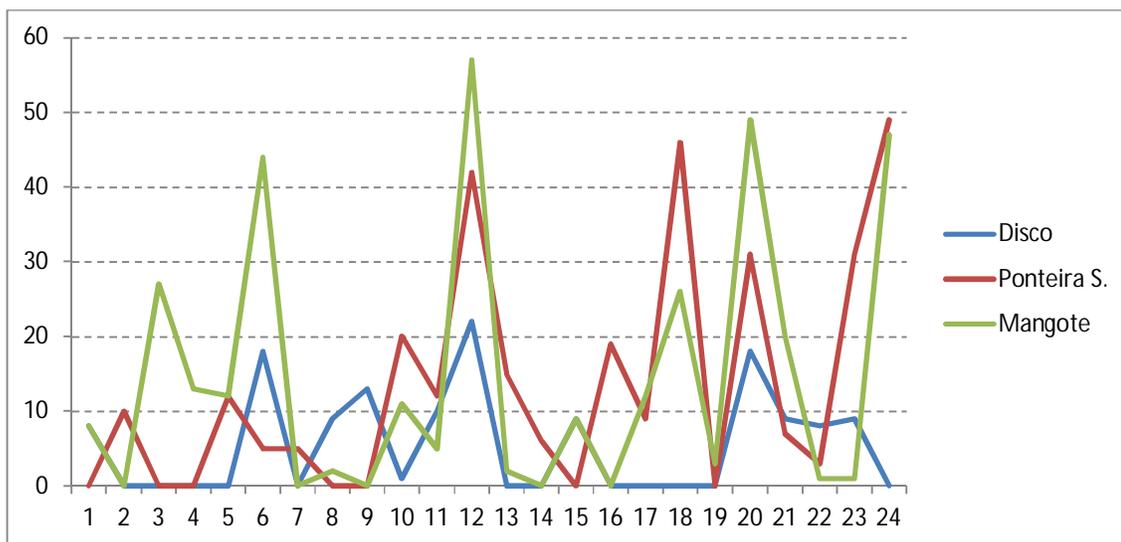
**Quadro 2 - Períodos de Vendas**  
**Fonte: Autor (2014).**

A seguir, estão apresentados graficamente os dados de venda dos subgrupos de peças de cada grupo, divididos em vinte períodos, nas Figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14:

## a) Grupo de Peças de Plantadeiras

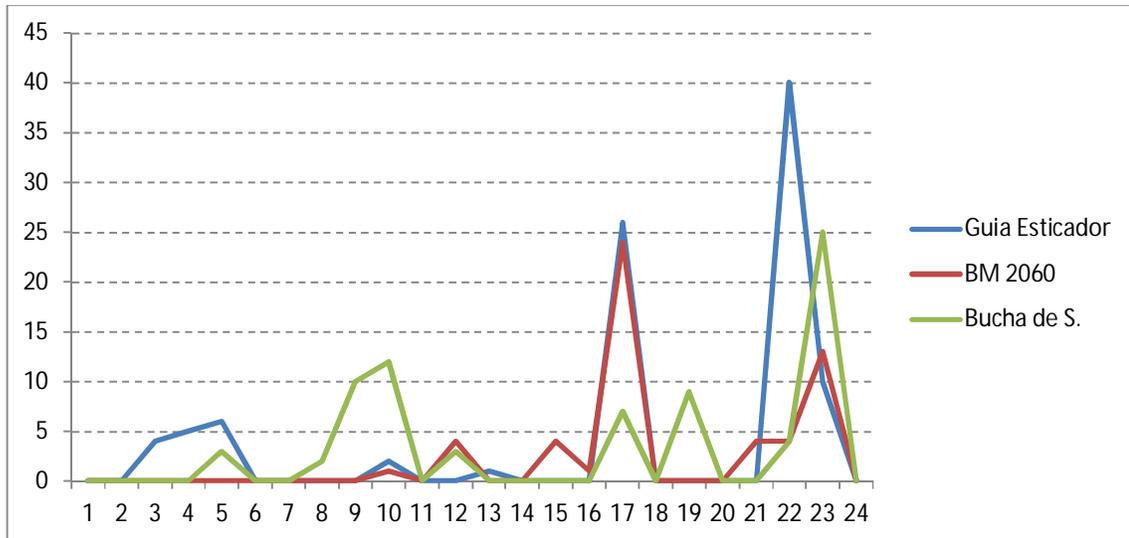


**Figura 5 – Histórico de Vendas de Peças do Grupo Plantadeiras (1).**  
**Fonte: Autor (2014).**

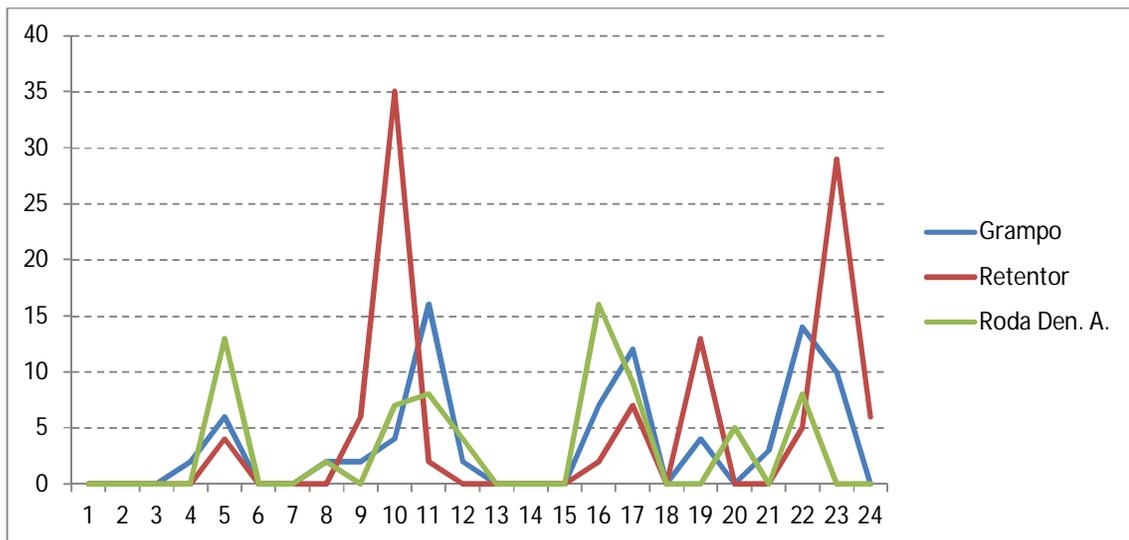


**Figura 6 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Plantadeiras (2).**  
**Fonte: Autor (2014).**

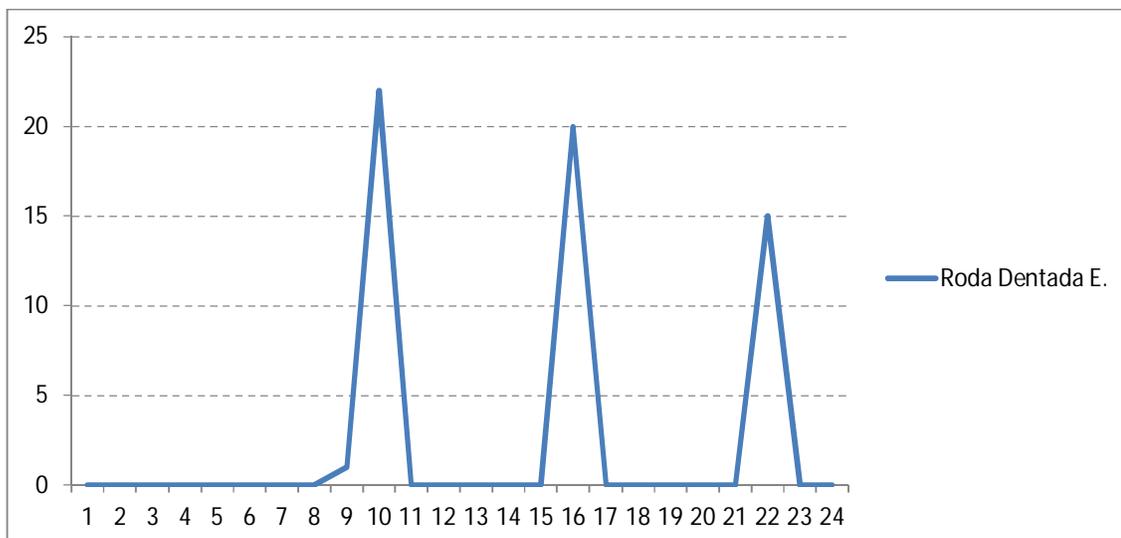
## b) Grupo de Peças Plataformas



**Figura 7 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Plataformas (1).**  
**Fonte: Autor (2014).**

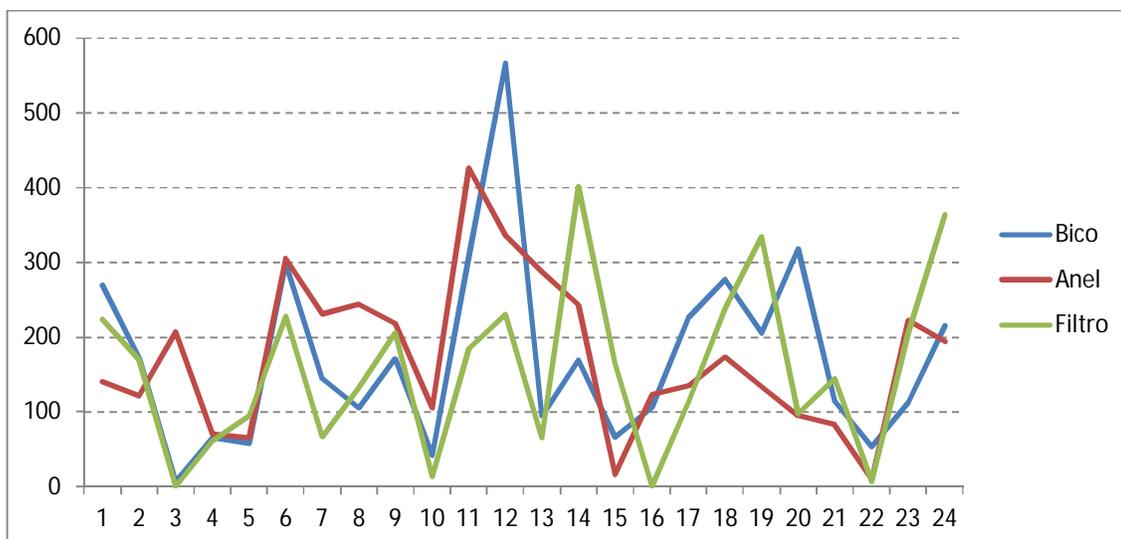


**Figura 8 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Plataformas (2)**  
**Fonte: Autor (2014).**

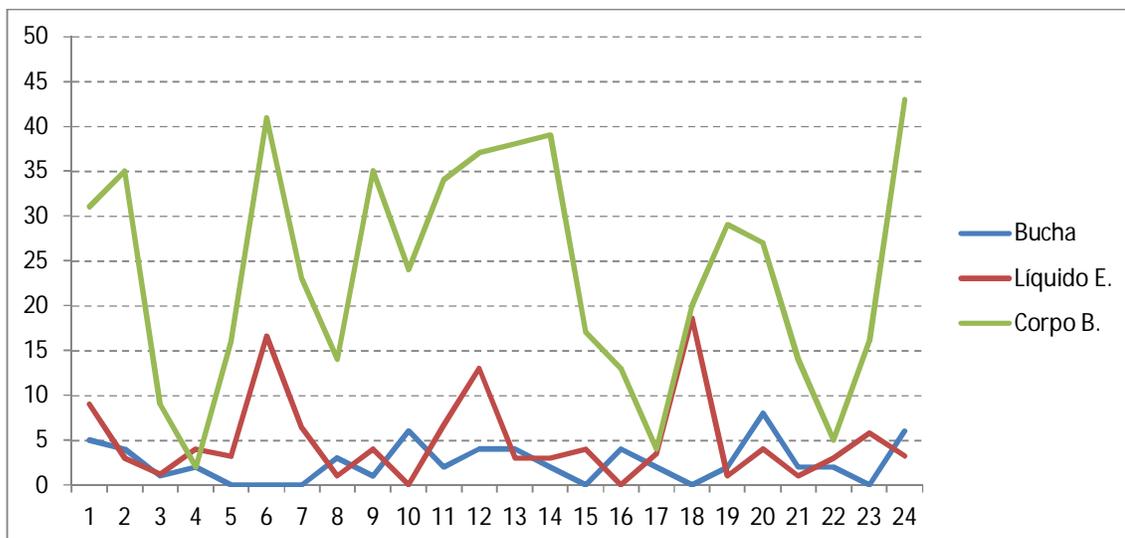


**Figura 9 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Plataformas (3)**  
**Fonte: Autor (2014).**

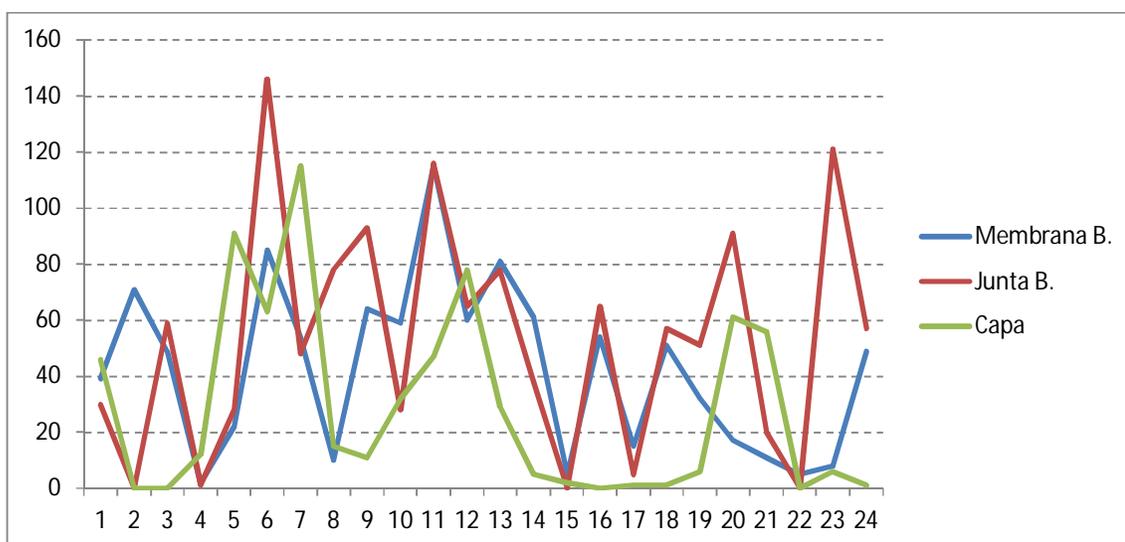
c) Grupo de Peças Pulverizadores



**Figura 10 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Pulverizadores (1).**  
**Fonte: Autor (2014).**

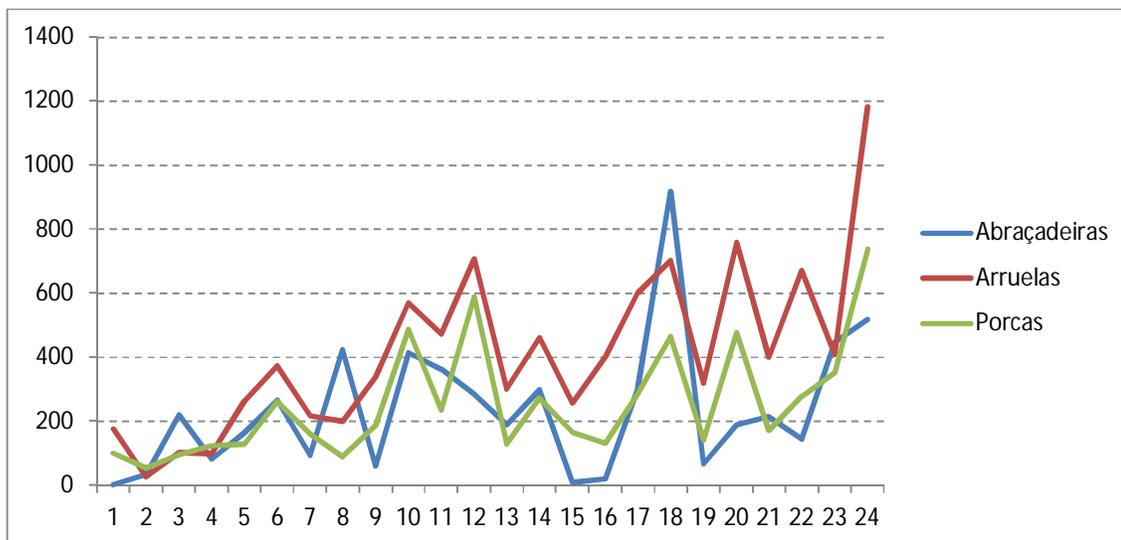


**Figura 11 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Pulverizadores (2).**  
Fonte: Autor (2014).

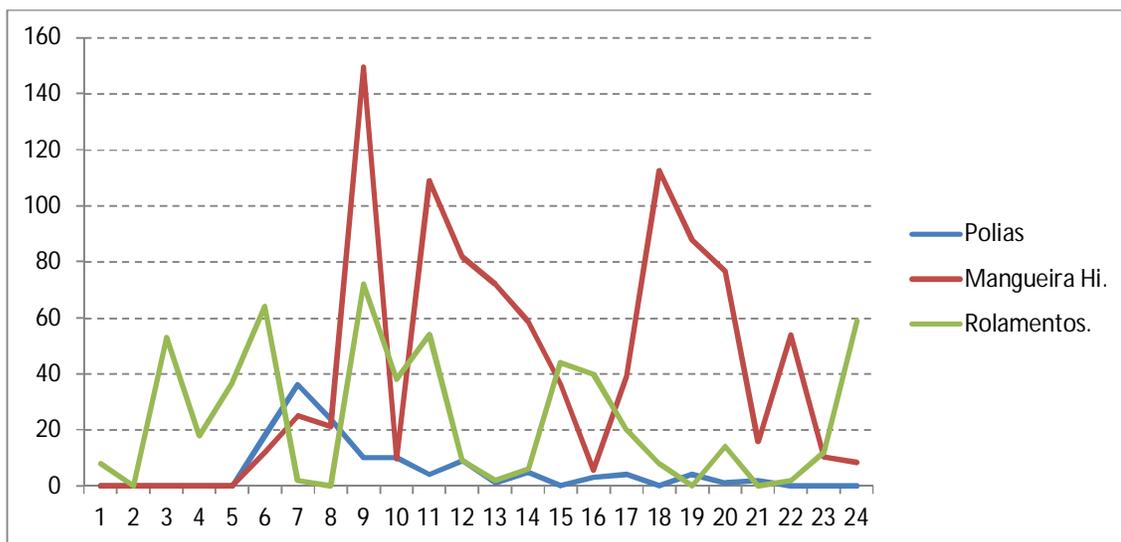


**Figura 12 - Histórico de Venda de Peças do Grupo Pulverizadores (3).**  
Fonte: Autor (2014).

## d) Grupo de Peças Gerais



**Figura 13 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Gerais (1).**  
**Fonte: Autor (2014).**



**Figura 14 - Histórico de Vendas de Peças do Grupo Gerais (2).**  
**Fonte: Autor (2014).**

Pode-se notar que os dados em cada grupo não se comportam exatamente iguais. Esse comportamento pode ser justificado devido aos fatores que cada atividade agrícola possui, citados no início desse capítulo.

Apesar disso, variáveis como nível e tendência podem ser identificadas, embora pequenas. Mas a variável mais visível, ao analisar os gráficos junto com os períodos de produção das safras, é a sazonalidade.

Ao tentar encontrar um método quantitativo para tal comportamento, dos citados neste trabalho, optou-se pelo método de séries sazonais, por ser a sazonalidade a característica mais importante no comportamento de dados, utilizando-se do Modelo de *Holt-Winters*, que trabalha com todas as variáveis presentes nos dados.

Os fatores para a escolha de um modelo de previsão correto também foram atendidos ao se optar por esse modelo. O modelo de *Holt-Winters* pode trabalhar com os períodos utilizados na análise dos dados das peças estudadas, tem um custo baixo e um grau de precisão esperado, como poderá ser visto posteriormente. Além de tudo, os fatores de atividades também foram levados em conta na hora da escolha desse modelo.

## 5.5 PREVISÕES COM A UTILIZAÇÃO DO MODELO DE *HOLT-WINTERSS*

Após o levantamento dos dados históricos de vendas de cada grupo de peças, organização e análise dos dados e a identificação do modelo correto de previsão, foi realizada a previsão, inicialmente utilizando-se dos modelos multiplicativo e aditivo de *Holt-Winterss*.

Posteriormente optou-se somente pela a utilização do modelo de previsão multiplicativo de *Holt-Winterss*, pois esse considera o fator sazonal como sendo o multiplicativo, o que gerou resultados mais satisfatórios para o estudo desses dados. Foram calculados dois erros para esse modelo: Erro Percentual Absoluto Médio (EPAM) e o Erro Absoluto Médio (MAD). As medidas dos erros foram os parâmetros utilizados para a determinação das constantes de suavização alfa ( $\alpha$ ), Beta ( $\beta$ ) e Gama ( $\gamma$ ), associadas às componentes do padrão da série Nível, Tendência e Sazonalidade, respectivamente. As constantes que geraram os menores valores do Erro Percentual Absoluto Médio e do Erro Absoluto Médio foram às utilizadas para a previsão de cada subgrupo de peças. A seguir segue as previsões e as constantes de cada grupo de peças:

## a) Grupo de Peças de Plantadeiras

A Tabela 7 mostra os parâmetros de suavização utilizados para a previsão de cada subgrupo de peças do Grupo Plantadeiras e os erros EPAM e MAD, utilizados como critério para a escolha dos parâmetros. Os erros apresentados são os menores encontrados justamente pela escolha dos parâmetros apresentados.

**Tabela 7 - Parâmetros de Suavização do Grupo Plantadeiras.**

| Subgrupo    | Constantes de Suavização |                  |                   | Erro Multiplicativo |          |
|-------------|--------------------------|------------------|-------------------|---------------------|----------|
|             | Alfa ( $\alpha$ )        | Beta ( $\beta$ ) | Gama ( $\gamma$ ) | EPAM                | MAD      |
| Anel Milho  | 0,05                     | 0,2              | 0,95              | 5,9085              | 109,9782 |
| Anel Oring  | 0,35                     | 0,9              | 0,7               | 5,4911              | 31,3728  |
| Banda Com.  | 0,1                      | 0,05             | 0,95              | 1,1922              | 13,7480  |
| Disco       | 0,05                     | 0,05             | 0,95              | 3,2530              | 7,4302   |
| Ponteira S. | 0,05                     | 0,05             | 0,95              | 2,5057              | 10,5084  |
| Mangote     | 0,05                     | 0,1              | 0,6               | 2,6058              | 8,2699   |

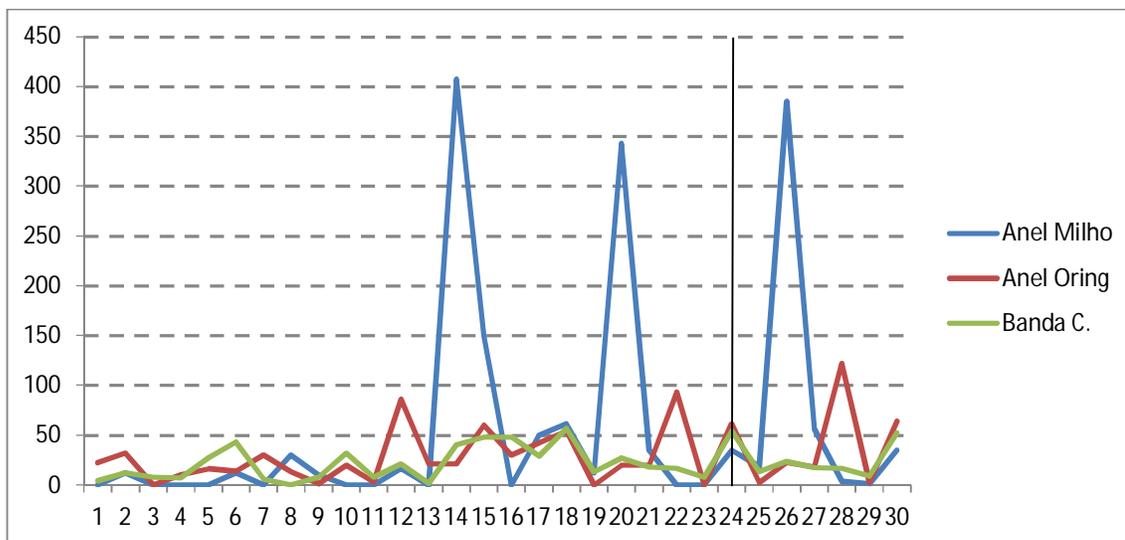
Fonte: Autor (2014).

A Tabela 8 mostra quantitativamente as previsões para o próximo ano. As Figuras 15 e 16 o fazem graficamente, com a utilização do modelo multiplicativo do *Holt- Winters*, as previsões para os próximos 6 períodos que correspondem a um ano a partir de Novembro de 2013 até Outubro de 2014. As previsões podem ser observadas a partir da linha vertical posterior ao 24º período representado nos gráficos.

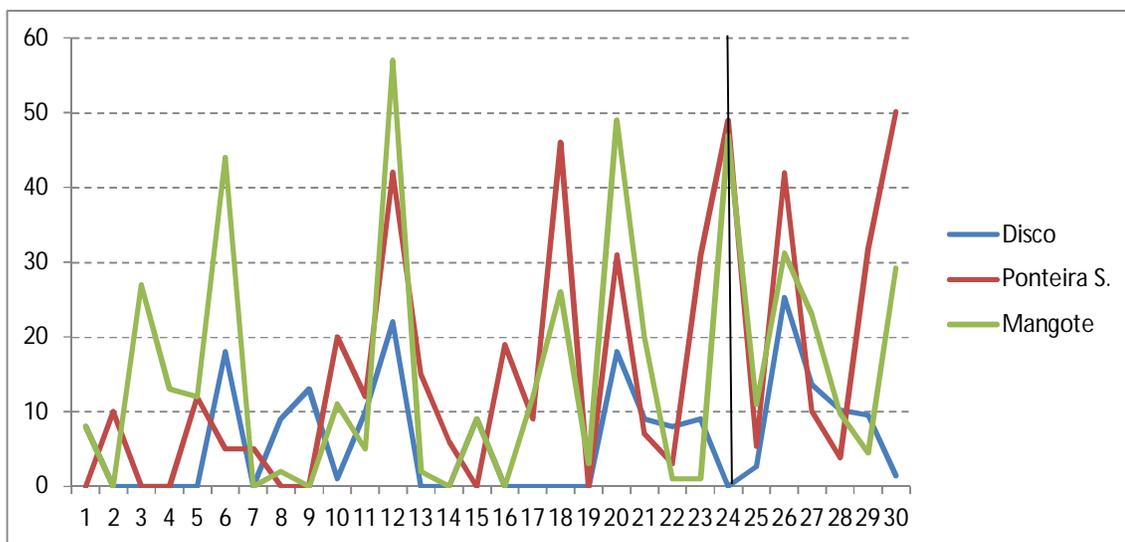
**Tabela 8 - Previsões do Grupo Plantadeiras.**

| Peças/<br>Períodos | Anel<br>Milho | Anel<br>Oring | Banda<br>Com. | Disco   | Ponteira<br>S. | Mangote |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------|----------------|---------|
| 1                  | 18,6581       | 2,2847        | 13,4239       | 2,6317  | 5,3875         | 10,9331 |
| 2                  | 384,7618      | 22,5610       | 23,6373       | 25,2967 | 41,9529        | 31,2235 |
| 3                  | 56,7445       | 18,2616       | 17,1732       | 13,5846 | 9,9662         | 22,9868 |
| 4                  | 3,8783        | 121,7295      | 16,6958       | 10,2360 | 3,8637         | 9,7522  |
| 5                  | 1,2181        | 2,5354        | 8,7271        | 9,4862  | 31,7491        | 4,5006  |
| 6                  | 34,9791       | 64,0614       | 52,4791       | 1,4622  | 50,1335        | 29,2433 |

Fonte: Autor (2014).



**Figura 15 - Previsões do Grupo Plantadeiras (1).**  
**Fonte: Autor (2014).**



**Figura 16 - Previsões do Grupo Plantadeiras (2).**  
**Fonte: Autor (2014).**

#### b) Grupo de Peças Plataformas

Assim como apresentado no Grupo Plantadeiras, a Tabela 9 apresenta os parâmetros de suavização e os erros EPAM e MAD das previsões dos subgrupos das peças do Grupo Plataformas.

**Tabela 9 - Parâmetros de Suavização do Grupo Plataformas.**

| Subgrupo           | Constantes de Suavização |                  |                   | Erro Multiplicativo |        |
|--------------------|--------------------------|------------------|-------------------|---------------------|--------|
|                    | Alfa ( $\alpha$ )        | Beta ( $\beta$ ) | Gama ( $\gamma$ ) | EPAM                | MAD    |
| Guia Esticador     | 0,05                     | 0,2              | 0,95              | 0,8716              | 4,3423 |
| BM 2060            | 0,05                     | 0,05             | 0,95              | 0,8331              | 2,5841 |
| Bucha de Saída     | 0,05                     | 0,05             | 0,95              | 2,7033              | 4,4222 |
| Grampo             | 0,3                      | 0,2              | 0,95              | 0,4860              | 1,4835 |
| Retentor           | 0,05                     | 0,05             | 0,95              | 2,9182              | 7,1013 |
| Roda D. Alta       | 0,05                     | 0,2              | 0,95              | 1,1961              | 2,9310 |
| Roda D. Esticadora | 0,05                     | 0,2              | 0,95              | 1,0737              | 2,7985 |

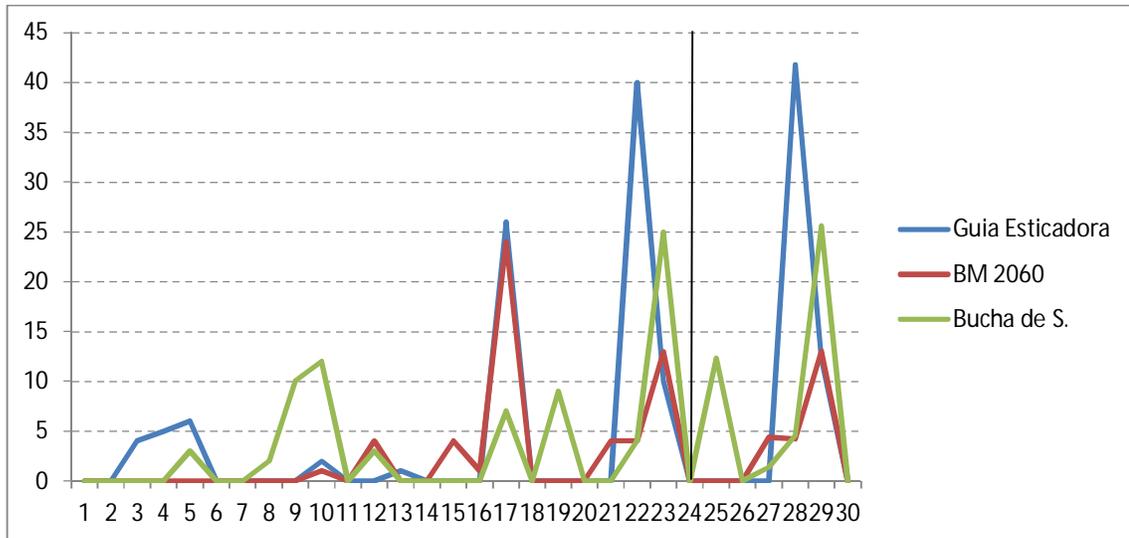
Fonte: Autor (2014).

As previsões para o próximo ano estão apresentadas na Tabela 10 e graficamente nas Figuras 17, 18 e 19, a partir da linha vertical apresentada posterior ao 24º período.

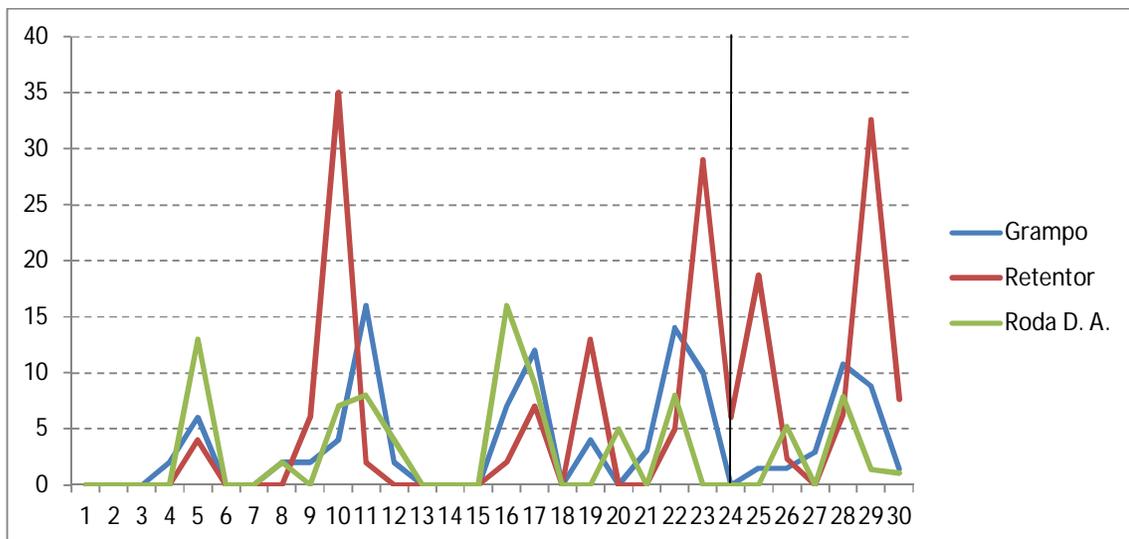
**Tabela 10 - Previsões do Grupo Plataformas.**

| Peças/<br>Períodos | Guia<br>Estic. | BM<br>2060 | Bucha<br>de S. | Grampo  | Retentor | Roda<br>Den. A. | Roda<br>Dent. E. |
|--------------------|----------------|------------|----------------|---------|----------|-----------------|------------------|
| 1                  | 0,0000         | 0,0000     | 12,3241        | 1,4841  | 18,7339  | 0,0000          | 0,0000           |
| 2                  | 0,0000         | 0,0000     | 0,0000         | 1,4522  | 2,3165   | 5,2306          | 0,0000           |
| 3                  | 0,0000         | 4,3603     | 1,3602         | 2,8908  | 0,0000   | 0,0000          | 0,0000           |
| 4                  | 41,7703        | 4,2073     | 4,5886         | 10,7572 | 6,2991   | 7,8932          | 15,2026          |
| 5                  | 12,2415        | 13,0388    | 25,5742        | 8,8048  | 32,5885  | 1,3793          | 1,7610           |
| 6                  | 0,0000         | 0,0000     | 0,0000         | 1,4049  | 7,6044   | 1,0452          | 0,0000           |

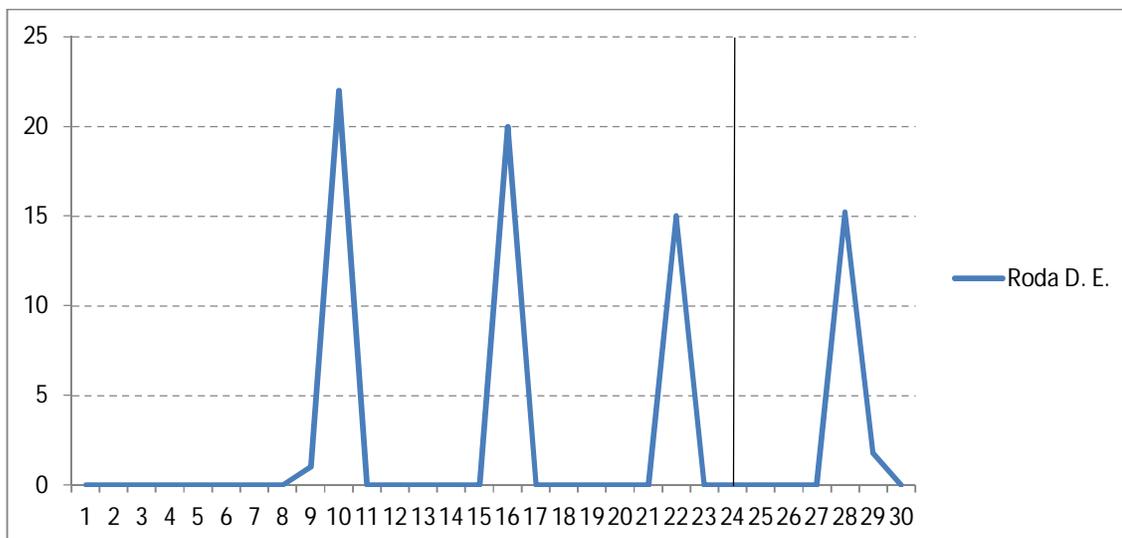
Fonte: Autor (2014).



**Figura 17 - Previsões do Grupo Plataformas (1).**  
**Fonte: Autor (2014).**



**Figura 18 - Previsões do Grupo Plataformas (2).**  
**Fonte: Autor (2014).**



**Figura 19 - Previsões do Grupo Plantadeiras (3).**  
**Fonte: Autor (2014).**

c) Grupo de Peças Pulverizadores

Os parâmetros de suavização e os erros EPAM e MAD dos subgrupos de peças do Grupo Pulverizadores estão apresentados na Tabela 11.

**Tabela 11 – Parâmetros de Suavização do Grupo Pulverizadores**

| Subgrupo        | Constantes de Suavização |                  |                   | Erro Multiplicativo |          |
|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|---------------------|----------|
|                 | Alfa ( $\alpha$ )        | Beta ( $\beta$ ) | Gama ( $\gamma$ ) | EPAM                | MAD      |
| Bico            | 0,05                     | 0,1              | 0,95              | 0,8842              | 119,3703 |
| Capa            | 0,2                      | 0,05             | 0,95              | 5,1905              | 57,0820  |
| Filtro          | 0,05                     | 0,05             | 0,95              | 5,0816              | 309,5519 |
| Anel            | 0,4                      | 0,05             | 0,8               | 1,7496              | 111,2785 |
| Bucha           | 0,05                     | 0,05             | 0,95              | 0,8414              | 1,8881   |
| Líquido E.      | 0,05                     | 0,05             | 0,95              | 0,8558              | 2,3907   |
| Corpo Bloc.     | 0,05                     | 0,2              | 0,95              | 1,1083              | 15,6163  |
| Membarana Bloc. | 0,05                     | 0,05             | 0,65              | 2,7784              | 43,0233  |
| Junta Bilfo     | 0,75                     | 0,1              | 0,35              | 4,5386              | 269,8723 |

**Fonte: Autor (2014).**

As previsões para o próximo ano dos subgrupos de peças do Grupo Pulverizadores estão apresentadas na Tabela 12 e graficamente nas Figuras 20, 21 e 22, a partir a linha vertical ao 24º período.

Tabela 12 - Previsões do Grupo Pulverizadores.

| Peças/<br>Períodos | Bico     | Anel     | Filtro   | Bucha   | Liquido<br>E. | Corpo<br>B. | Membrana<br>B. | Junta<br>B. | Capa     |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------------|-------------|----------------|-------------|----------|
| 1                  | 250,6976 | 182,1019 | 375,0501 | 3,0781  | 3,0781        | 36,6361     | 36,3273        | 36,3273     | 53,1150  |
| 2                  | 351,1273 | 153,2501 | 124,0984 | 10,5230 | 10,5230       | 34,4885     | 24,0934        | 24,0934     | 120,2995 |
| 3                  | 132,8695 | 99,2385  | 160,6890 | 2,4797  | 2,4797        | 18,5016     | 15,8072        | 15,8072     | 49,6083  |
| 4                  | 59,7441  | 31,2332  | 15,4948  | 2,4898  | 2,4898        | 6,9908      | 8,9445         | 8,9445      | 5,7416   |
| 5                  | 114,4515 | 196,5150 | 209,2986 | 1,2512  | 1,2512        | 17,4080     | 8,6385         | 8,6385      | 5,3423   |
| 6                  | 216,5271 | 200,2335 | 365,5839 | 6,1674  | 6,1674        | 43,3584     | 35,6539        | 35,6539     | 1,4663   |

Fonte: Autor (2014).

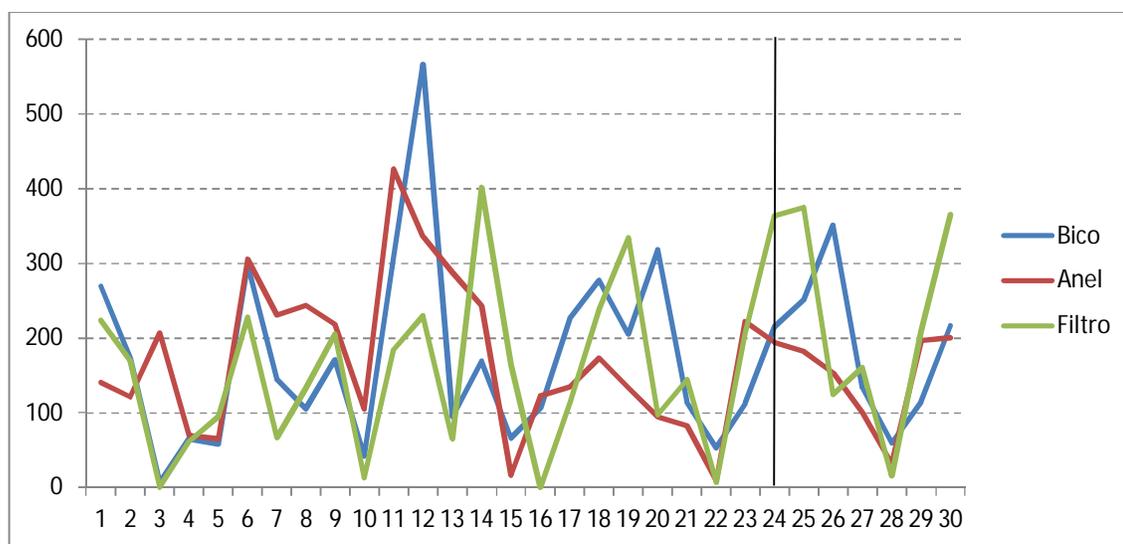
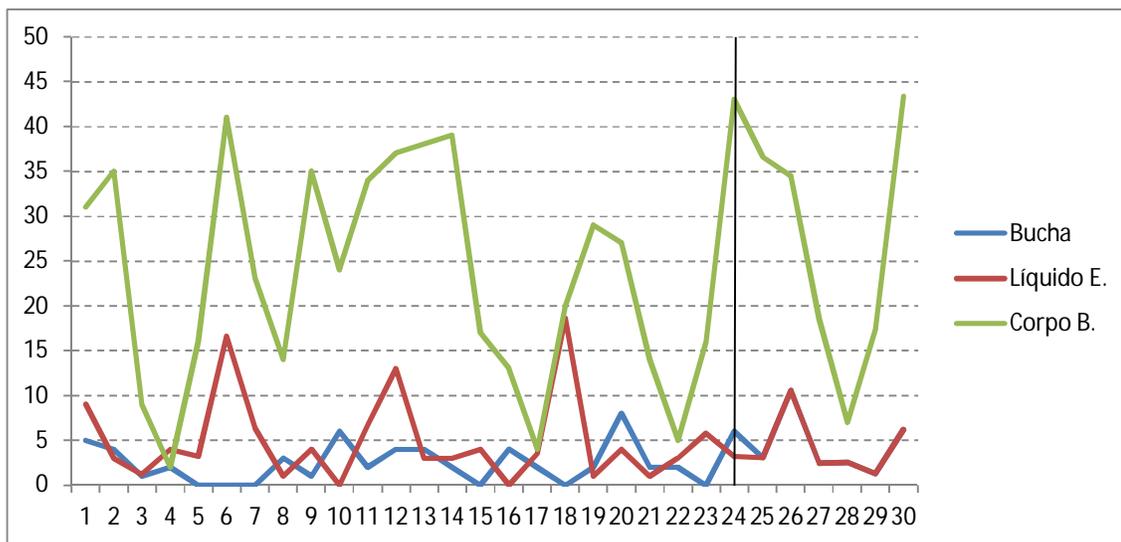
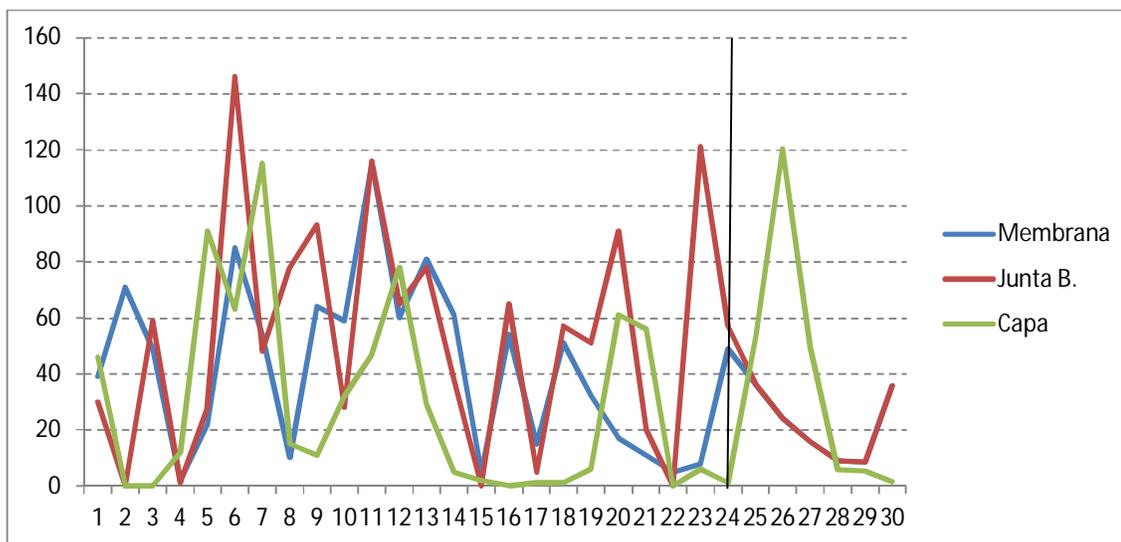


Figura 20 – Previsões do Grupo Pulverizadores (1).

Fonte: Autor (2014).



**Figura 21 - Previsões do Grupo Pulverizadores (2).**  
**Fonte: Autor (2014).**



**Figura 22 - Previsões do Grupo Pulverizadores (3).**  
**Fonte: Autor (2014).**

#### d) Grupo de Peças Gerais

Por último a Tabela 13 apresenta os parâmetros de suavização e os erros EPAM e MAD dos subgrupos de peças do Grupo de Peças Gerais.

**Tabela 13 – Parâmetros de Suavização do Grupo Peças Gerais**

| Subgrupo      | Constantes de Suavização |                  |                   | Erro Multiplicativo |          |
|---------------|--------------------------|------------------|-------------------|---------------------|----------|
|               | Alfa ( $\alpha$ )        | Beta ( $\beta$ ) | Gama ( $\gamma$ ) | EPAM                | MAD      |
| Abraçadeira   | 0,05                     | 0,05             | 0,95              | 2,6582              | 229,8215 |
| Arruela       | 0,5                      | 0,2              | 0,45              | 0,4861              | 226,2592 |
| Mangueira Hi. | 0,05                     | 0,05             | 0,95              | 2,3302              | 64,0368  |
| Polia         | 0,95                     | 0,05             | 0,3               | 1,7895              | 7,5989   |
| Porcas        | 0,3                      | 0,9              | 0,9               | 0,4252              | 103,7216 |
| Rolamentos    | 0,1                      | 0,9              | 0,55              | 2,0175              | 12,6079  |

Fonte: Autor (2014).

As previsões para o próximo ano estão apresentadas na Tabela 14 e graficamente nas Figuras 23 e 24, a partir da linha vertical posterior ao 24º período.

Nesse grupo de peças é importante ressaltar o comportamento dos dados do subgrupo Polias. Pode se perceber que sua demanda diminui por meio de dos períodos e também após a previsão.

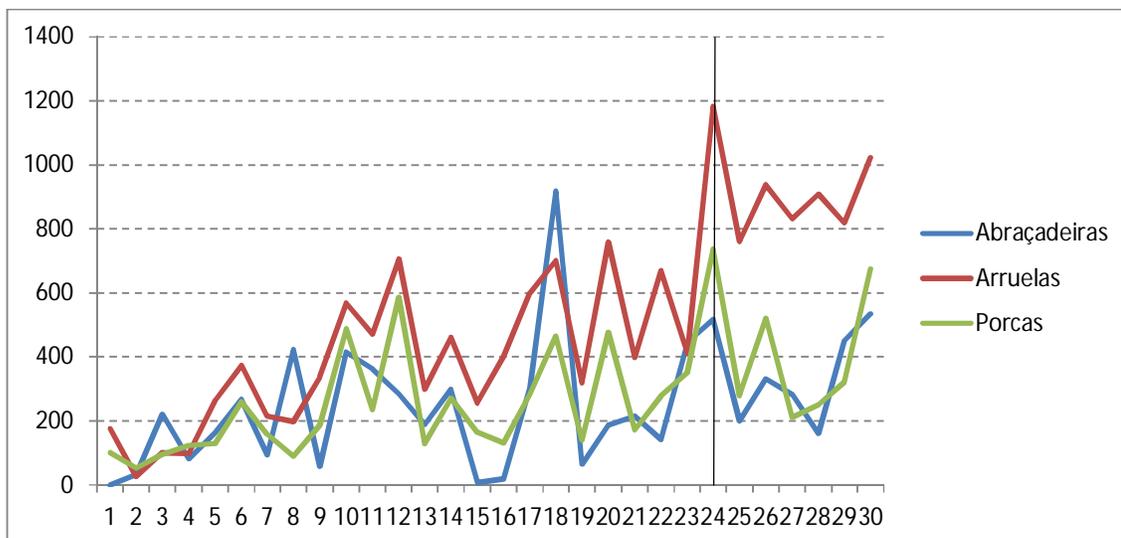
Isso pode se dar devido a alguns fatores da atividade, como por exemplo, os maquinários que utilizavam essas peças não serem mais utilizados para as atividades agrícolas, como a empresa não trabalhar mais com essa linha, e ter ainda em estoque somente peças para poucos clientes que adquiriram no passado esses maquinários e vez ou outra necessitam de reposição, fator esse ligado a satisfação dos clientes.

Esses fatores foram destacados neste momento, mas pode ocorrer com outras peças de outros grupos, assim como peças que não fizeram parte da amostra.

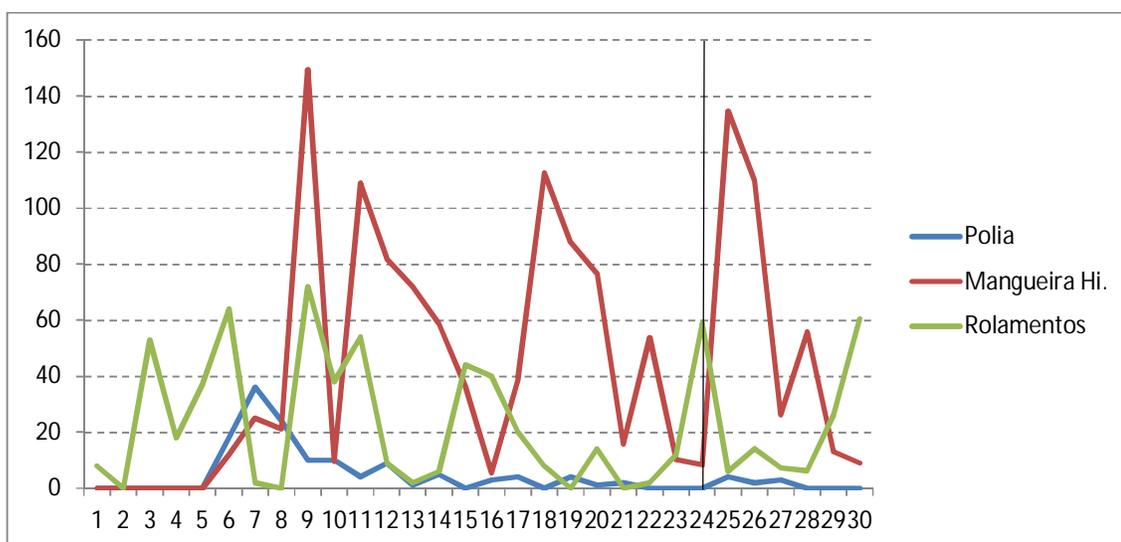
**Tabela 14 - Previsões do Grupo Gerais.**

| Peças/Períodos | Abraçadeira | Arruelas  | Porcas   | Polias | Mangueira Hi. | Rolamentos |
|----------------|-------------|-----------|----------|--------|---------------|------------|
| 1              | 198,9595    | 761,0326  | 277,9468 | 4,0000 | 134,5055      | 5,9494     |
| 2              | 331,2299    | 937,7618  | 521,9115 | 2,0000 | 109,7942      | 14,0488    |
| 3              | 282,9602    | 831,5286  | 211,2825 | 3,0000 | 26,1835       | 7,3295     |
| 4              | 159,9079    | 907,6990  | 249,4191 | 0,0000 | 55,8260       | 6,1326     |
| 5              | 450,8038    | 817,9938  | 320,4138 | 0,0000 | 13,0524       | 26,1519    |
| 6              | 533,5662    | 1021,3947 | 673,9330 | 0,0000 | 9,0399        | 60,5070    |

Fonte: Autor (2014).



**Figura 23 - Previsões do Grupo Gerais (1).**  
**Fonte: Autor (2014).**



**Figura 24 - Previsões do Grupo Gerais (2).**  
**Fonte: Autor (2014).**

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Análise e Previsão de demanda é uma importante ferramenta para o controle de estoques, pois ela pode determinar os recursos necessários para a empresa. Em tempos de um mercado competitivo acirrado, a utilização dessa ferramenta deve ser imprescindível para uma administração eficaz dos estoques. Obtêm-se benefícios financeiramente, como decisões mais acertadas, evitando gastos desnecessários com pedidos, transporte e depósito de peças, e também benefícios na imagem da empresa, como a satisfação dos clientes.

Para uma empresa do ramo agrícola, a satisfação do cliente se torna quesito importante, pois a fidelidade do cliente está ligada diretamente a conseguir o serviço, nesse caso a reposição de peças, a hora que necessitar, e ter essa peça em estoque é fundamental.

A Análise e a Previsão da Demanda ligada à agricultura se tornam vital, visto que diferentes peças têm demandas sazonais durante o ano. As técnicas de Análise e Previsão servirão para minimizar os efeitos da sazonalidade presentes no mercado em que a empresa atua. Algumas peças tornam-se desnecessárias manter em estoque em certos períodos do ano ou podem ser reduzidas a um estoque mínimo, diminuindo os gastos.

Para atender a demanda de peças de maquinário agrícola, levando em conta todos os fatores da atividade e os períodos de sazonalidade, o Modelo Multiplicativo de *Holt-Winters* mostrou-se consistente quanto ao comportamento e o padrão dos dados entre os valores reais e os valores previstos, obtendo-se um resultado satisfatório. Deve-se lembrar, que para cada peça, os parâmetros de suavização variam, devido ao comportamento dos dados.

Deve-se considerar que a previsão de demanda contém erros, e não é uma ferramenta que irá prever com exatidão a demanda, e sim uma ferramenta auxiliar, que busca ajudar a empresa a ter um horizonte na hora do seu planejamento do ressuprimento dos estoques. Muitas empresas utilizam previsões quantitativas e qualitativas em conjunto na busca de um planejamento que supra as necessidades, com gastos mínimos possíveis.

A utilização de tal processo trará vantagens competitivas para a Mognol Máquinas Agrícolas LTDA. por meio da maior satisfação dos clientes, devido ao atendimento de suas demandas variáveis, tendo se em estoque as peças que os clientes necessitarem. Outro importante quesito é otimização dos valores investidos em estoque, visto que ele pode ter o volume reduzido em determinadas épocas do ano. A empresa pode ter economia na hora da compra das peças, visto que podem ser compradas em quantidades maiores quando necessitar, obtendo descontos de seus fornecedores e nos fretes, economia da necessidade de peças urgentes, já que essas se tem um frete relativamente mais caro, além de estar preparada para as incertezas nas entregas dos seus fornecedores.

Ao utilizar a Análise e Previsão de Demanda para todas as peças que a empresa trabalha, pode se obter todos os benefícios apresentados, os quais serão convertidos somente em um único objetivo: o lucro. Como limitação, ocorre o fato que a empresa trabalha com mais de 5.000 tipos de peças, o que inviabilizou a análise individualizada para o presente trabalho, devido a limitações humanas, computacionais e ao tempo em que esse estudo completo de todas as peças levaria para ser realizado.

Por fim, ao aplicar essa ferramenta de análise e previsão no sistema de aquisição de estoques da empresa, a empresa só tem a ganhar, por se tratar de um investimento de baixo custo financeiro e que pode trazer resultados a curto e médio prazo, junto às previsões qualitativas que a empresa atualmente utiliza.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1995.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e de Operações. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: ATLAS, 2009.

DIAS, Marco. A. P. **Administração de Materiais: uma abordagem logística**. 4. ed. São Paulo: ATLAS, 2008.

DAVIS, Mark M; AQUILANO, Nicholas J; CHASE, Richard B. **Fundamentos da Administração da Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MANCUZO, Fernando. **Análise e Previsão de Demanda: estudo de caso em uma empresa distribuidora de rolamentos**. Trabalho de conclusão de curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MORETTIN, Pedro A.; TOLOI, Clélia M. C. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Edgard Blucher. 2004.

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

SILVA, Edna Lúcia da. MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: ATLAS, 2009.

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

SOUZA, Gueibi; SAMOHYL, Robert. W.; MIRANDA, Rodrigo G. **Método Simplificados de Previsão Empresarial**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

STEVENSON, Willian J. **Administração das Operações de Produção**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

TAMER, Alberto. **Agricultura Salva PIB**. O Estado de S. Paulo. 17 de Maio de 2012. Disponível em: < <http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,agricultura-salva-pib-,873978,0.htm>>. Acesso em 08 de junho de 2013.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2004.