

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TATIANA DOMINGUES DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA
INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE CEREAIS DO PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2014

TATIANA DOMINGUES DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA
INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE CEREAIS DO PARANÁ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Medianeira.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Silvana Ligia Vincenzi Bortolotti

Co-orientador: Prof. Ms. Edson Hermenegildo Pereira Júnior

MEDIANEIRA

2014



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



TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE CEREAIS DO PARANÁ

Por
TATIANA DOMINGUES DE ALMEIDA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 09h00min do dia 24 de novembro 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 arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Profª. Silvana Ligia Vincenzi
Bortolotti**
(Orientadora)

Prof. Edson H. Pereira Junior
(Co-Orientador)

Prof. Reginaldo Borges
(Membro da Banca)

Prof. Márcio Becker
(Membro da Banca)

A versão assinada deste termo encontra-se na secretaria do curso.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof.^a. Dr.^a. Silvana Ligia Vincenzi Bortolotti, pelos ensinamentos tanto neste trabalho quanto ao longo do curso, pela paciência, sugestões, ideias e, principalmente, por ser um exemplo de profissional e professora dedicada.

Ao meu co-orientador, Prof. Ms. Edson Hermenegildo Pereira Júnior, por todos os ensinamentos, pelas opiniões, pelos conselhos oferecidos com base em uma brilhante experiência profissional e pela contribuição neste trabalho.

À Prof.^a. Dr.^a. Carla Adriana Pizarro Schmidt e a todos os professores que, de alguma forma, contribuíram neste trabalho e ao longo do curso para a minha formação profissional.

Aos meus pais, Pedro e Fátima, que me ensinaram o amor de Deus e a buscar meus objetivos com fé e determinação, mostrando-me que tudo é possível quando se tem vontade. Por terem me dado a oportunidade de estudar e ir atrás dos meus sonhos, me deixando a maior herança que eu poderia ter: o conhecimento.

À minha irmã, que de alguma forma é uma parte de mim e reflexo de muitas de minhas ações.

Ao meu namorado, Thiago, pelo incondicional apoio e pelo incentivo constante, por suportar as minhas inconstâncias e estresse em tempos de enorme pressão e por estar sempre ao meu lado.

À família do meu namorado, que me acolheu e me recebeu de braços abertos diante da ausência (presencial) da minha.

Aos amigos e colegas que dividiram comigo alegrias e tristezas pela vida, que me ensinaram grande parte do que eu sou, que contribuíram, alguns mesmo a longa distância, em momentos em que precisei. E os que estiveram por perto ao longo desses anos de graduação, que suportaram inúmeros momentos de angústia, mas também de muitas realizações. Em especial às amigas Caroline Bohn, Daisy Regina, Marlene Rodrigues, Débora Brun, Taís Neumann, Caroline Fabris e Sara Rodrigues, que dividiram comigo não apenas corredores, mas muitas histórias.

Certamente esses parágrafos não acolhem a todas as pessoas que eu gostaria e que merecem o meu agradecimento. Sendo assim, me desculpo pela falta de palavras, mas garanto que estão presentes em minha mente com gratidão.

*"O sucesso nasce do querer, da
determinação e persistência em se chegar a
um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo,
quem busca e vence obstáculos, no mínimo
fará coisas admiráveis."*

José de Alencar

RESUMO

ALMEIDA, Tatiana Domingues de. **Aplicação de Métodos de Previsão de Demanda em uma Indústria de Beneficiamento de Cereais do Paraná**. 2014. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) apresentado à Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

A previsão de demanda se torna uma necessidade crescente como ferramenta no planejamento estratégico de uma empresa que procura se manter no mercado globalizado, principalmente com o aumento constante da concorrência e da competitividade. Com as oscilações de mercado e de exigências e prioridades dos consumidores, “quando” e “como” produzir são questionamentos que desafiam as indústrias todos os dias, tentando buscar o sucesso e a excelência. O cultivo do trigo no estado do Paraná é referência no país e a maior parte de moinhos para fabricação de farinha de trigo se encontra no estado. Este trabalho apresenta os principais métodos quantitativos de previsão de demanda da produção de trigo em um desses moinhos e as vantagens de empregá-los dentro de uma organização. Além disso, após análise do comportamento dos dados, aplica o modelo de previsão de demanda de *Holt-Winters*, que lida com as variáveis nível, tendência e sazonalidade de dados históricos. Os dados fornecidos pela empresa, de 2008 a 2013, foram organizados e separados em períodos, onde cada mês representou um período distinto. Após organizados os dados, foram calculadas as previsões, os erros e as constantes de suavização para os modelos aditivo e multiplicativo de *Holt-Winters*. Os modelos foram satisfatórios, principalmente o aditivo, e podem ser usados como ferramenta de previsão de demanda pela empresa.

Palavras-chave: Previsão de demanda. Trigo. Farinha de trigo. Planejamento e controle de produção. *Holt-Winters*.

ABSTRACT

ALMEIDA, Tatiana Domingues de. **Application of Demand Forecasting Methods in a Cereals Processing Plant in Paraná.** 2014. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) apresentado à Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

Demand forecasting becomes an increasing necessity in a company's strategic planning seeking to remain in the global market, especially with the rising competition and competitiveness. Due the market's fluctuation and fluctuation of consumers' requirements and priorities, "how" and "when" to produce are questions that challenge companies every day. Wheat growth in Parana is reference all over the country and the state holds the majority of the flour mills plants. This paper presents the main quantitative methods to predict the demand of wheat production in a flour mill plant and the advantages of employing them within an organization. It also implements the Holt-Winters method to determine demand forecasting. This model deals with three variables: level, trend and seasonality of historical data. The data provided by the company, from the range of 2008 to 2013, were organized and separated into one-month periods. After data has been organized, then demand predictions, errors and smoothing constants were calculated, for both versions of Holt-Winters model: additive and multiplicative. The models were satisfactory, especially the additive one, and it can be used as a demand forecasting tool for the company.

Keywords: Demand forecasting. Wheat. Wheat flour. Planning and Control of Production. *Holt-Winters*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão geral do planejamento estratégico	20
Figura 2 - Seções longitudinal e transversal de um grão de trigo.....	21
Figura 3 - Fluxograma do processamento de farinha de trigo tipo comum.....	23
Figura 4 - Etapas do modelo de previsão de demanda	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis de uma função de demanda	26
Quadro 2 - Equações dos modelos de Holt-Winters	30
Quadro 3 - Períodos de Produção.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados históricos de produção de farinha de trigo tipo comum.....	41
Tabela 2 - Constantes de suavização dos modelos	43
Tabela 3 - Erros dos modelos	43
Tabela 4 - Previsões para o ano de 2014.....	44
Tabela 5 - Previsões para o ano de 2015.....	44
Tabela 6 - Intervalos de Confiança.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 PRODUÇÃO DE CEREAIS NO BRASIL.....	15
2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP).....	16
2.2.1 Sistemas de Produção	17
2.2.1.1 Produção contínua	17
2.2.1.2 Produção intermitente	18
2.2.1.3 Produção por projeto.....	18
2.2.2 Planejamento Estratégico da Produção e Operações	19
2.3 O TRIGO.....	19
2.4 FARINHA DE TRIGO TIPO COMUM.....	21
2.5 PREVISÃO DE DEMANDA.....	24
2.5.1 Modelos e Métodos de Previsão.....	26
2.5.2 Séries Temporais.....	27
2.5.3 Média Móvel.....	27
2.5.4 Ajuste Exponencial	28
2.5.5 Regressão Linear.....	28
2.5.6 Modelo de Holt.....	29
2.5.7 Modelo de Holt-Winters.....	29
2.5.8 Modelo de Box-Jenkins.....	31
2.5.8.1 Modelos estacionários.....	31
2.5.8.1.1 <i>Modelo auto-regressivo (AR)</i>	32
2.5.8.1.2 <i>Modelos de médias móveis (MA)</i>	32
2.5.8.1.3 <i>Modelos auto-regressivos de médias móveis (ARMA)</i>	33
2.5.8.2 Modelos não-estacionários	34
2.5.8.2.1 <i>Modelos auto-regressivos integrados de médias móveis (ARIMA)</i>	34
2.5.9 Critérios para Avaliação do Modelo (Análise de Erros).....	35
3 MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1 A EMPRESA	37
3.2 CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISA	38
3.2.1 Coleta de Dados	38
3.2.2 Análise dos Dados	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1 ESCOLHA DO MÉTODO QUANTITATIVO MAIS ADEQUADO	40
4.2 PREVISÕES COM O MODELO DE <i>HOLT-WINTERS</i>	42

4.2.1 Intervalos de Confiança	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A análise e previsão de demanda pode ser considerada uma ferramenta que ganha cada vez mais espaço dentro da organização, devido à constante preocupação que gira em torno dos recursos. Com a persistente mudança que ocorre no mercado, fazer o uso dessa ferramenta torna-se uma visão estratégica de como manter a empresa competitiva em meio à concorrência.

Planejar é uma ação comum e fundamental a todos os tipos de empresa, independente do ramo ou mercado em que atua. Essa atividade permite que a empresa mantenha-se organizada, que não haja grandes surpresas, gastos ou custos não esperados e falta de recursos. Dessa maneira, um dos elementos importantes no planejamento realizado dentro da organização é a previsão de demanda. Ballou (2006) destaca que a realização da previsão é um importante fator no processo decisório da organização e que prever níveis de demanda é vital à empresa como um todo, porque fornece as entradas básicas para planejamento e controle de todas as suas áreas funcionais.

Além de importante ferramenta nas áreas de suprimentos e outros setores, a análise e previsão de demanda passa a ser um diferencial da empresa se aplicada como base no processo de planejamento estratégico, pois mantém a organização em um alto patamar competitivo no mercado, reduzindo custos, melhorando prazos, otimizando investimentos e buscando a satisfação dos clientes.

As previsões de demanda são realizadas utilizando-se métodos quantitativos, qualitativos ou uma combinação de ambos os métodos. Neste trabalho será realizado o estudo e análise de previsão com utilização do método quantitativo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar dados de demanda de farinha de trigo tipo comum por meio de modelos de previsão de demanda de uma empresa do setor de beneficiamento de cereais localizada na região oeste do Paraná.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Verificar se a empresa já utiliza método de previsão de demanda e qual é o método utilizado;
- b) Analisar dados históricos de demanda de produto;
- c) Expor qual o melhor método encontrado para as necessidades da empresa estudada;
- d) Calcular as previsões utilizando métodos quantitativos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Em um ambiente instável e competitivo, as empresas se veem na necessidade de se manter uma estratégia que reduza a quantidade de riscos, cause melhoria no processo produtivo e ajude na tomada de decisões. Sendo assim, a capacidade de prever dados futuros na organização torna-se um fator de extrema ajuda a todos os departamentos que compõe a mesma, pois evita atrasos,

imprevistos, criação de estoques desnecessários e, conseqüentemente, reduz riscos e custos.

Um planejamento bem feito e com base em estratégias bem definidas, levando em consideração o histórico da organização pode ser chave fundamental para o desenvolvimento da empresa, para o crescimento da mesma no mercado globalizado e para que ela seja referência em qualidade e excelência. As atividades que ajudam o gestor a controlar o seu fluxo de produção da melhor maneira possível de acordo com os recursos, espaço e tempo disponíveis englobam toda a cadeia do PCP (Planejamento e Controle da Produção). Essas atividades se tornam valiosos recursos para o sucesso da organização.

A região oeste do Paraná tem forte atuação no mercado de produção de cereais e grãos. A produção de farinha de trigo é muito concentrada nessa região, devido às plantações de trigo, cereal de inverno, que se adapta melhor às condições climáticas do local. Essa produção é realizada em safras, que dependem das condições climáticas, do solo e das estações, fazendo com que essas safras sejam sazonais. Sendo assim, a produção nas indústrias de beneficiamento de cereais também sofre sazonalidade devido à dependência quanto ao plantio, colheita, logística e todos os fatores que interferem na quantidade, disponibilidade e recebimento da matéria-prima.

Dessa forma, é necessário determinar quanto, quando e como produzir, com base em dados passados e presentes que refletem na demanda futura da organização. Essas questões são fluentemente resolvidas quando a empresa alinha as tarefas do Planejamento e Controle da Produção com a Previsão de Demanda.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRODUÇÃO DE CEREAIS NO BRASIL

A produção agrícola de cereais, leguminosas e oleaginosas no Brasil vem apresentando crescimento considerável ao longo dos anos. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2013), a quarta estimativa da safra nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas totalizou 185,0 milhões de toneladas, superior 14,2% à obtida em 2012 (161,9 milhões de toneladas).

Dentre os cereais, os de inverno incluem a aveia-branca, o centeio, a cevada, o trigo e o triticale, geralmente utilizados para produção de grãos e alimentação humana e animal. Aproximadamente 35% das terras cultivadas no mundo são usadas com cereais de inverno como forrageiras (PHILLIPS *et al.*, 1996 *apud* FONTANELI *et al.*, 2009).

Entre as regiões brasileiras, a região Sul, logo após a região Centro-Oeste, merece destaque na produção de algumas culturas. Segundo o IBGE (2013) a região Sul apresentou volume de produção de cereais, leguminosas e oleaginosas de 73,3 milhões de toneladas, perdendo apenas para o Centro-Oeste, com 74,5 milhões de toneladas. Esses dados comprovam a liderança das duas regiões nas safras do ano de 2013.

O fato de a região Sul se manter numa posição de liderança pode ser justificado principalmente por uma questão climática. Como a maioria dos cereais trata-se de uma cultura de inverno, e o Brasil é um país com clima predominantemente tropical, a maioria da produção encontra-se em regiões com predominância de baixas temperaturas.

No levantamento para 2013, o Paraná ficou em segundo lugar no ranking de maior produtor nacional de grãos, com 20,8% da produção do país. Juntamente com Mato Grosso e Rio Grande do Sul, abrangem mais da metade do total nacional previsto (IBGE, 2013).

Segundo a revista EXAME (2014), há a possibilidade de uma colheita recorde de trigo no país, no ano de 2014. O Brasil poderia colher mais de 7 milhões de toneladas de trigo, crescimento em cerca de 30% ante a temporada passada.

O valor do trigo no estado do Paraná, em uma cotação da primeira quinzena do mês de maio de 2014, fica entre R\$825,88 e R\$830,42 por tonelada, de acordo com o CEPEA (2014).

Em relação a essa cultura, de maior abrangência em termos de produção de cereais na região Sul do Brasil, é previsto grande aumento da produção. O IBGE (2013) afirma que o Paraná é o maior produtor de trigo do país, responsável por 95% da produção nacional e a expectativa é de ainda mais crescimento com o passar dos anos.

2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

O planejamento é um fator de fundamental importância na gestão de uma organização. Corrêa *et al.* (2001, p.37) conceitua que “planejar é entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão de futuro influenciam as decisões tomadas no presente para que se atinjam determinados objetivos no futuro”.

As atividades de Planejamento e Controle da Produção incluem uma série de decisões com a finalidade de determinar “o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar, além de quem e/ou onde e/ou como produzir” (FERNANDES; FILHO, 2010, p.8).

O PCP coordena e aplica os recursos produtivos disponíveis, objetivando atender da melhor maneira possível aos planos instituídos nos níveis estratégico, tático e operacional (TUBINO, 2000).

O planejamento é realizado a partir de decisões. Para que se possa tomar a decisão adequada, é necessário que se tenha algum tipo de “visão” do futuro. Essa visão depende dos sistemas de previsão (CORRÊA; CORRÊA, 2004).

Dentro do PCP existe a atividade de Planejamento Estratégico da Produção, que, de acordo com Tubino (2000, p.25), segue as estimativas de vendas e a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos. O autor afirma que:

A estimativa de vendas serve para prever os tipos e quantidades de produtos que se espera vender no horizonte de planejamento estabelecido. A capacidade de produção é o fator físico limitante do processo produtivo, e pode ser incrementada ou reduzida, desde que planejada a tempo, pela adição de recursos financeiros.

O planejamento da produção “tem como principal objetivo conhecer a demanda por meio de previsões”. No domínio do PCP, a previsão de demanda significa uma atividade essencial, “já que ela é a principal fonte de informações para as outras atividades do PCP” (FERNANDES; FILHO, 2010, p.10).

2.2.1 Sistemas de Produção

Os principais sistemas de produção são descritos nos próximos tópicos deste trabalho. São eles: sistema de produção contínua, intermitente e por projeto.

2.2.1.1 Produção contínua

Os sistemas de produção contínua, ou fluxo em linha, representam um sistema em sequência linear na produção do produto ou serviço. O resultado são produtos geralmente bem padronizados, que passam em uma sequência pré-determinada de um posto de trabalho a outro (MOREIRA, 2011).

“Produção contínua significa que um produto é repetidamente produzido, unidade por unidade, desde a primeira à última fase do processo de conversão” (ALVES, 2007, p. 9).

Nesse tipo de sistema, nota-se uma ampla substituição do trabalho humano por máquinas. Para que seja recuperado o custo de equipamentos especializados é necessário que se mantenha constantemente grandes volumes de produção, evitando inflexibilidade do sistema e o mantendo eficiente (MOREIRA, 2011).

2.2.1.2 Produção intermitente

Também pode ser chamado de sistema de produção por lotes ou bateladas. Neste sistema, os produtos são produzidos em mais do que uma unidade, fazendo com que a operação seja repetida em períodos, enquanto o lote ou a batelada está sendo processado (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Ao cessar a fabricação do lote de um produto, outros itens assumem seu lugar nas máquinas. Na sua produção, o produto passa de forma irregular de um centro de trabalho a outro, onde os equipamentos e os trabalhadores são agrupados em conjunto, de acordo com suas especialidades. Por serem produzidos lotes de diversos tipos diferentes de produtos, os equipamentos desse tipo de sistema são do tipo genérico, ou seja, se adaptam às particularidades e características das operações que serão realizadas em cada tipo de produto (MOREIRA, 2011).

2.2.1.3 Produção por projeto

No sistema de produção por projeto são produzidos produtos arbitrários, geralmente bastante customizados. Usualmente o período para a execução do produto ou serviço é relativamente longo, com pouca repetitividade (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Uma peculiaridade dos projetos é seu alto custo e os problemas gerenciais no planejamento e controle (MOREIRA, 2011).

2.2.2 Planejamento Estratégico da Produção e Operações

O planejamento estratégico tem a função de melhorar os resultados das operações e reduzir ao mínimo os riscos nas tomadas de decisões. Ao ser realizado este tipo de planejamento, se aceita, a longo prazo, o impacto de suas decisões e como elas afetam a natureza e as características das empresas, com intuito de garantir a realização de sua missão. Desta forma, a empresa deve criar vantagens competitivas tangenciadas à concorrência, gerar condições, tirando proveito de todas as situações que possam lhe oferecer ganhos (TUBINO, 2000).

Corrêa e Corrêa (2004, p.56) descrevem o objetivo de se fazer uso de estratégia de operações:

(...) é garantir que os processos de produção e entrega de valor ao cliente sejam alinhados com a intenção estratégica da empresa quanto aos resultados financeiros esperados e aos mercados a que pretende servir e adaptados ao ambiente em que se insere. Para isso, é necessário incluir, no tratamento de processos decisórios em operações, elementos eternos à organização, como o cliente, a concorrência, os parceiros fornecedores, o acionista e outros grupos de interesse.

A Figura 1 mostra, em forma de esquema, a relação de dependência que existe entre os níveis hierárquicos de uma empresa e suas estratégias de planejamento.

2.3 O TRIGO

O trigo tem estado presente na história da humanidade há cerca de 10 mil anos, desde quando o homem começou a cultivar e criar animais. No Brasil, o trigo veio trazido por Martim Afonso de Souza, em 1534, desembarcado na capitania de São Vicente. Surgiram dificuldades de expansão da cultura devido ao clima quente do país, porém, mais tarde, as plantações começaram a se expandir no Rio Grande

do Sul e no Paraná, estado que se tornou o principal produtor no Brasil (ABITRIGO, 2014).



Figura 1 - Visão geral do planejamento estratégico
Fonte: TUBINO (2000).

Atualmente, devido ao grande aumento populacional nas cidades, grande parte das pessoas nunca viu e provavelmente nunca verá uma planta de trigo, mas é certo que o trigo é parte fundamental em sua alimentação, devido ao grande consumo de seus derivados (TOMASINI; AMBROSI, 1998).

O trigo está no primeiro lugar em volume de produção mundial, e é utilizado em uma enorme diversidade de produtos. Devido à importância mercadológica e à sua vasta aplicabilidade, há grande incentivo de pesquisas objetivando a implementação de melhorias focadas em determinadas áreas de atuação, como por exemplo, nas áreas de nutrição e saúde, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e ciência e tecnologia (SCHEUER *et al.*, 2011).

O grão de trigo divide-se basicamente em duas partes: o pericarpo e a semente. O pericarpo envolve toda a semente e é composto por seis camadas, sendo elas a epiderme, hipoderme, remanescentes da parede celular ou células

finas, células intermediárias, células cruzadas e células tubulares. A semente é formada pelo endosperma e germe, envolvidos por três camadas, sendo elas a testa, hialina e aleurona (BENASSI; WATANABE, 1997).

A Figura 2 ilustra as partes de um grão de trigo.

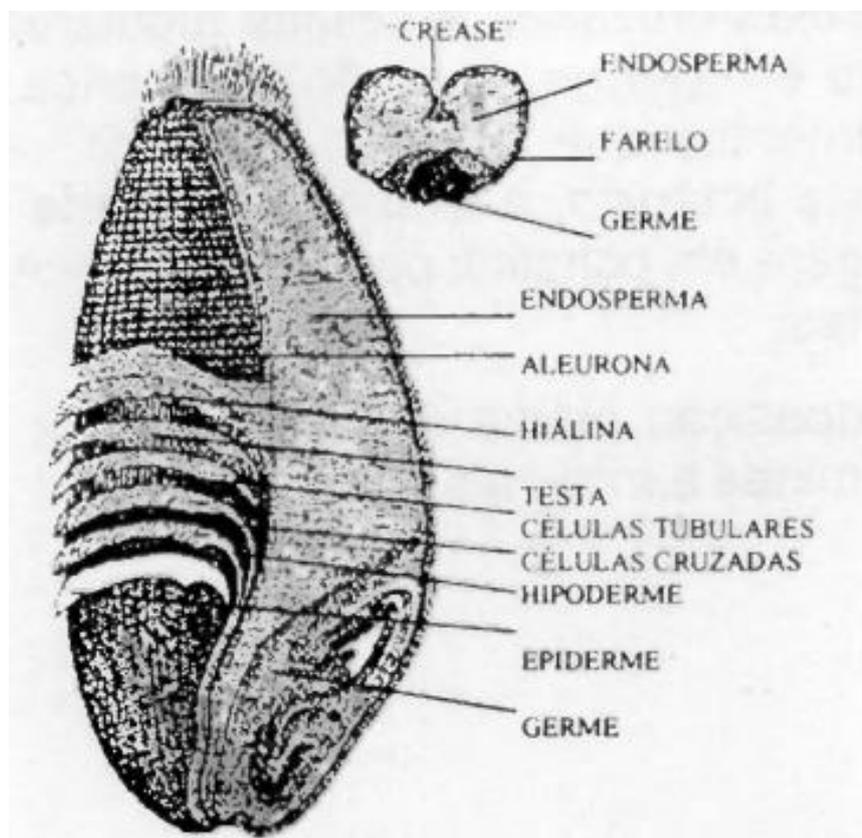


Figura 2 - Seções longitudinal e transversal de um grão de trigo
 Fonte: HOSENEY (1991).

2.4 FARINHA DE TRIGO TIPO COMUM

A farinha de trigo é considerada o principal derivado do grão de trigo e apresenta um vasto número de aplicações nas indústrias de alimentos, como por exemplo, na panificação, produção de massas e biscoitos, além de ainda ser comercializada ao consumidor para a elaboração de diversos produtos alimentícios (FERRÃO, 2000).

Pode ser encontrada na Portaria nº 354 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, de 18 de julho de 1996 a definição de farinha de trigo: “Entende-se por farinha de trigo o produto obtido a partir da espécie *Triticum seativan* ou de outras espécies do gênero *Triticum* reconhecidas (exceto *Triticum durum*) através do processo de moagem do grão do trigo beneficiado” (BRASIL, 1999, p.13557).

Quanto ao processamento da farinha de trigo, a Figura 3 apresenta o fluxograma do processo.

Com o recebimento do trigo, primeiramente é realizada a limpeza do mesmo, para retirada de impurezas e um polimento inicial. Depois, o trigo é armazenado em silos separados, de acordo com cada tipo de grão de trigo. A partir daí acontece o acondicionamento (ou umidificação) do trigo, onde os grãos irão atingir o teor de umidade ideal para a separação eficiente do farelo (pericarpo) e do endosperma (PINTO, 2010).

A moagem vem em seguida. O objetivo deste processo é separar o endosperma, pra que seja moído e convertido em farinha. A farinha é o principal produto derivado, seguida do farelo e gérmen. Eles são comercializados separadamente. O grão é moído em uma série de moinhos de rolo, havendo assim a remoção do farelo. Ele passa pelos rolos várias vezes, e a cada vez o grão moído é peneirado em separadores, que o separam em vários produtos de acordo com o tamanho. Essa etapa acontece repetidamente até que todo o endosperma agregado ao farelo seja separado. Depois de separado o farelo da farinha pode ser realizada a inserção de aditivos a fim de se enriquecer a farinha de trigo, atendendo às exigências do consumidor ou exigências de nutrição (CAUVAIN; YOUNG, 2009 apud SOUZA NETO, 2011).

Na etapa de armazenamento a granel, a farinha passa por uma peneira fina, para remover qualquer resíduo que ainda possa ter ficado presente. A farinha, então, é armazenada em silos, geralmente de aço. Para ser armazenada na embalagem final, a farinha passa novamente por peneira fina, e a partir daí está pronta para o envase e expedição (SOUZA NETO, 2011).

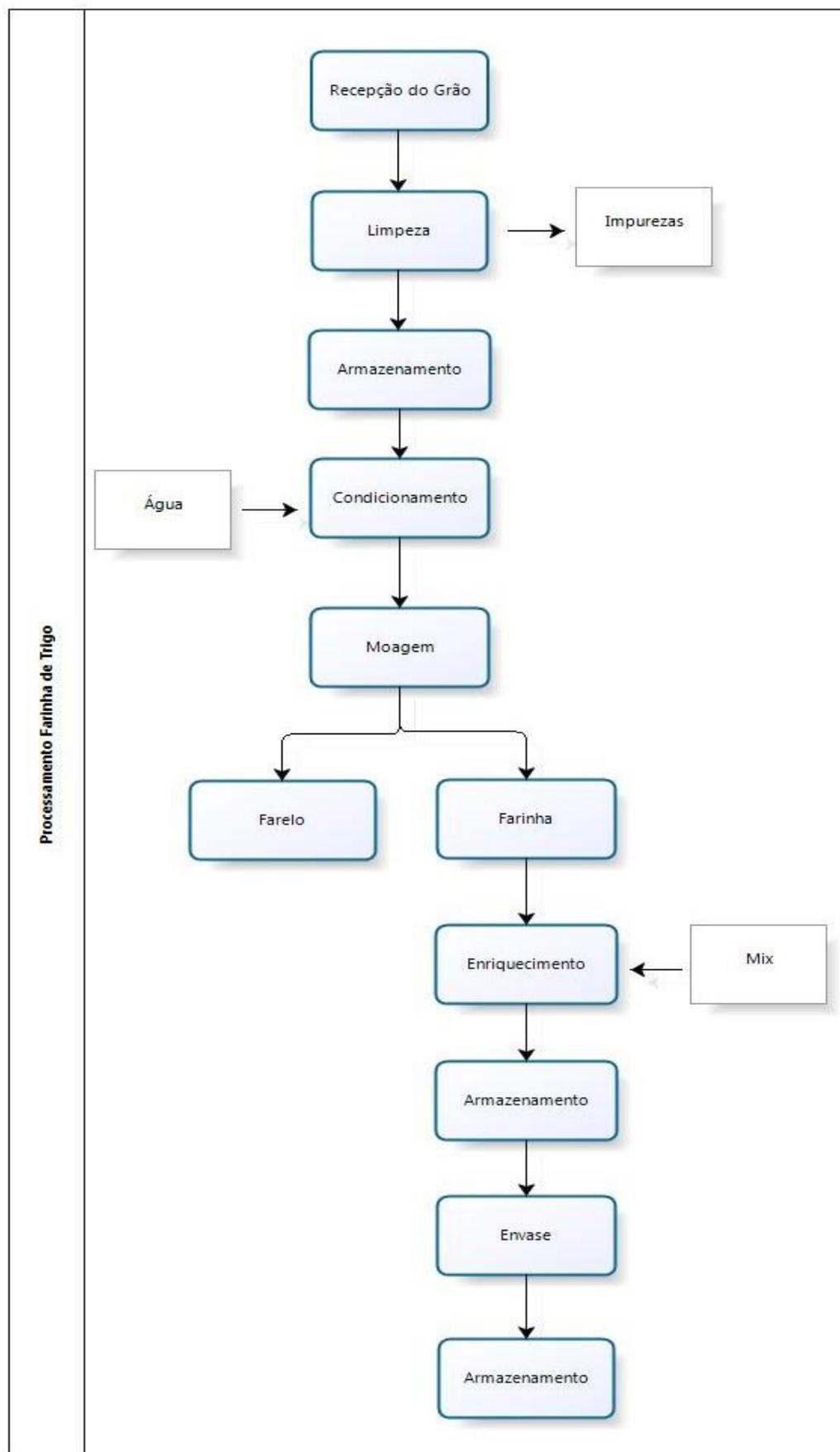


Figura 3 - Fluxograma do processamento de farinha de trigo tipo comum
Fonte: Adaptado de SOUZA NETO (2011).

No caso dos outros tipos de farinha, o que muda no processo é a aplicação do mix de enriquecimento, que é elaborado em diferentes percentagens de aditivos de acordo com o objetivo. Vale ressaltar, ainda, que alguns tipos de farinhas são moídas mais vezes, para apresentar maior brancura.

2.5 PREVISÃO DE DEMANDA

A previsão de demanda é o pilar para o planejamento estratégico da produção num todo e para os variados setores da empresa como vendas, finanças, entre outros. (FERNANDES; FILHO, 2010). Ela alcança a antecipação do futuro para que os administradores planejem de maneira adequada suas ações e tomadas de decisão.

A previsão é um dos principais guias do planejamento da produção. Ela fornece informações sobre a demanda futura dos produtos para que a produção possa ser planejada antecipadamente, permitindo que os recursos produtivos estejam disponíveis na quantidade, momento e qualidade adequada. Uma boa previsão tende a proporcionar menor estoque, menores custos e tempo de entrega, maior previsibilidade e satisfação do cliente (CAVALHEIRO, 2003).

Conquistar a satisfação do cliente é, sem dúvidas, um fator de extrema importância, porém, um fator difícil a ser alcançado. Segundo Ching (2006) as empresas tentam programar sua produção visando melhor atender às demandas ou às previsões de vendas, e em geral, reclamam das constantes alterações dos clientes e, finalmente, entregam o produto, muitas vezes na quantidade errada, na data diferente da combinada, no lugar errado e, em alguns casos, o produto ainda é o certo.

Portanto, o gerenciamento da demanda deve ser realizado de forma conjunta dentro da organização como um todo, de maneira a fazer previamente um planejamento da demanda, a comunicação do plano de demanda aos setores e áreas envolvidos, equilibrar custos, realizar a análise do mercado, preços, promoções, e gerenciar as ordens e pedidos dos clientes. Todos esses cuidados colaboram para que a previsão seja mais acurada e eficaz.

Martins e Laugeni (1999, p.226) definem previsão da seguinte forma:

Previsão é um processo metodológico para a determinação de dados futuros baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida.

As previsões de demanda são realizadas utilizando-se de métodos qualitativos, quantitativos ou combinações de ambos os métodos.

Os qualitativos, de acordo com Tubino (2000), incluem principalmente dados subjetivos, que são bem mais difíceis de serem representados numericamente; são baseados no julgamento e opinião de especialistas.

Os métodos quantitativos, utilizados neste trabalho, usam dados históricos para prever a demanda futura, que exige a elaboração de modelos matemáticos a partir dos dados disponíveis, ou seja, a partir de dados que descrevam a variação de demanda ao longo do tempo. Esse grupo de dados é chamado de série temporal e as técnicas utilizadas para a construção dos modelos são denominadas técnicas de *forecasting* (SEBER, 1997 apud PELLEGRINI, 2000).

A tomada de decisão está diretamente relacionada com a previsão. Dados de previsão de demanda antecipam uma tomada de decisão certamente mais coerente e segura. Pellegrini e Fogliatto (2001) citam:

A tomada de decisões é um fato cotidiano que desempenha um papel relevante dentro das empresas. Atualmente, o alto grau de competitividade no meio empresarial exige a capacidade de tomar decisões rápidas e precisas. A qualidade da tomada de decisão tem relação direta com os dados disponíveis para o tomador de decisão e com sua habilidade em extrair destes dados informações relevantes.

Sendo assim, é de extrema importância a análise correta do comportamento dos dados, que levam à escolha coerente do modelo de previsão e de como planejar levando em consideração o que foi analisado.

2.5.1 Modelos e Métodos de Previsão

De acordo com Tubino (2000), os modelos de previsão de demanda podem ser caracterizados em cinco etapas básicas. Essas etapas são apresentadas na Figura 4.

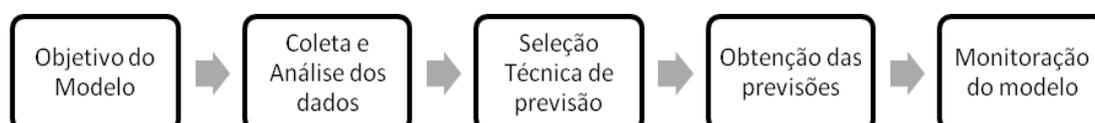


Figura 4 - Etapas do modelo de previsão de demanda
Fonte: TUBINO (2000).

Definidos os objetivos da análise de demanda e as características de comportamento dos dados coletados, escolhe-se o modelo a ser utilizado para a obtenção das previsões.

No Quadro 1 Gonçalves (2007, p. 111) explica com o que a demanda se relaciona.

Tendência	Crescente, decrescente ou estacionária
Ciclicidade	Flutuações econômicas de ordem geral
Sazonalidade	Demanda varia de acordo com a época do ano
Componentes Aleatórios	Causas não identificadas

Quadro 1 - Variáveis de uma função de demanda
Fonte: Adaptado de GONÇALVES (2007).

2.5.2 Séries Temporais

“Série temporal é um conjunto de observações ordenadas no tempo”. O que define a previsão que utiliza-se de séries temporais é o fato de o futuro ser previsto com base no histórico de dados passados (FERNANDES; FILHO, 2010, p.29). Para se fazer o modelo de previsão, é preciso plotar os dados passados e identificar os fatores que são responsáveis pela curva obtida. Essa curva “pode conter tendência, sazonalidade, variações irregulares e variações randômicas” (TUBINO, 2000, p.69).

2.5.3 Média Móvel

Esta técnica usa dados de um determinado número de períodos, geralmente os mais recentes, para gerar uma previsão (TUBINO, 2000). É utilizado quando a demanda não exibe tendência ou sazonalidade. Com a média móvel estimamos o nível do período t pela média da demanda durante os períodos N mais recentes (GONÇALVES, 2007).

O modelo matemático da média móvel é dado pela equação (1)

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_{t-j+1} \quad (1)$$

N = número de períodos incluídos na média.

A_j = valor observado no período j.

F_j = valor projetado para o período j.

2.5.4 Ajuste Exponencial

Gonçalves (2007) afirma que o método vem sendo muito utilizado em setores industriais e oferece bons resultados para previsões de curto prazo. Nesse método são utilizados pesos maiores para os valores mais recentes, de forma que os pesos desenvolvam um conjunto que decai exponencialmente a partir desses valores (PELLEGRINI, 2000). As equações (2), (3) e (4) exemplificam o modelo.

$$F_{t+1} = F_t + a(A_t - F_t) \quad (2)$$

$$F_{t+1} = F_t + (1 - f_{amort})(A_t - F_t) \quad (3)$$

$$F_{t+1} = a(A_t) + (1 - a)(F_t) \quad (4)$$

F_{t+1} = Projeção para o período seguinte.

F_t = Projeção do período anual.

a = Fator de ponderação; varia entre 0 e 1.

A_t = Valor observado no período atual.

f_{amort} = Fator de amortecimento é o complemento aritmético do fator de ponderação = $(1 - a)$.

2.5.5 Regressão Linear

A regressão linear simples envolve uma relação linear entre uma variável dependente e uma independente (FERNANDES; FILHO, 2010). A elaboração do modelo depende das equações (5), (6) e (7).

$$y = mx + b \quad (5)$$

onde:

y é a variável dependente

$$m = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (6)$$

m é a declividade

x é a variável independente

$$b = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (7)$$

b é a ordenada na origem

2.5.6 Modelo de Holt

O modelo de Holt é geralmente utilizado para séries que apresentam tendência linear. Emprega duas constantes de suavização com valores entre 0 e 1, chamadas α e β (PELLEGRINI, 2000). O método é representado pelas equações (8), (9) e (10).

$$L_t = \alpha z_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (8)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (\beta - 1)T_{t-1} \quad (9)$$

$$\hat{z}_{t+k} = L_t + kT_t \quad (10)$$

L_t = Estimativa do nível da série temporal

T_t = Componente de tendência da série temporal

\hat{z}_{t+k} = Previsão da demanda para os próximos k períodos

2.5.7 Modelo de Holt-Winters

O método foi implementado por Winters para a modelagem de séries com variação cíclica. Este método incorpora no modelo, além da tendência, a sazonalidade, que pode ser aditiva ou multiplicativa (MIRANDA, 2007).

A Figura 3 demonstra exemplos das componentes nos modelos aditivo e multiplicativo.

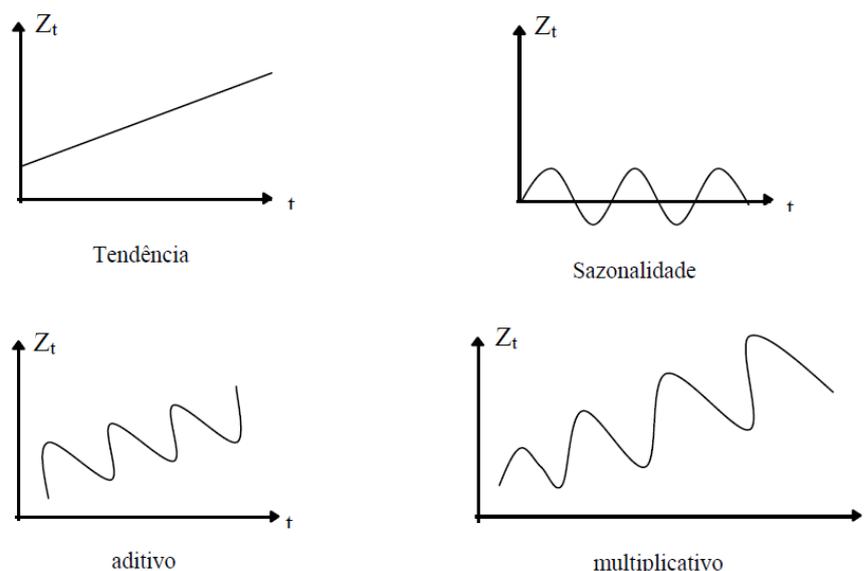


Figura 3 - Exemplos das componentes tendência e sazonalidade
Fonte: MIRANDA (2007).

Albuquerque e Serra (2006) explicam que o modelo Holt-Winters aditivo é utilizado quando a amplitude da variação sazonal permanece constante e o multiplicativo quando a amplitude da sazonalidade aumenta com o tempo.

O Quadro 2 equaciona ambos os modelos.

	Holt-Winters Aditivo	Holt-Winters Multiplicativo
Nível	$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$ (11)	$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$ (15)
Tendência	$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$ (12)	$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$ (16)
Sazonalidade	$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s}$ (13)	$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-s}$ (17)
Previsão	$F_{t+m} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m}$ (14)	$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m}$ (18)

Quadro 2 - Equações dos modelos de Holt-Winters
Fonte: ALBUQUERQUE; SERRA (2006).

Onde:

s é o comprimento da sazonalidade

L_t é o nível da série

b_t é a tendência

S_t é a componente sazonal

F_{t+m} representa a previsão para o período m adiante

Y_t é o valor observado

α , β e γ são parâmetros exponenciais alisadores, do nível, da tendência e da sazonalidade, respectivamente.

2.5.8 Modelo de Box-Jenkins

Os modelos de Box-Jenkins, genericamente conhecidos em português como Modelos Autoregressivos Integrados à Média Móvel, tradução de *Auto Regressive Integrated Moving Average*, ou apenas ARIMA, foram apresentados no início dos anos 70 por George Box e Gwilym Jenkins (BOX *et al.*, 1994 *apud* PELLEGRINI, 2000).

Estes modelos capturam a correlação em séries ou a auto correlação que existe entre os valores da série temporal analisada e, fundamentado neste comportamento, obtém previsões do futuro. Para que gere boas previsões, a estrutura de correlação deve ser bem modelada (WERNER, 2004).

Os modelos Box-Jenkins realizam a combinação de três filtros: o AR (componente Autoregressivo), o I (filtro de Integração) e o MA (componente de Médias Móveis), sendo que a série pode ser modelada por todos ou apenas um subconjunto destes, resultando em diversos modelos (FAVA, 2000).

2.5.8.1 Modelos estacionários

Podem ser fracamente ou fortemente estacionários. O fracamente estacionário é aqueles onde sua média e variância permanecem constantes com o tempo. No

fortemente estacionário, todos os momentos estatísticos se apresentam constantes com o tempo (WERNER, 2004).

2.5.8.1.1 Modelo auto-regressivo (AR)

Ainda de acordo com Werner (2004, p.40), “a série de dados históricos Z_t é descrita por seus valores passados regredidos e pelo ruído aleatório ε_t ”. A equação (19) descreve o modelo AR(p).

$$\tilde{Z}_t = \phi_1 \tilde{Z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{Z}_{t-p} + \varepsilon_t \quad (19)$$

Onde: $\tilde{Z}_t = Z_t - \mu$

ϕ_i é o parâmetro que descreve como \tilde{Z}_t se relaciona com o valor \tilde{Z}_{t-i} para $i = 1, 2, \dots, p$.

Este modelo pode ser escrito com utilização de um operador de defasagem L (BERTI, 2004), como demonstra a equação (20).

$$(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) \tilde{Z}_t = \phi(L) \tilde{Z}_t = \varepsilon_t \quad (20)$$

As raízes de $\phi(L) = (1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) = 0$ precisam da restrição de que são maiores que 1 em módulo, para garantia de que o modelo seja estacionário. Esta é a chamada condição de estacionaridade (BERTI, 2004).

2.5.8.1.2 Modelos de médias móveis (MA)

Do inglês *Moving Average*, no modelo de Médias Móveis a série Z_t é resultado de uma combinação de ε (ruídos brancos) do período atual com os ruídos

brancos de períodos passados (WERNER, 2004). O modelo MA(q) é representado pela equação (21).

$$\tilde{Z}_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (21)$$

Em que: $\tilde{Z}_t = Z_t - \mu$

θ_i é o parâmetro que descreve a relação de Z_t com o valor ε_{t-i} para $i = 1, 2, \dots, q$.

O modelo ainda pode ser escrito utilizando o operador de defasagem L, assim como na equação (22).

$$(1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q) \varepsilon_t = \theta(L) \varepsilon_t = \tilde{Z}_t \quad (22)$$

As auto correlações de um modelo MA(q) são não-nulas até a defasagem q (WERNER, 2004), e são dadas pela equação (23).

$$\rho_k = \frac{-\theta_k + \theta_1 \theta_{k+1} + \dots + \theta_{q-k} \theta_q}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2} \quad k = 1, 2, \dots, q \text{ e } \rho_k = 0 \quad k > q \quad (23)$$

2.5.8.1.3 Modelos auto-regressivos de médias móveis (ARMA)

Um modelo ARMA é basicamente uma mistura dos componentes dos modelos AR com os dos modelos MA, empregado quando se torna necessário utilizar um grande número de parâmetros de cada um dos modelos individualmente. O modelo ARMA (p, q) requer um número menos de termos (BERTI, 2004), de acordo com a equação (24).

$$\tilde{Z}_t = \phi_1 \tilde{Z}_{t-1} + \dots + \phi_p \tilde{Z}_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (24)$$

Que também pode ser escrito com operador de defasagem L , como na equação (25).

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p) \tilde{Z}_t = (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) \varepsilon_t \quad (25)$$

O modelo ARMA mais simples é o ARMA (1,1), e sua função de auto correlação é descrita na equação (26).

$$\rho_1 = \frac{(1 - \phi_1 \theta_1)(\phi_1 - \theta_1)}{1 + \theta_1^2 + 2\phi_1 \theta_1}, \quad \rho_k = \phi_1 \rho_{k-1} \text{ para } k > 1. \quad (26)$$

2.5.8.2 Modelos não-estacionários

Segundo Werner (2004), a série temporal não-estacionária é aquela em que a média e a variância dependem do tempo. Essa série apresenta tendência nos dados, onde eles não oscilam aleatoriamente em torno de uma linha horizontal de tempo e/ou apresenta alternância na variação dos dados, que aumentam ou diminuem ao longo do tempo.

2.5.8.2.1 Modelos auto-regressivos integrados de médias móveis (ARIMA)

Morettin e Tolo (2004) sugerem a transformação das séries não estacionárias tomando diferenças sucessivas da série original até que se tornem estacionárias, uma vez que a maioria dos procedimentos de análises estatísticas supõe que as séries temporais são de fato estacionárias.

As equações (27) e (28) definem duas dessas diferenças.

$$\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (27)$$

$$\Delta^2 Z_t = \Delta[\Delta Z_t] = \Delta[Z_t - Z_{t-1}] = Z_t - 2Z_{t-1} - Z_{t-2} \quad (28)$$

O número d de diferenças necessárias para a transformação da série em estacionária é chamado ordem de integração. A inclusão da ordem de integração admite que sejam usados os modelos ARIMA (p, d, q) , definidos pela equação (29).

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (29)$$

Onde $w_t = \Delta^d Z_t$

O modelo ainda pode ser reescrito utilizando operador de defasagem L , como mostra a equação (30).

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p) w_t = (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) \varepsilon_t \quad (30)$$

Sendo $w_t = (1 - L)^d Z_t$ ou $\phi(L)(1 - L)^d Z_t = \theta(L)\varepsilon_t$

Se o modelo da equação (30) apresentar uma constante, a equação passa a ser representada conforme a equação (31). Essa constante é denominada parâmetro de tendência (MONTGOMERY; PECK, 1982 *apud* WERNER, 2004).

$$\phi(L)(1 - L)^d Z_t = \mu + \theta(L)\varepsilon_t \quad (31)$$

2.5.9 Critérios para Avaliação do Modelo (Análise de Erros)

O emprego do modelo a ser utilizado na previsão de valores futuros depende principalmente do comportamento da série temporal a que se analisa. É necessário que seja feita a soma dos erros gerados por cada modelo ($e_t = z_t - \hat{z}_t$) e, conseqüentemente, a escolha do melhor modelo de acordo como menor erro; onde

z_t são os valores reais e \hat{z}_t os valores previstos. Para isso, utilizam-se diferentes formas de cálculo como critérios de escolha (PELLEGRINI, 2000).

- Média do quadrado dos erros (MSE) = $\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2$ (32)

- Média absoluta dos erros (MAD) = $\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|$ (33)

- Média percentual dos erros (MPE) = $\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{e_t}{y_t} \times 100$ (34)

- Média absoluta percentual dos erros (MAPE) = $\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{z_t} \times 100 \right|$ (35)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 A EMPRESA

A empresa em estudo é uma indústria de farinhas localizada na região Oeste do estado do Paraná que pertence a um grupo cerealista consolidado a mais de 20 anos no agronegócio paranaense, que atua no ramo de Atacado e Varejo no comércio de Insumos Agrícolas e Cereais. Ela está instalada em um terreno com área de 30 mil metros quadrados e com 3.300 metros quadrados de área construída. O moinho conta com uma capacidade de moagem de três mil toneladas/mês de trigo em grãos.

Foi fundada em agosto de 2006 e está localizada em região estratégica, a uma distância média de 150 quilômetros das fronteiras com a Argentina e o Paraguai, maiores exportadores de trigo para o Brasil.

A indústria possui laboratório próprio e uma estrutura de armazenagem para a recepção, padronização e ensilagem de trigo em grãos com capacidade estática de 12.000 toneladas de trigo. A empresa mantém suas análises acompanhadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Além disso, desenvolve programa de Boas Práticas de Fabricação - BPF e mantém certificações junto à Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e International Organization for Standardization (ISO).

O moinho de farinhas em estudo é responsável pela fabricação de cinco tipos de farinhas e seus principais focos são as fábricas de massas e biscoitos dos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISA

Para a realização da pesquisa contida neste trabalho serão utilizados documentos chamados de segunda mão, aqueles que de alguma forma já foram analisados, como, por exemplo, relatórios de empresas, tabelas estatísticas, entre outros. Sendo assim, esta pesquisa é considerada documental, de acordo com Gil (2009). O autor caracteriza suas vantagens como sendo o fato de os documentos apresentarem uma fonte rica e estável de dados, seu baixo custo e, por fim, o fato de não ser necessário o contato direto com os sujeitos da pesquisa.

De acordo com as classificações de pesquisa de Silva e Menezes (2005) a pesquisa a ser realizada neste trabalho é de natureza aplicada, devido à aplicação prática e por propor a solução de um problema específico.

A pesquisa pode ter classificação exploratória, como especifica Selltiz *et al.* (1967 *apud* Gil, 2002, p.41), porque tem como objetivo ocasionar maior familiaridade com o problema, para torná-lo explícito ou construir hipóteses, ter um planejamento flexível possibilitando a consideração dos mais variados aspectos do estudo realizado.

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

Esta pesquisa assume a forma de estudo de caso, que, Gil (1991 *apud* Silva e Menezes, 2005, p.21) “envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento”.

3.2.1 Coleta de Dados

Os dados coletados para a realização dos cálculos e aplicação dos modelos de previsão são dados de produção de farinha de trigo tipo comum, por ser a farinha de maior produção na empresa. Os dados do histórico de produção foram fornecidos por planilha disponibilizada por uma empresa de beneficiamento de cereais, localizada na região oeste do Paraná. Por ser uma pesquisa que exige coleta de

dados quantitativos, a pesquisa classifica-se como quantitativa, que pelas palavras de Silva e Menezes (2005), traduz em números todas as informações que levem à sua classificação e análise, necessitando o uso de recursos e técnicas estatísticas.

3.2.2 Análise dos Dados.

Utilizando o *software* computacional *Microsoft Office Excel* os dados foram organizados e analisados. Para a realização da previsão foram usados dados históricos mensais do período de seis anos consecutivos, aplicados a modelos matemáticos de previsão de demanda.

A análise realizada abrangeu a produção mensal, em quilogramas, da farinha de trigo tipo comum entre o período de 01 de janeiro de 2008 até 31 de dezembro de 2013, dados contabilizados pelo relatório de produção da mesma.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ESCOLHA DO MÉTODO QUANTITATIVO MAIS ADEQUADO

Após pesquisa na empresa, foi verificado que a mesma ainda não utiliza nenhum método de previsão de demanda.

Conforme já citado no Referencial Teórico deste trabalho, 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” (CORRÊA; CORRÊA, 2009, p.167).

Sendo assim, por meio de gráficos foi analisado o comportamento dos dados históricos da produção de farinha de trigo tipo comum na empresa em estudo, observando principalmente as variáveis: nível, tendência e sazonalidade.

Dentre os anos de 2008 e 2013, cada mês de cada ano foi considerado como um período, havendo, portanto, 12 períodos a cada ano, totalizando 72 períodos utilizados nos cálculos das previsões, como mostra o Quadro 3.

Mês	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Jan	1	13	25	37	49	61
Fev	2	14	26	38	50	62
Mar	3	15	27	39	51	63
Abr	4	16	28	40	52	64
Mai	5	17	29	41	53	65
Jun	6	18	30	42	54	66
Jul	7	19	31	43	55	67
Ago	8	20	32	44	56	68
Set	9	21	33	45	57	69
Out	10	22	34	46	58	70
Nov	11	23	35	47	59	71
Dez	12	24	36	48	60	72

Quadro 3 - Períodos de Produção
Fonte: Autor (2014).

A Tabela 1 demonstra uma parte dos dados coletados, exemplificando a organização dos dados totais.

Tabela 1 - Dados históricos de produção de farinha de trigo tipo comum

Ano	Mês	Período	Produção (kg)
2008	1	1	292.100,00
	2	2	367.700,00
	3	3	285.300,00
	4	4	416.550,00
	5	5	318.850,00
	6	6	358.900,00
	7	7	411.000,00
	8	8	240.400,00
	9	9	338.350,00
	10	10	381.550,00
	11	11	824.200,00
	12	12	301.050,00
2009	1	13	303.600,00
	2	14	365.550,00
	3	15	259.000,00
	4	16	269.700,00
	5	17	119.500,00
	6	18	400.750,00
	7	19	412.600,00
	8	20	532.800,00
	9	21	336.800,00
	10	22	785.900,00
	11	23	621.800,00
	12	24	554.250,00

Fonte: Autor (2014).

A partir disso, pôde ser feita a plotagem do Gráfico 1, que representa os dados históricos de produção dos períodos descritos anteriormente.

Nota-se claramente no gráfico a presença de tendência e, principalmente, de sazonalidade. Sendo assim, após esta análise, opta-se pela utilização do Modelo de *Holt-Winters*, que conforme citado no Referencial Teórico deste trabalho, envolve todas as variáveis observadas no comportamento dos dados em estudo.

Além disso, o Modelo de *Holt-Winters* apresenta um bom grau de precisão, o que é esperado em um modelo que gere uma previsão confiável.

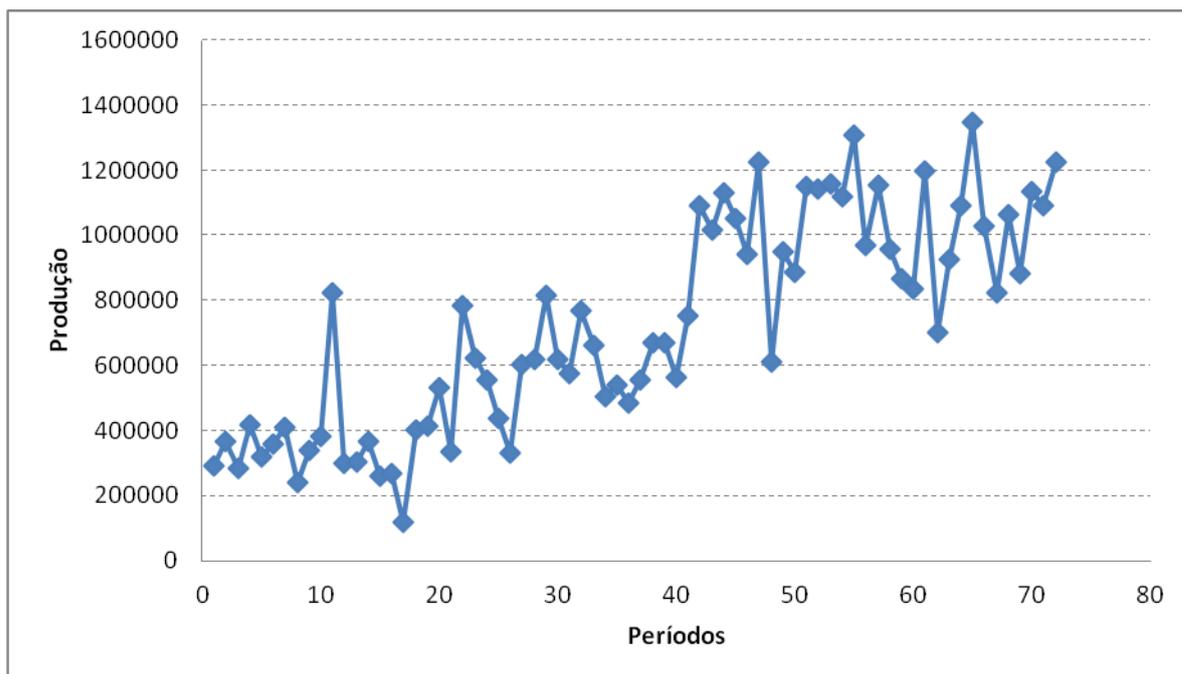


Gráfico 1 - Produção de farinha de trigo tipo comum
Fonte: Autor (2014).

4.2 PREVISÕES COM O MODELO DE *HOLT-WINTERS*

Após a coleta dos dados históricos, organização dos dados, observação e análise do comportamento dos mesmos e a escolha do método a ser utilizado, realizou-se a previsão pelos modelos aditivo e multiplicativo de *Holt-Winters*.

Para todos esses cálculos foram utilizadas as equações apresentadas na seção 2.5.7 deste trabalho, além das equações de erros, encontradas na seção 2.5.9 do mesmo.

Para a utilização deste modelo, foi necessário o uso de constantes de suavização alfa (α), beta (β) e gama (γ), associadas às componentes do padrão da série Nível, Tendência e Sazonalidade, respectivamente. A determinação destas constantes é feita a partir de tentativa e erro, na qual vai se estipulando valores para essas constantes e observando os erros no modelo. Os valores de constantes escolhidos são aqueles que minimizam os erros calculados no modelo. Os erros calculados foram os citados neste trabalho, sendo eles: Média do quadrado dos

erros (MSE), Média absoluta dos erros (MAD), Média percentual dos erros (MPE), Média absoluta percentual dos erros (MAPE).

Além desses, ainda foi calculado um índice chamado *U de Theil*, que avalia o desempenho da previsão. Este índice analisa a qualidade da previsão, que é confiável apenas se o índice for menor que 1. Quanto mais próximo de zero, mais confiável é o resultado previsão.

A Tabela 2 e a Tabela 3 apontam informações como os valores dos erros encontrados e os valores utilizados para as constantes de suavização, tanto no modelo aditivo quanto no multiplicativo.

Tabela 2 - Constantes de suavização dos modelos

Modelo	Constantes de Suavização		
	Alfa (α)	Beta (β)	Gama (γ)
Aditivo	0,3	0,1	0,4
Multiplicativo	0,1	0	0,6

Fonte: Autor (2014).

Tabela 3 - Erros dos modelos

Modelo	Erros				
	MAD	MSE	MPE	MAPE	U de Theil
Aditivo	170747,0707	45063684765	-4,221835235	25,50036433	0,719160724
Multiplicativo	193773,7247	55904860088	-1,440197062	28,00756842	0,770765108

Fonte: Autor (2014).

As tabelas 4 e 5 mostram as previsões encontradas para os próximos dois anos, 2014 e 2015, e as previsões podem ser observadas nos gráficos.

É importante notar que ambos os modelos apresentaram boas previsões, assim como erros aceitáveis e índice de *U de Theil* menor do que 1. Todavia, cabe ressaltar que as previsões se ajustaram melhor com os dados históricos no modelo aditivo, conforme pôde ser observado no Gráfico 2. Portanto, esse foi considerado o melhor modelo utilizado.

Tabela 4 - Previsões para o ano de 2014

Ano	Período	Previsão	
		Aditivo	Multiplicativo
2014	73	1.187.543,12	1.147.542,448
	74	1.037.625,334	840.721,8455
	75	1.199.357,926	1.067.495,214
	76	1.250.030,468	1.146.748,49
	77	1.337.256,785	1.312.113,405
	78	1.259.276,791	1.155.718,099
	79	1.238.796,882	1.069.926,294
	80	1.270.018,543	1.166.273,017
	81	1.225.576,117	1.076.407,752
	82	1.271.137,186	1.176.951,522
	83	1.359.031,207	1.168.944,676
	84	1.250.520,169	1.112.279,174

Fonte: Autor (2014).

Tabela 5 - Previsões para o ano de 2015

Ano	Período	Previsão	
		Aditivo	Multiplicativo
2015	85	1.022.206,848	475.849,0109
	86	1.023.995,026	348.582,7893
	87	1.210.083,871	442.560,8791
	88	1.313.596,099	475.366,9828
	89	1.430.683,445	543.858,8959
	90	1.422.076,412	478.984,0787
	91	1.434.188,838	443.381,5248
	92	1.472.902,209	483.257,7145
	93	1.453.818,688	445.974,9701
	94	1.490.098,009	487.581,9345
	95	1.558.088,029	484.215,4158
	96	1.489.681,177	460.695,8937

Fonte: Autor (2014).

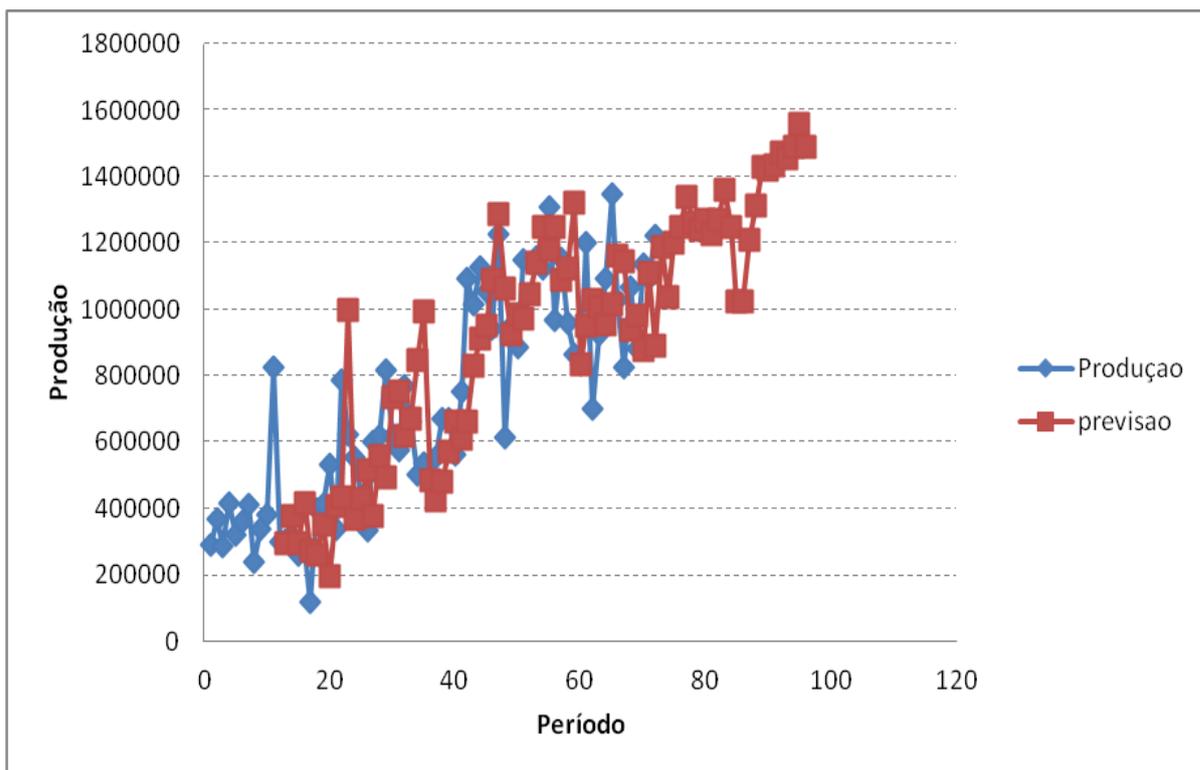


Gráfico 2 - Previsões do modelo aditivo

Fonte: Autor (2014).

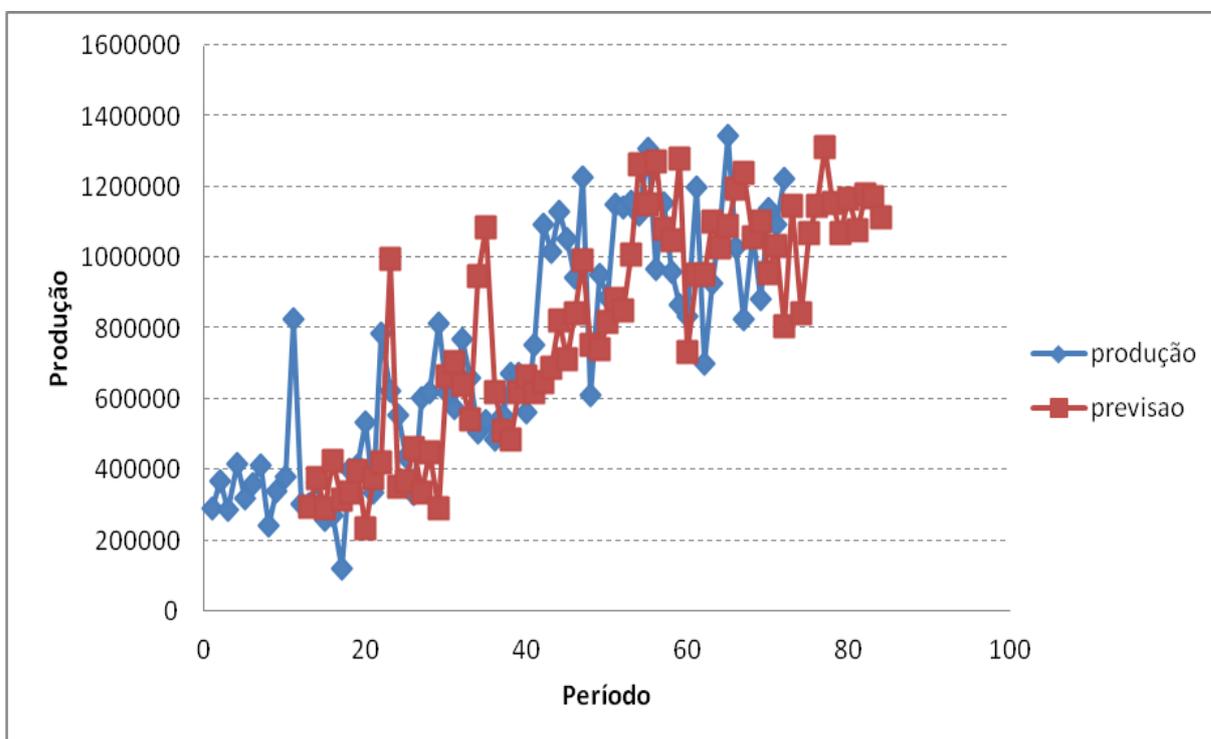


Gráfico 3 - Previsões do modelo multiplicativo

Fonte: Autor (2014).

4.2.1 Intervalos de Confiança

Além dos dados históricos do período de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2013, a empresa também forneceu os dados de produção do ano atual de 2014, no período de 01 de janeiro de 2014 até 31 de outubro de 2014. Isto possibilitou o cálculo dos intervalos de confiança das previsões deste ano, permitindo a observação e comparação dos valores de previsão dentro do intervalo com os valores reais. A Tabela 5 mostra o comparativo.

Tabela 6 - Intervalos de Confiança

Mês	Previsto	Intervalo de Confiança		Real	Dentro do intervalo
		Mínimo	Máximo		
Jan	1.147.542,448	911.941,7491	1.383.143,147	1.225.500,00	Sim
Fev	840.721,8455	605.121,1463	1.076.322,545	843.600,00	Sim
Mar	1.067.495,214	831.894,5153	1.303.095,914	1.111.000,00	Sim
Abr	1.146.748,49	911.147,7905	1.382.349,189	1.042.750,00	Sim
Mai	1.312.113,405	1.076.512,706	1.547.714,104	1.210.350,00	Sim
Jun	1.155.718,099	920.117,3994	1.391.318,798	930.200,00	Sim
Jul	1.069.926,294	834.325,5946	1.305.526,993	1.475.400,00	Sim
Ago	1.166.273,017	930.672,318	1.401.873,716	1.041.100,00	Sim
Set	1.076.407,752	840.807,053	1.312.008,451	940.400,00	Sim
Out	1.176.951,522	941.350,823	1.412.552,221	1.097.300,00	Sim

Fonte: Autor (2014).

Nota-se que as previsões se mantiveram dentro do Intervalo de Confiança, bem como os valores reais disponíveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do modelo se mostrou uma alternativa consistente para a utilização na empresa como método de previsão de demanda. Os valores dos erros foram razoavelmente baixos e, além disso, o comportamento dos dados adquiridos na previsão se ajustou muito bem com os dados reais.

Para atender à demanda de farinha de trigo tipo comum, levando em consideração a sazonalidade relacionada à produção em safras e os fatores de atividade, o modelo aditivo mostrou-se satisfatório e comprovou que o uso dessa ferramenta, aliada a outros instrumentos precisos encontrados no conceito do Planejamento e Controle da Produção, é uma questão válida e que só tem a contribuir com o planejamento realizado pela organização.

É válido ressaltar que os cálculos de previsão de demanda apresentam erros e, portanto, não há como solidificar total confiança que os resultados são exatos, mesmo que se apresentem dentro do Intervalo de Confiança. Sendo assim, essa é uma ferramenta de auxílio para o momento de necessidade da empresa em buscar rumos a serem tomados ao criar o seu planejamento.

Ainda, a aplicação deste modelo de previsão de demanda, por ser realizada em um software de fácil acesso, apresenta baixo custo financeiro de aplicação, sendo essa outra vantagem em se utilizá-la aplicada ao planejamento estratégico de um setor produtivo ou de negócios.

Por fim, após a análise de todos os resultados, segue sugestões para próximos trabalhos relacionados.

4.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Realizar aplicação de outro método ou aliá-lo ao modelo proposto nesse trabalho, visando diminuir ainda mais os erros encontrados. A melhoria dos resultados ocorreria com a minimização do índice de *U de Theil*, que, quanto mais próximo de zero aumentaria a credibilidade da previsão e, ainda, levando o valor do erro MAPE a um resultado menor do que 10. Também é válido, para futuros

trabalhos, uma pesquisa mais elaborada que determine e apresente os motivos pelos quais é encontrada tamanha sazonalidade em certos meses do ano, o que certamente enriqueceria o trabalho e explicaria as variáveis encontradas nos dados históricos apresentados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Jean Carlos da Silva; SERRA, Cláudio Mauro Vieira. Utilização de modelos de holt-winters para a previsão de séries temporais de consumo de refrigerantes no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ENEGEP, 24., 2006, Fortaleza. **Anais...** . Fortaleza: Abepro, 2006. p. 1 - 5. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr460317_7576.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2014.

ALVES, Anabela Carvalho. **Projecto Dinâmico de Sistemas de Produção Orientados ao Produto**. 2007. 354 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2007.

BALLOU, R. B. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística empresarial**. 5 ed. Porto Alegre, 2006.

BENASSI, V.T; WATANABE, E. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CTAA, 1997. 60p. (EMBRAPA - CTAA. Documentos; 21).

BERTI, Luis Carlos. **A utilização de Modelos Econométricos para a previsão do preço da celulose no mercado internacional: Uma comparação entre Modelos Univariados e Multivariados**. 2004. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Modelagem Matemática em Finanças, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996. Norma técnica referente à farinha de trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, n.140, p. 13557-13558, 22 jul. 1996. Seção 1.

CAVALHEIRO, Darlene. **Método de previsão de demanda aplicada ao planejamento da produção de indústrias de alimentos**. 2003. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Preço médio do trigo CEPEA/ESALQ – Estado do Paraná**. 2014. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/trigo/>>. Acesso em: 16 maio 2014.

CHING, H. Y. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada**. 3 ed. São Paulo, 2006.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Atlas S.A, 2004.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2001. 449 p.

EXAME, Revista. **Tempo favorece plantio de trigo; Brasil vislumbra recorde**. 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/tempo-favorece-plantio-de-trigo-brasil-vislumbra-recorde>>. Acesso em: 16 maio 2014.

FAVA, Vera Lucia. Metodologia de Box-Jenkins para Modelos Univariados. **Manual de Econometria**. Vasconcelos, M.A.S. & Alves, D. Editora Atlas, São Paulo, 2000.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; FILHO, Moacir Godinho. **Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

FONTANELI, Renato Serena *et al.* Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, nov. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982009001100007&script=sci_arttext>. Acesso em: 18 jul. 2014.

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

GONÇALVES, Fábio. **Excel Avançado 2003/2004 Forecast: análise e previsão de demanda**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2007.

HOSENEY, R. C. **Principios de ciencia y tecnologia de los cereales**. Zaragoza: Acribia, 1991. 321p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola 2013 - Cereais, leguminosas e oleaginosas**. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201304.comentarios.pdf>. Acesso em: 16 maio 2014.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 1999.

MIRANDA, Cristina Vidigal Cabral de. **Previsão de Dados de Alta Frequência para Carga Elétrica Usando Holt-Winters com Dois Ciclos**. 2007. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

PELLEGRINI, Fernando R. **Metodologia para Implementação de Sistemas de Previsão de Demanda**. 2000. 146 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PELLEGRINI, Fernando R.; FOGLIATTO, Flávio S.. Passos para Implantação de Sistemas de Previsão de Demanda - Técnicas e Estudo de Caso. **Revista Produção**. Porto Alegre, v. 11, n. 1, p.44-44, nov. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v11n1/v11n1a04.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2014.

PINTO, Raquel Redivo. **Balanco de Massa do Processo de Produção de Farinha de Trigo**. 2010. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35201/000792988.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 19 jul. 2014

SCHEUER, Patrícia Matos *et al.* Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p.211-222, 2011.

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**. São Paulo: Atlas S.A., 2009.

SOUZA NETO, Floriano Soeiro de. **Avaliação do Processo de Enriquecimento de Farinha de Trigo com Apoio do Controle de Processos**. 2011. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/12/TDE-2012-03-06T105931Z-3485/Publico/SOUZA NETO, FLORIANO SOEIRO.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2014

TOMASINI, Roque Gilberto Annes; AMBROSI, Ivo. Aspectos econômicos da cultura de trigo. **Caderno de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 15, n. 2, p.59-84, maio 1998. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8938/5056>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2000. 217 p.

WERNER, Liane. **Um modelo composto para realizar previsão de demanda através da integração da combinação de previsões e do ajuste baseado na opinião**. 2004. 166 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.