

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PREVISÃO DE DEMANDA DE INSUMOS
RELACIONADOS A PRODUÇÃO DE CAFÉ EM
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Guilherme Carazzo Bueno

Santa Maria, RS, Brasil

2016

**PREVISÃO DE DEMANDA DE INSUMOS
RELACIONADOS A PRODUÇÃO DE CAFÉ EM
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS**

POR

Guilherme Carazzo Bueno

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção**.

Orientador: Prof. Dr. Eng. Denis Rasquin Rabenschlag

Santa Maria, RS, Brasil

2016

PREVISÃO DE DEMANDA DE INSUMOS RELACIONADOS A PRODUÇÃO DE CAFÉ EM MÁQUINAS AUTOMÁTICAS

GUILHERME CARAZZO BUENO (UFSM)
guilhermecarazzo@gmail.com
DENIS RASQUIN RABENSCHLAG (UFSM)
dr.ufsm@gmail.com

A concorrência acirrada faz com que as empresas busquem se diferenciar uma das outras e muitas focam na satisfação do cliente. Nessa questão, entra a previsão de demanda como aliada à gestão de estoques, a fim de atender a demanda, sem haver um superdimensionamento dos estoques. Ela atua como um importante fator na busca contínua da redução de custos dentro de uma empresa, e também é essencial para o planejamento dentro de um sistema de produção.

Visto isso, o objetivo desse estudo é desenvolver um modelo de previsão de demanda para os produtos de revenda de uma empresa de pequeno porte que seja eficaz e que consiga atender a demanda.

É esperado que no final deste trabalho seja possível identificar o comportamento da demanda, aplicar técnicas de previsão apropriadas, observando a que melhor se adequa, e monitorar o modelo para verificação do erro para validar, ou não, o modelo matemático.

Palavras-chave: PREVISÃO DE DEMANDA; PLANEJAMENTO; CONTROLE DA PRODUÇÃO.

Fierce competition makes companies to seek to differentiate themselves from each other, and for that to happen, many focus on good customer satisfaction. In this point, demand forecasting is combined with inventory management in order to fully meet demand, without overstocking. It acts as an important factor in the ongoing pursuit of cost reduction within a company, and is also essential for planning within a production system.

Therefore, the purpose of this study is to develop a demand forecast model for the resale products of a small business that is efficient and able to meet demand.

It is expected that at the end of this work it will be possible to identify the demand behavior, to apply appropriate forecasting techniques, observing the best suited, and to monitor the model to verify the error to validate or not the mathematical model.

Keywords: DEMAND FORECAST; PLANNING; PRODUCTION CONTROL.

1 INTRODUÇÃO

Por meio da globalização, a concorrência entre as corporações acirrou-se de modo que para as empresas conseguirem se manter competitivas no mercado, a satisfação dos clientes é essencial. Conseguir atender a demanda por completo, no tempo acordado, com qualidade e ainda satisfazer a procura aleatória por produtos, pode se tornar um diferencial para as empresas nos dias de hoje (FERREIRA, de PAULA, do CARMO, de ALMEIDA, 2013).

Grandes quantias de dinheiro investidas em estoque não estão disponíveis para investimento em outras coisas, portanto, representam uma drástica redução nos fluxos de caixa de uma corporação. Entretanto, as empresas percebem que ter os produtos disponíveis em estoque é um argumento chave de vendas em muitos mercados e crítico em muitos outros (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009).

Para não haver alto custo de estoque imóvel, a opção pela redução de custos é fundamental. A minimização de estoques é uma opção válida para reduzir-se esse custo, e a previsão da demanda entra como uma aliada para que isso ocorra, sem deixar de atender seus clientes (DENNIS, 2008).

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) as condições de negócios inconstantes resultantes de competição global, das rápidas mudanças tecnológicas e de preocupações ambientais crescentes exercem pressão sobre a capacidade de a empresa gerar previsões precisas.

De acordo com Chopra e Meindl (2003) a previsão da demanda futura é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento em uma cadeia de suprimento. As previsões têm uma função muito importante nos processos de planejamento dos sistemas de produção, pois permitem que os administradores destes sistemas antevejam o futuro e planejem adequadamente suas ações (TUBINO, 2007). Para alcançar seus objetivos e metas, as empresas buscam mais acurácia nos seus planejamentos, de curto, médio e de longo prazo, e para que isso ocorra, uma boa previsão de mercado é fundamental para assessorar esse planejamento (PINHEIRO, VIANA e CASTRO, 2013).

Dentro desse contexto apresentado, foi visto a importância da previsão de vendas para as empresas na atualidade, tanto para se destacar da concorrência, quanto para obter um bom planejamento. Dessa forma, o trabalho realizará a previsão de demanda de produtos de revenda numa empresa de pequeno porte na cidade de Santa Maria, RS.

Partindo desse pressuposto, este trabalho tem como tema a previsão de demanda de produtos de revenda relacionados com produção de café de máquinas automáticas em uma

empresa de pequeno porte. O trabalho tem como propósito responder o seguinte questionamento: como realizar uma previsão de demanda para uma empresa que revende produtos alimentícios?

A busca de redução de custos está cada vez mais presente em qualquer empresa, e a minimização dos estoques pode ser importante, pois além de ser um dos oito desperdícios de produção, ele representa um alto custo parado na empresa. Nesse contexto entra a previsão de demanda que busca reduzir o estoque, entretanto, atender por completo sua demanda.

A previsão de demanda tem sido um assunto bastante pesquisado atualmente, por se tratar de um tema muito importante para o planejamento da produção a curto, médio e a longo prazo. Para TUBINO (2007, P.15), “a previsão de demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa”.

Empresas que botam em prática a previsão de mercado, e que conseguem conciliá-la com o setor de compras, saem na frente de seus concorrentes, pois ter uma gestão de estoques bem implementada é fundamental para o sucesso da empresa, então a previsão de demanda tem papel importante para isso.

Desse modo, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver um modelo de previsão de demanda para os produtos de revenda de uma empresa de pequeno porte que seja eficaz e que consiga atender a demanda.

Para que esse objetivo geral seja atingido, será necessário completar os objetivos específicos, sendo eles: levantamento de dados a fim de identificar o comportamento da demanda, aplicação das técnicas de previsão, observando a que melhor se adequa e a monitoração do modelo para verificar se os erros estão adequados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será apresentada a fundamentação teórica a fim de auxiliar na construção do modelo matemático de previsão de demanda. Nesse sentido, será contextualizado o Planejamento mestre de operações, seguido da Previsão de Demanda com seus modelos aplicáveis, citando os qualitativos e abordando cinco métodos quantitativos e a manutenção e monitoração do mesmo.

2.1 Planejamento mestre de operações

Quando se trata de operações, existem diversos horizontes de tempo, portanto há diferentes níveis de planejamento. O de curto prazo requer menos cuidado nos critérios de decisão, já o de longo prazo envolve grandes recursos organizacionais, e por isso, o planejamento de operações de longo prazo está ligado a estratégia empresarial e norteia os planejamentos de curto e médio prazo. O planejamento mestre de operações pode ser dividido em dois níveis hierárquicos: o Planejamento de Vendas e Operações (S&OP - *Sales and Operations Planning*) e a Programação Mestre da Produção (MPS – *Master Production Scheduling*) (CORRÊA e CORRÊA, 2010).

O S&OP é responsável por uma integração vertical entre níveis de decisão diferentes, garantindo aquilo que foi planejado estrategicamente, com uma perspectiva de longo prazo. Então, ele representa o elo entre o planejamento estratégico da alta direção com as decisões gerenciais do dia-a-dia da produção. Dessa forma, o S&OP se concentra para garantir que todos estejam colocando seus esforços na mesma direção (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2011). Em suma, o S&OP representa uma das funções mais importantes dentro de uma empresa, integrando áreas de finanças, marketing e produção, garantindo que o planejamento dos níveis de recursos futuros esteja equilibrado com o plano de demanda (CORRÊA e CORRÊA, 2010).

Já o segundo nível de planejamento, de acordo com Corrêa, Gianesi e Caon (2011) “o MPS coordena a demanda do mercado com os recursos internos da empresa de forma a programar taxas adequadas de produção de produtos finais”. O MPS é responsável por alinhar os recursos que a empresa possui com a demanda do mercado, desagregando as famílias de produto do nível anterior para a elaboração detalhada planos de produção semanais.

2.2 Previsão de demanda

Uma previsão é um prognóstico de eventos futuros, usado para propósitos de planejamento. A responsabilidade pela preparação da previsão normalmente é do setor do marketing, ou vendas. Entretanto, para o pessoal do PCP essa atividade é a principal informação empregada para a elaboração de suas atividades, afetando diretamente o desempenho das funções do planejamento e do controle do sistema produtivo (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009; TUBINO, 2007).

Apesar da sofisticação matemática e da evolução dos recursos computacionais, a previsão de demanda não é uma ciência exata; envolve experiência e julgamento pessoal do planejador. Porém, esse valor previsto será sempre próximo ao valor real. A avaliação do erro de previsão servirá como base para o estabelecimento de estoques de segurança, assim como para atualização do modelo de previsão (TUBINO, 2007).

As incertezas de previsão e os erros correspondentes provém de duas fontes distintas: a instabilidade e baixa previsibilidade do próprio mercado e ao sistema de previsão, que, com base nas informações de dados históricos, gera uma noção para poder antecipar a demanda futura, noção esta que pode conter incertezas em virtude da eficiência do modelo de previsão (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2011).

Os métodos de previsão podem ser baseados em métodos matemáticos, apoiando-se nos dados históricos, ou em métodos qualitativos, relacionados a experiência administrativa e com a avaliação dos clientes, ou pode ser ambos os métodos (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009). Para tanto, são inúmeras as técnicas de previsão disponíveis, das mais simples (técnicas subjetivas baseadas no conhecimento empírico), às mais complexas (métodos estatísticos e probabilísticos); ainda assim, todas essas técnicas tem um único objetivo: prever aquilo que será demandado das organizações (PAIVA e NEGRAO, 2014).

2.2.1 Métodos qualitativos de previsão de demanda

Para TUBINO (2007, p.18), “as técnicas qualitativas privilegiam principalmente dados subjetivos, os quais são difíceis de representar numericamente”. PEINALDO e GRAEML (2007, p.334), “estes modelos podem ser apropriados quando não existem dados históricos a serem analisados como base para a previsão”. Esse método é baseado no julgamento e opinião dos especialistas dos produtos ou nos mercados que atuam, podendo ser, principalmente, a área comercial e vendedores que tratam diretamente com os clientes (TUBINO, 2007).

Essas técnicas são mais rápidas de se preparar e são empregadas quando não há tempo para coletar e analisar dados passados da demanda, ou então, na introdução de algum produto novo onde não existem dados passados para analisar. As previsões qualitativas baseadas no julgamento de especialistas são aplicadas juntamente com as quantitativas, quando se diz respeito às questões estratégicas da empresa, pois não é recomendado decidir os rumos da empresa apenas analisando dados de um modelo matemático (TUBINO, 2007).

2.2.2 Métodos quantitativos de previsão de demanda

TUBINO (2007, p.18) diz que “as técnicas quantitativas consistem em analisar os dados passados objetivamente, empregando-se modelos matemáticos para projetar a demanda futura”. Normalmente, o método é válido para produtos que já estão presentes no mercado cujo existam dados suficientes para a realização da projeção de vendas. Esses modelos são utilizados quando o produto já obteve uma estabilidade no mercado, para que o padrão de consumo não sofra desvios significativos de um período para o outro (PEINALDO e GRAEML, 2007).

Focando nas séries temporais de previsão de demanda, elas partem do princípio que a demanda futura será uma projeção de seus valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis. A análise de série temporal identifica o comportamento padrão da demanda que se combinam para gerar um padrão histórico observado da variável dependente, e em seguida, cria-se um modelo matemático para replicá-lo (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009; TUBINO, 2007).

Baseado nas análises de séries temporais, elas possuem quatro características principais:

a) Nível: o nível da demanda representa um patamar do volume de vendas, desconsiderando a variação sazonal e a variação aleatória, podendo esse nível estar estacionado ou estar sofrendo alteração durante uma série temporal.

b) Tendência: os dados históricos da demanda podem possuir uma tendência crescente, estável, ou decrescente, podendo apresentar-se de forma linear.

c) Sazonalidade: a sazonalidade da demanda representa padrões de variação de comportamento que se repete com o passar do tempo. Produtos influenciáveis pela época do ano são exemplos de comportamento sazonal da demanda.

d) Aleatoriedade: devido a inúmeros fatores, a demanda pode apresentar aleatoriedades que não podem ser previstos pelos modelos. Porém, esse comportamento aleatório da demanda pode ser suavizado pela caracterização do erro obtido, que permite uma noção da dimensão dessa variabilidade.

Desta forma, a escolha do método de previsão a ser utilizado, fundamentara-se dentro das características de comportamento das séries temporais (PEINALDO e GRAEML, 2007).

2.2.2.1 Média móvel

Esse modelo assume que as variações das vendas reais são devidas as causas aleatórias e que são distribuídas de forma simétrica em relação à média, sendo assim, procura suavizar essas variações assumindo que a previsão das vendas para o período futuro é a média dos últimos n valores de vendas passadas (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2011).

A média móvel utiliza dados de um número pré-determinado de períodos, sendo eles, normalmente, os mais recentes. A cada novo período de previsão deve substituir o dado mais antigo pelo mais recente. Ela pode ser calculada a partir da resolução da Equação 1, onde M_{mn} é a média móvel de n períodos; D_i é a demanda ocorrida no período i ; n é o número de períodos; i é o índice do período ($i=1, 2, 3, \dots$) (TUBINO, 2007).

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

O número de períodos incluídos no cálculo determina a sua sensibilidade com relação aos dados mais recentes, como em períodos maiores, onde a média é mais homogênea. A grande vantagem de utilizar a média móvel nos cálculos de previsão é sua simplicidade operacional e facilidade de entendimento, entretanto, é limitada a grandes volumes de dados. Outra fragilidade do método é que ele só prevê para o período imediatamente posterior, impedindo assim, o planejamento de períodos futuros. Sendo assim, o modelo é recomendado em situações nas quais a demanda se apresenta estável e o produto não é muito relevante (TUBINO, 2007).

2.2.2.2 Média exponencial móvel

Na média exponencial móvel, o peso de cada observação decresce no tempo de forma exponencial, sendo que cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido na previsão anterior, corrigido por um coeficiente de ponderação. A média exponencial móvel pode ser calculada da seguinte forma de acordo com a Equação 2, onde $M(t)$ é a previsão para o período t ; $M(t-1)$ é a previsão para o período $t-1$; α é o coeficiente de ponderação; e $D(t-1)$ é a demanda para o período $t-1$ (TUBINO, 2007).

$$M(t) = M(t - 1) + \alpha * (D(t - 1) - M(t - 1)) \quad (2)$$

O coeficiente de ponderação varia de 0 a 1, sendo que quanto maior seu valor, mais rapidamente o modelo reage a uma variação real da demanda. Se o valor de α for muito grande, as previsões ficarão sujeitas às variações aleatórias de demanda. Se for muito pequeno, as previsões poderão ficar defasadas da demanda real (TUBINO, 2007).

Assim como na previsão pelo método da média móvel, esse método também apresenta apenas a previsão para o período imediatamente posterior, sendo que para períodos futuros se usaria o mesmo valor.

2.2.2.3 Ajustamento exponencial para a tendência

É uma variação da técnica da média exponencial móvel para a tendência, empregada assim, quando se observa que o comportamento da demanda apresenta certa tendência. O ajustamento exponencial para tendência consiste em prever baseado em dois fatores: a previsão da média exponencial móvel da demanda e uma estimativa exponencial de tendência. Esses elementos são definidos pelas Equação 3, Equação 4 e Equação 5 (TUBINO, 2007).

$$P(t + 1) = Mt + Tt \quad (3)$$

$$Mt = Pt + \alpha 1 * (Dt - Pt) \quad (4)$$

$$Tt = T(t - 1) + \alpha 2 * ((Pt - P(t - 1)) - T(t - 1)) \quad (5)$$

Onde: $P(t+1)$ é a previsão da demanda para o período $t+1$; Pt é a previsão da demanda para o período t ; $P(t-1)$ é a previsão da demanda para o período $t-1$; Mt é a previsão da média exponencial móvel para o período t ; $T(t-1)$ é a previsão da tendência para o período $t-1$; $\alpha 1$ é o coeficiente de ponderação da média; $\alpha 2$ é o coeficiente de ponderação da tendência; e Dt é a demanda para o período t (TUBINO, 2007).

Para estabelecer a previsão por esse método, devem-se estabelecer valores para os coeficientes de ponderação que corrigirão os erros de previsão. Esses coeficientes assumirão os mesmos casos já apresentados para a média exponencial móvel (TUBINO, 2007).

2.2.2.4 Sazonalidade simples

Essa técnica consiste em obter o índice de sazonalidade para cada um dos períodos da série e aplica-lo em cima da previsão da média de cada um dos períodos. O índice é obtido dividindo-se o valor da demanda no período pela média móvel centrada desse período. Quando se dispõe de dados suficientes, é calculado a média dos índices de cada período (TUBINO, 2007).

Primeiramente, deve-se observar o comportamento sazonal da demanda, para assim estabelecer com que frequência ela se repete. O número de períodos que constam nessa

frequência é o número de índices de sazonalidade a serem empregados, ou seja, o ciclo sazonal da série (TUBINO, 2007).

Assim que calculados os índices de sazonalidade médio de cada período do ciclo sazonal, deve-se multiplicá-lo sobre a demanda média dos dados da série, obtendo-se assim, a previsão de demanda futura para cada período do ciclo (TUBINO, 2007).

2.2.2.5 Sazonalidade com tendência

Caso a demanda apresente sazonalidade com tendência, há necessidade de incorporar essas duas características no modelo de previsão. E para isso acontecer, devem-se aplicar os seguintes passos:

- a) obter os índices de sazonalidade através da média móvel centrada;
- b) retirar o componente de sazonalidade da série de dados históricos, e dividi-los pelos correspondentes índices de sazonalidade;
- c) desenvolver uma equação que represente o componente da tendência. A equação que representa a tendência possui o formato de uma equação linear de acordo com a Equação 6, onde Y é a previsão da demanda para o período X ; a é a ordenada à origem; b é o coeficiente angular; e X é o período para previsão.

$$Y = a + bX \quad (6)$$

Os coeficientes podem ser obtidos através da Equação 7 e Equação 8.

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (7)$$

$$a = \frac{(\sum Y) - b(\sum X)}{n} \quad (8)$$

- d) com a equação da tendência, fazer a previsão da demanda e multiplica-la pelo índice de sazonalidade (TUBINO, 2007).

2.2.2.6 Manutenção e monitoração do modelo

Decidida a técnica de previsão e implantado o modelo, é necessário acompanhar o desempenho das previsões e confirmar sua validade perante os dados. É fundamental que o modelo seja mantido atualizado e que haja o monitoramento para que se tenham sempre previsões confiáveis da demanda. Essa monitoração é realizada pelo cálculo e acompanhamento do erro de previsão, calculado pela diferença do valor real da demanda e o previsto pelo modelo,

que deve tender a zero, pois se espera que o modelo de previsão gere valores acima e abaixo dos reais, anulando-se (TUBINO, 2007).

É possível, também, aplicar o Controle Estatístico de Processos (CEP), como ferramenta mais apurada de monitoramento do modelo de previsão da demanda, sendo que os limites superior e inferior do gráfico de controle, geralmente corresponde a quatro MAD (Mean Absolute Deviation), equivalentes a três desvios-padrões, para cima ou para baixo. A fórmula para o cálculo do MAD é representada pela Equação 9, onde D_{atual} é a demanda ocorrida no período; $D_{prevista}$ é a demanda prevista no período; e n é o número de períodos (TUBINO, 2007).

$$MAD = \frac{\sum |D_{atual} - D_{prevista}|}{n} \quad (9)$$

Se valores do erro de previsão excedam os limites do MAD, ações corretivas deverão ser tomadas. Esse erro pode ser causado por diversos fatores, entre eles, os mais comuns são: a técnica de previsão pode estar sendo usada incorretamente, a técnica perdeu a validade devido a alguma variável importante, variações irregulares na demanda, em função de greves, catástrofes, ou do clima. Esses valores do erro de previsão servirão de base para o planejamento e dimensionamento dos estoques de segurança do sistema de PCP (TUBINO, 2007).

3 METODOLOGIA

Na metodologia serão apresentados o Cenário de onde ocorrerá o estudo, o Método de Pesquisa e as Etapas de Pesquisa.

3.1 Cenário

A empresa onde será realizado o estudo está localizada na cidade de Santa Maria - RS, atuando desde 2008 na venda de máquinas automáticas de café e insumos, e na prestação de serviço aos seus clientes. A empresa busca atender seus clientes por meio do serviço de pós-vendas, na venda de insumos para as máquinas automáticas de café, sendo essa venda muito expressiva para as finanças da empresa.

Então, o foco do estudo será na previsão de demanda dos insumos classificados como A e B dentro da Curva ABC, inseridos no portfólio de produtos de revenda, visto que são mais significantes para a empresa e para o estudo.

3.2 Método de pesquisa

Quanto a natureza, a pesquisa é classificada como aplicada. Objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais (GERHARDT, SILVEIRA, 2009, p.35).

Em relação a abordagem, é quantitativa. A pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana (POLIT, BECKER E HUNGLER, 2004).

Quanto aos objetivos, são exploratórios. Este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A grande maioria dessas pesquisas envolve: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2010).

O procedimento será de estudo de caso, no qual, o estudo de caso envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (TURRIONI e MELLO, 2012)

3.3 Etapas da pesquisa

A realização desse estudo de caso na empresa ocorreu ao longo do primeiro e segundo semestre de 2016. Após a definição do tema do projeto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em livros e artigos que tratam sobre a gestão da demanda, previsão de vendas, métodos e técnicas de análise de previsões futuras, com intuito de auxiliar no andamento do projeto.

Em seguida iniciou-se a pesquisa de fato, começando pela coleta dos dados históricos das vendas dos produtos por meio do software ERP utilizado pela empresa e colocados em uma planilha eletrônica separados mensalmente. A seguir foi necessária uma análise para identificar o comportamento da demanda. Para essa análise, foi plotado um gráfico de linha separado por produto, onde foi possível identificar como a demanda se comporta, se possui tendência, se a demanda é sazonal, pontos de alta demanda, pontos de baixa demanda, a fim de optar por qual técnica de previsão ela melhor se encaixa.

Posteriormente a identificação do comportamento, ocorreu a construção do modelo de previsão baseado nas técnicas. Foi construído algumas opções de modelo de previsão para analisar qual a melhor técnica que se adequa a demanda. O modelo escolhido foi o que apresentou o menor erro total de previsão. Após, se mostrou necessário o monitoramento do

modelo e averiguação dos erros de previsão. A validação do modelo se deu pelo método do *Mean Absolute Deviation*, ou seja, se a quantificação do erro de previsão estar dentro dos limites superior e inferior, ele estará validado.

Então foi feita uma análise dos resultados obtidos, para que assim seja possível a escrita do relatório final, e por fim, a entrega e apresentação do projeto de pesquisa.

4 RESULTADOS

A empresa conta com mais de cem produtos de revenda dos mais variados tipos, que atuam no seu serviço de pós-vendas para satisfazer as demandas de seus clientes. Para o estudo, em concordância com os gestores, decidiu-se atuar na previsão dos insumos mais significativos nas vendas da empresa, focando nos classificados como A e B da Curva ABC, considerando os produtos B mais representativos. Dessa forma, ficou classificado como A, os insumos que representam 61,64% das vendas, como B, os 24,13%, e como C, os que representam 14,23% das receitas.

A Figura 1 exibe o Diagrama de Pareto que representa as frequências, da maior para a menor, mostrando a curva das porcentagens acumuladas de cada insumo estudado. Para a elaboração da Curva ABC foi utilizado os dados das vendas do ano de 2016, dessa forma, ficou representado que seis produtos são classificados como A, seis como B e cento e um como C.

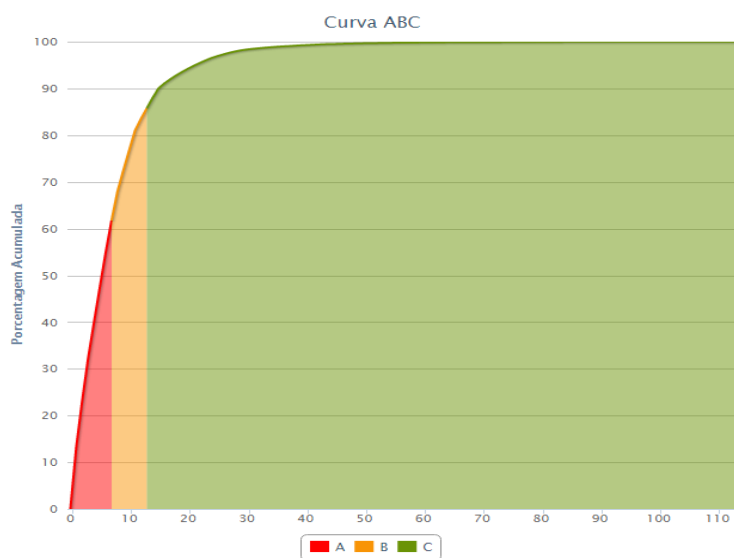


Figura 1 – Curva ABC

Fonte: Elaborado pela empresa

Para uma melhor observação de como distribuem-se as porcentagens dos produtos A e B, é apresentado o gráfico com o percentual dos volumes de vendas.

Com base na Figura 2, têm-se que os insumos classificados como A são o Cacau A, Leite Clássico, Cacau B, Leite, Café Solúvel e Chocolate. E o Café Grão, Leite sem açúcar, Copo A, Cappuccino, Copo B e a Tampa classificados como B. Dessa forma esses serão os produtos estudados para a previsão de demanda. Entretanto, como o Copo B e a Tampa representam, cada um, cerca de 2% das vendas, estes insumos foram desconsiderados do estudo de caso.

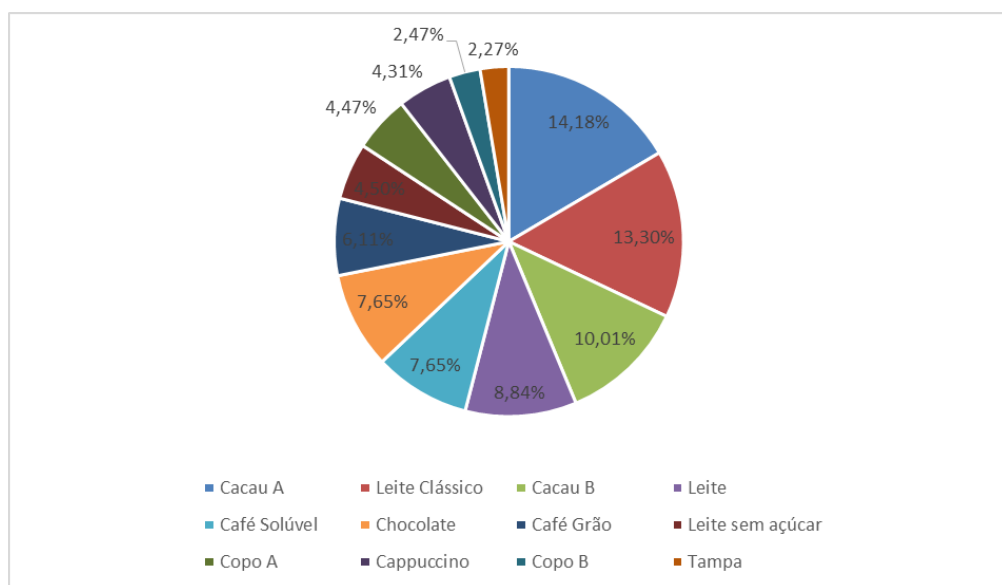


Figura 2 – Gráfico percentual das vendas dos produtos A e B

Fonte: Elaborado pelo autor

Para cada produto estudado, os dados coletados são relativos às vendas desde julho de 2013 (período 1) a setembro de 2016 (período 39), exceto para o Copo A, que é desde fevereiro de 2014.

Como para a análise de previsão de demanda é preciso de pelo menos 24 períodos (2 anos), o Cacau A, Leite e Chocolate não puderam ser avaliados, pois são produtos novos na comercialização da empresa e não possuem dados históricos suficientes.

Desse modo, o primeiro produto analisado é o que representa o segundo maior percentual das vendas da empresa, o Leite Clássico. A partir dos dados das vendas foi possível observar que a demanda apresenta um comportamento sazonal com um ciclo de um ano (12 períodos) com tendência de crescimento, como observado na Figura 3.

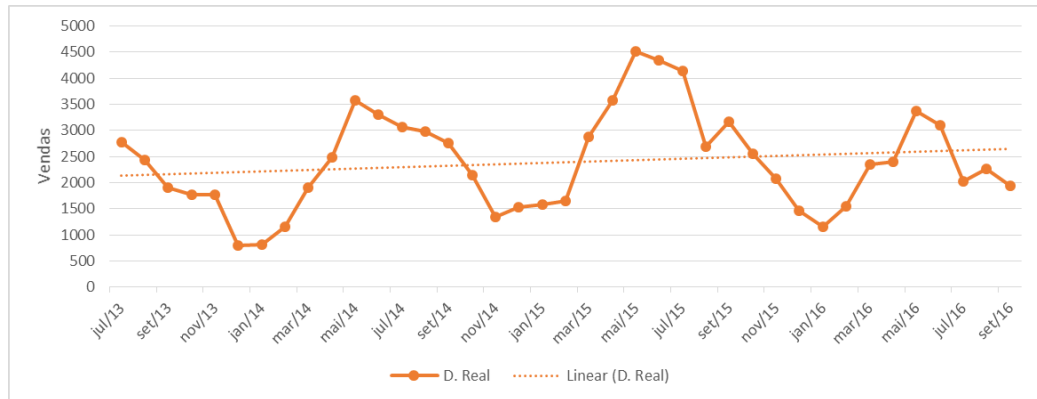


Figura 3 – Demanda real por período para o Leite Clássico

Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando a Figura 3, percebe-se que a demanda é sazonal em 12 períodos, portanto é necessário o cálculo dos Índices de Sazonalidade (IS) de cada período. Tomando como exemplo o Índice de Sazonalidade 4, os cálculos foram iniciados pela Média Móvel Centrada $\frac{1}{2}$ (MMC $\frac{1}{2}$) em 3,5 (Equação 10), e 4,5 (Equação 11), para assim obter a MMC 4 (Equação 12). Assim, o IS 4 foi calculado pela razão da demanda real do período pela MMC, conforme a Equação 13.

$$MMC\ 3,5 = \frac{(D_1 + D_2 + \dots + D_{12})}{12} = 2056 \quad (10)$$

$$MMC\ 4,5 = \frac{(D_2 + D_3 + \dots + D_{13})}{12} = 2079 \quad (11)$$

$$MMC\ 4 = \frac{(MMC\ 3,5 + MMC\ 4,5)}{2} = 2068 \quad (12)$$

$$IS\ 4 = \frac{D_4}{MMC\ 4} = 0,85 \quad (13)$$

Como para o cálculo do IS é utilizado a MMC, os valores do IS para os períodos 1 a 3 e de 31 a 39 não podem ser calculados. Para os demais períodos, o cálculo foi realizado como no exemplo acima, podendo ser observados no Apêndice A. Desse modo, utilizando os valores dos IS dos períodos 4 a 30, os valores dos Índices de Sazonalidade Médio foram calculados para cada período do ciclo sazonal (Figura 4). Para esse cálculo, foi utilizada as médias dos IS dos períodos, por exemplo, o IS 1, de julho, foi calculado fazendo a média do IS do período 13 e 25, ou seja, a média dos meses de julho.

IS MÉDIO		
Julho	IS 1	1,3696
Agosto	IS 2	1,0866
Setembro	IS 3	1,1418
Outubro	IS 4	0,8971
Novembro	IS 5	0,7409
Dezembro	IS 6	0,5221
Janeiro	IS 7	0,4627
Fevereiro	IS 8	0,5520
Março	IS 9	0,9286
Abril	IS 10	1,1652
Mai	IS 11	1,5560
Junho	IS 12	1,4591

Figura 4 – Índices de Sazonalidade Médios para o Leite Clássico

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

Ainda analisando a Figura 3, percebe-se que há uma tendência de crescimento na demanda do Leite Clássico e dessa forma é necessário identificar a equação que descreva esse movimento. Devido a maior aplicabilidade, a análise da tendência se restringirá em analisar a tendência linear e dessa maneira, a equação linear para a tendência possui o formato da Equação 6. Empregando-se os dados históricos da demanda, é possível encontrar os coeficientes b e a , através das Equação 7 e Equação 8, respectivamente.

$$b = 17,20$$

$$a = 2002,29$$

Tendo-se chegado na equação da tendência, a previsão da demanda consiste em replicar o índice sazonal do período a ser previsto sobre a previsão da tendência nesse período.

Com a equação linear da tendência, é capaz de encontrar a o valor da tendência para cada período substituindo no valor de X na Equação 6 o valor do período correspondente. Por exemplo, se for no período 20, o valor fica 2346 ($2002,29 + 17,20 \cdot 20$).

Finalmente, chegado nos valores da tendência para cada período, é possível encontrar os valores da demanda prevista. Tomando como exemplo o primeiro período, a demanda prevista é achada através da Equação 14.

$$D. Prevista = Tendência + (Tendência * (IS - 1)) = 2766 \quad (14)$$

Os valores obtidos das demandas previstas para os outros períodos podem ser observados na Figura 5.

Período		Tendência	IS	D.Prevista	D.Real	Erro
jul/13	1	2019	1,370	2766	2782	16
ago/13	2	2037	1,087	2213	2428	215
set/13	3	2054	1,142	2345	1909	-436
out/13	4	2071	0,897	1858	1766	-92
nov/13	5	2088	0,741	1547	1762	215
dez/13	6	2106	0,522	1099	790	-309
jan/14	7	2123	0,463	982	809	-174
fev/14	8	2140	0,552	1181	1162	-19
mar/14	9	2157	0,929	2003	1909	-95
abr/14	10	2174	1,165	2534	2481	-53
mai/14	11	2192	1,556	3410	3571	160
jun/14	12	2209	1,459	3223	3305	82
jul/14	13	2226	1,370	3049	3059	10
ago/14	14	2243	1,087	2437	2985	547
set/14	15	2260	1,142	2581	2766	185
out/14	16	2278	0,897	2043	2136	93
nov/14	17	2295	0,741	1700	1346	-355
dez/14	18	2312	0,522	1207	1531	323
jan/15	19	2329	0,463	1078	1575	497
fev/15	20	2346	0,552	1295	1655	359
mar/15	21	2364	0,929	2195	2886	691
abr/15	22	2381	1,165	2774	3571	797
mai/15	23	2398	1,556	3731	4511	780
jun/15	24	2415	1,459	3524	4344	820
jul/15	25	2432	1,370	3331	4145	814
ago/15	26	2450	1,087	2662	2684	22
set/15	27	2467	1,142	2817	3168	351
out/15	28	2484	0,897	2229	2553	324
nov/15	29	2501	0,741	1853	2075	222
dez/15	30	2518	0,522	1315	1455	140
jan/16	31	2536	0,463	1173	1148	-25
fev/16	32	2553	0,552	1409	1548	139
mar/16	33	2570	0,929	2387	2344	-43
abr/16	34	2587	1,165	3015	2407	-608
mai/16	35	2605	1,556	4053	3379	-674
jun/16	36	2622	1,459	3825	3104	-721
jul/16	37	2639	1,370	3614	2022	-1592
ago/16	38	2656	1,087	2886	2268	-618
set/16	39	2673	1,142	3052	1948	-1104

Figura 5 – Demanda prevista para o Leite Clássico

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

Os dados das demandas previstas resultantes do método sazonal com tendência, junto aos dados da demanda real para o Leite Clássico podem ser observados na Figura 6.

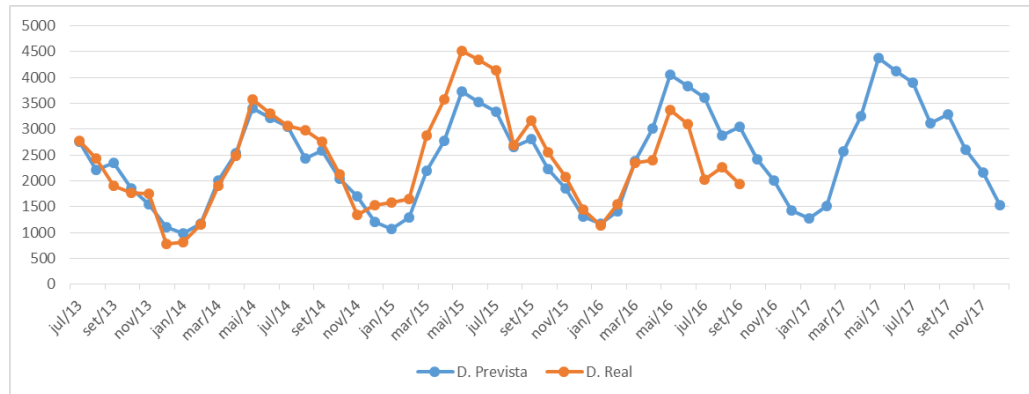


Figura 6 – Demandas reais e prevista pelo método sazonal com tendência para o Leite Clássico.

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

Constatando a Figura 6, é possível reparar que a demanda prevista pelo modelo matemático respondeu bem as variações da demanda real com um erro acumulado no valor de 870 unidades. A fim de projetar as vendas para 2017 e para auxiliar no planejamento estratégico da empresa junto a seus fornecedores, na Figura 6 estão as previsões de demanda do Leite Clássico para 2017 que são fundamentais para que isso ocorra.

Para a validação do método é necessário aplicar o *Mean Absolute Deviation (MAD)*, ou seja, verificar se a variação do erro de previsão está dentro dos limites superior e inferior.

O MAD foi obtido através da média dos erros absolutos dos períodos, segundo Equação 9, e tem valor de 392. O limite superior e inferior do gráfico de controle, geralmente, corresponde a quatro MADs, desse modo, o gráfico pode ser observado na Figura 7.

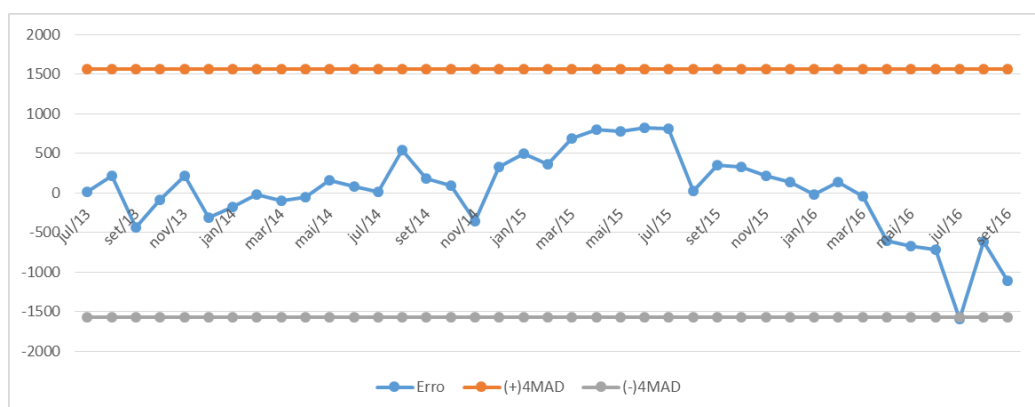


Figura 7 – Gráfico de Controle para erro de previsão para o Leite Clássico

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

Analisando a Figura 7, percebe-se que no mês de julho de 2016 houve um ponto fora do limite inferior. Isso aconteceu devido as férias escolares e das faculdades, mas também devido ao processo de troca desse produto que acontece desde abril de 2016. Essa troca justifica o

crescimento do erro a partir de abril, onde a empresa estudada começou a migrar certos clientes para comprar outro leite revendido por eles.

O segundo produto estudado foi o Cacau B, onde foi utilizado o mesmo modelo matemático que o anterior, e também apresentou um comportamento sazonal com um ciclo de um ano (12 períodos) com tendência de crescimento. Da mesma forma que o anterior, o método apresentou boa resposta, conforme a Figura 8.

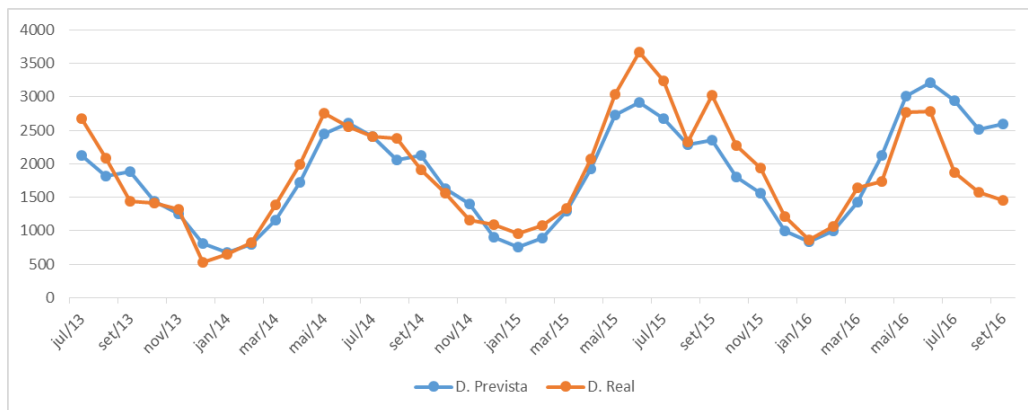


Figura 8 – Demandas real e prevista pelo método sazonal com tendência para o Cacau B.

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

Para a previsão desse produto, o erro acumulado teve valor de 889 unidades e na validação do método o número do MAD foi 309, levando ao gráfico que pode ser observado na Figura 9.

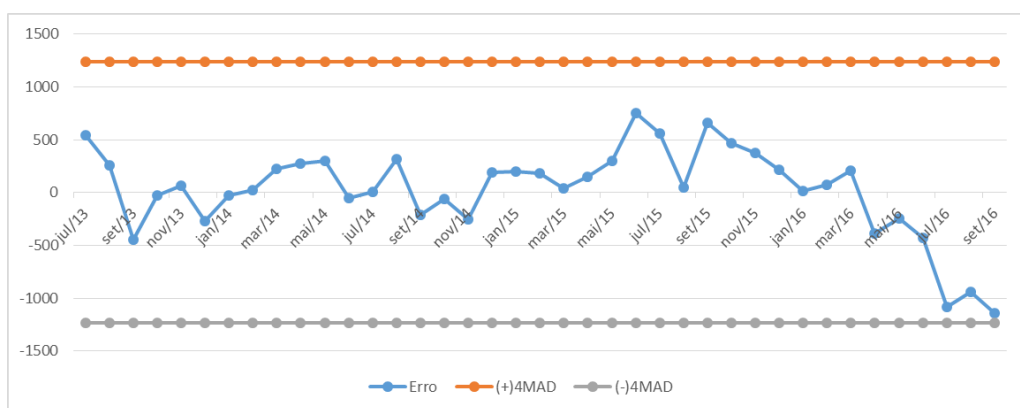


Figura 9 – Gráfico de Controle para erro de previsão para o Cacau B.

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

Observando a Figura 9, percebe-se que o modelo está sob controle, porém o erro dos períodos de julho/16, agosto/16 e de setembro/16 está muito próximo do limite inferior. Investigando isso com a empresa foi constatado que os clientes estão trocando o Cacau B pelo

Cacau A, visto que o Cacau A é um produto novo disponível pela empresa onde os clientes estão experimentando, gostando e trocando os produtos.

Através do mesmo método também foram realizadas as previsões de demanda para os insumos Café Solúvel, Café Grão, Leite sem açúcar, Copo A e Cappuccino, onde todos esses apresentaram uma sazonalidade de um ano com tendência de crescimento, conforme se observa nas Figuras 10, 12, 14, 16, 18, respectivamente.

As demandas previstas se comportaram de acordo à sazonalidade apresentada pelos produtos, mas em todas é notável a queda nas vendas no período de julho/16, representada pelo conjunto das férias escolares e das faculdades. Devido a isso, é possível perceber nos gráficos de controle de previsão, representados nas Figuras 11, 13 e 15, 17 e 19 pontos fora, ou muito próximos, do limite inferior.

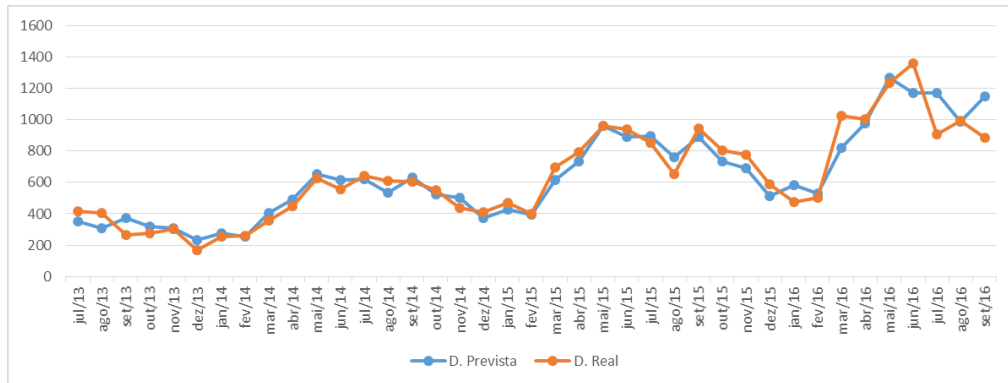


Figura 10 – Demandas real e prevista pelo método sazonal com tendência para o Café Solúvel

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

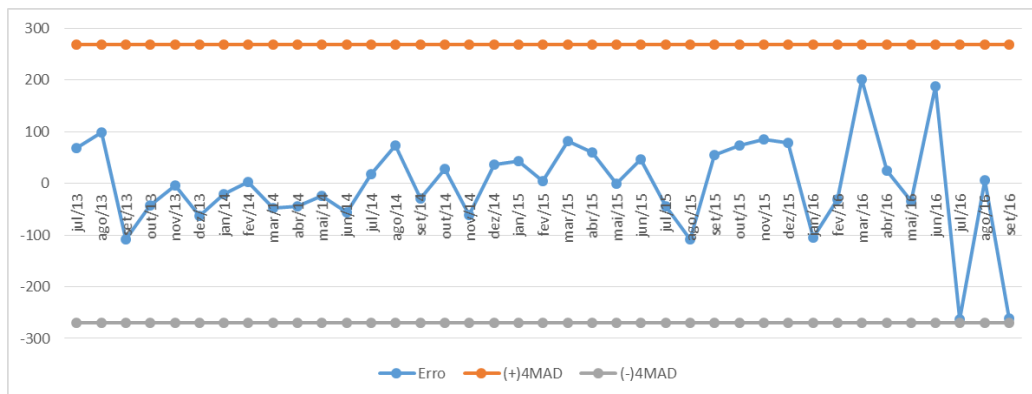


Figura 11 – Gráfico de Controle para erro de previsão para o Café Solúvel

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

No gráfico do MAD do Café Solúvel observa-se que a partir de março de 2016 os erros variaram mais do que nos demais períodos, quase passando dos limites, porém conclui-se que

o método está sob controle, sendo que ele apresenta um erro acumulado de apenas 69 unidades, o menor do estudo.

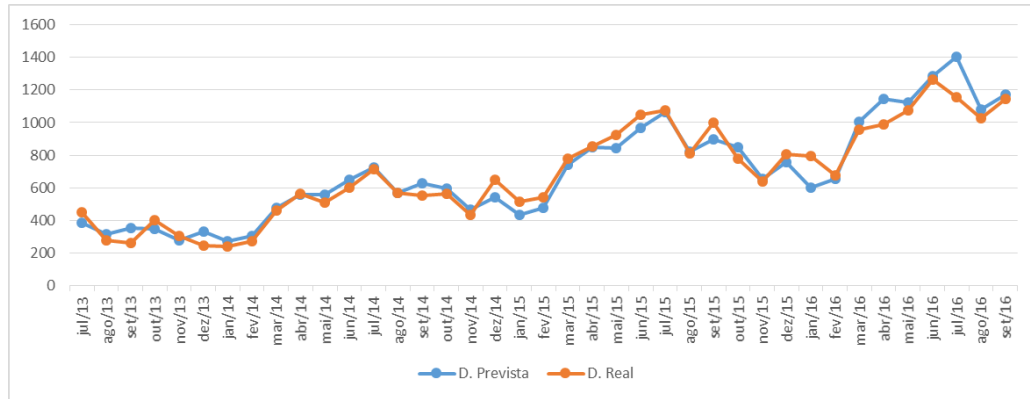


Figura 12 – Demandas real e prevista pelo método sazonal com tendência para o Café Grão

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

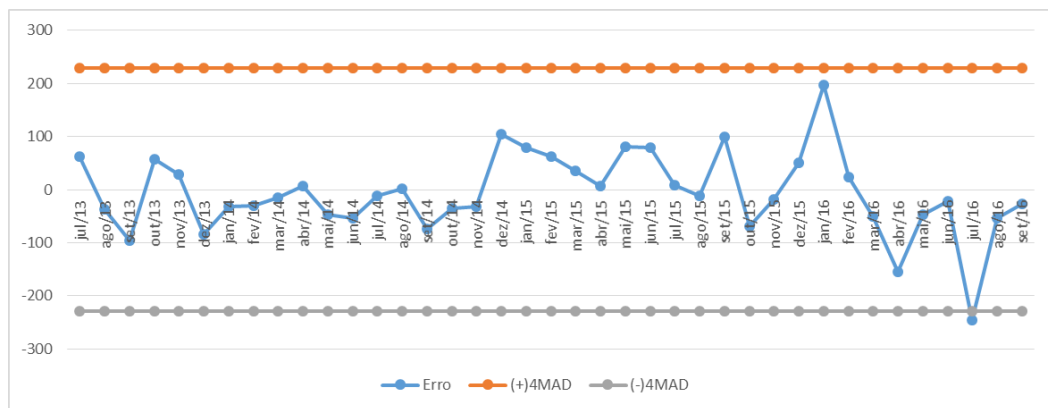


Figura 13 – Gráfico de Controle para erro de previsão para o Café Grão

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

A previsão do Café Grão apresentou 259 unidades como erro acumulado. No gráfico do MAD, notável na Figura 15, houve apenas um ponto fora do limite inferior, sendo ele o do período de julho/16 que já foi comentado anteriormente o motivo principal para essa irregularidade.

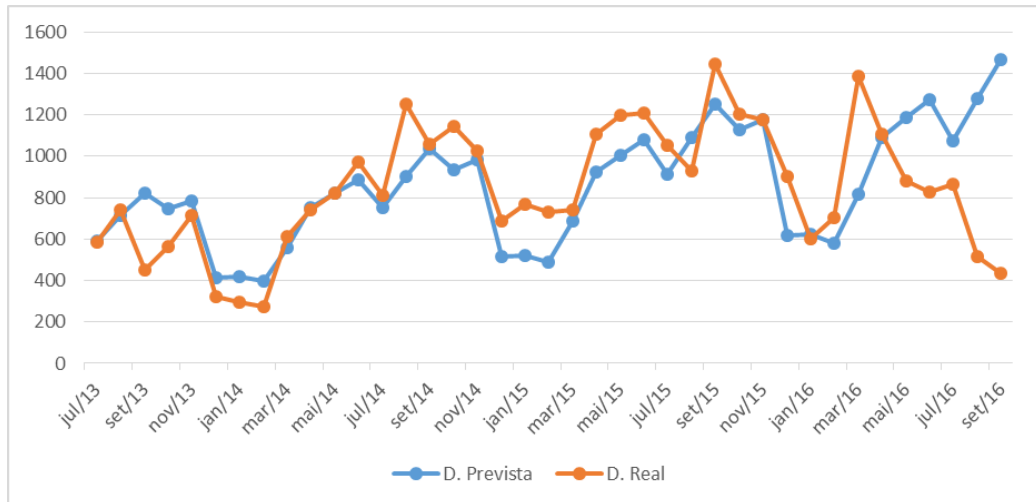


Figura 14 – Demandas real e prevista pelo método sazonal com tendência para o Leite sem açúcar

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

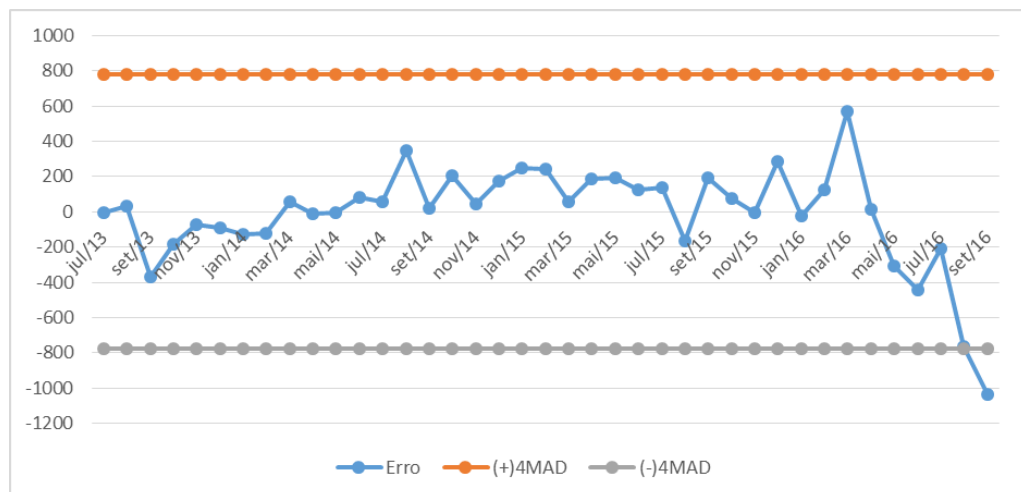


Figura 15 – Gráfico de Controle para erro de previsão para o Leite sem açúcar

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

Os erros de previsão para o Leite sem açúcar ficaram fora do limite inferior no período de agosto e setembro de 2016 devido ao fornecedor que entregou um produto não conforme, que ocasionou a troca de fornecedor e poucos produtos com qualidade no estoque, impactando diretamente nas vendas desse insumo. Apesar disso, o erro acumulado de previsão foi de 459 unidades.

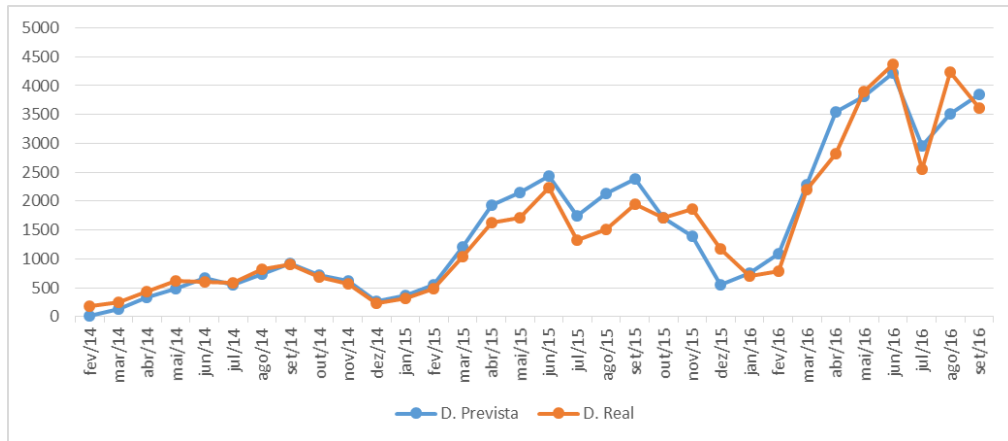


Figura 16 – Demandas real e prevista pelo método sazonal com tendência para o Copo A
 Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

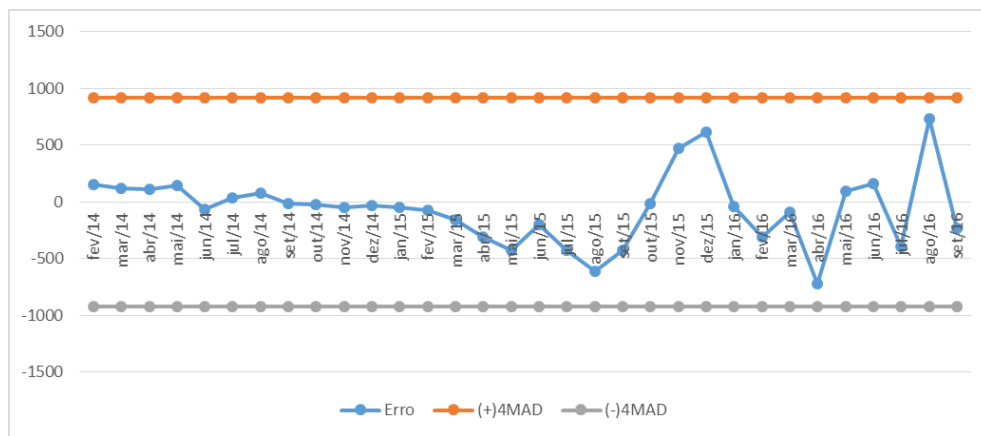


Figura 17 – Gráfico de Controle para erro de previsão para o Copo A
 Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

O método de previsão para o Copo A foi o que apresentou o maior erro acumulado, 1966 unidades, entretanto o modelo é válido pelo gráfico de controle, pois não obteve nenhum ponto fora dos limites inferior e superior.

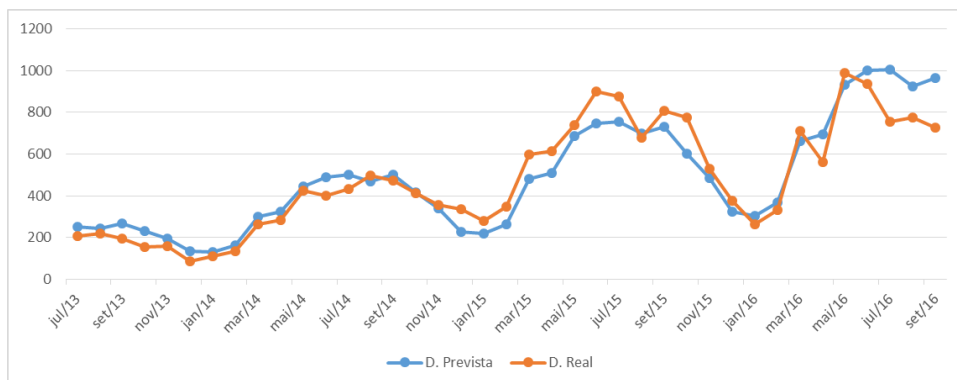


Figura 18 – Demandas real e prevista pelo método sazonal com tendência para o Cappuccino
 Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

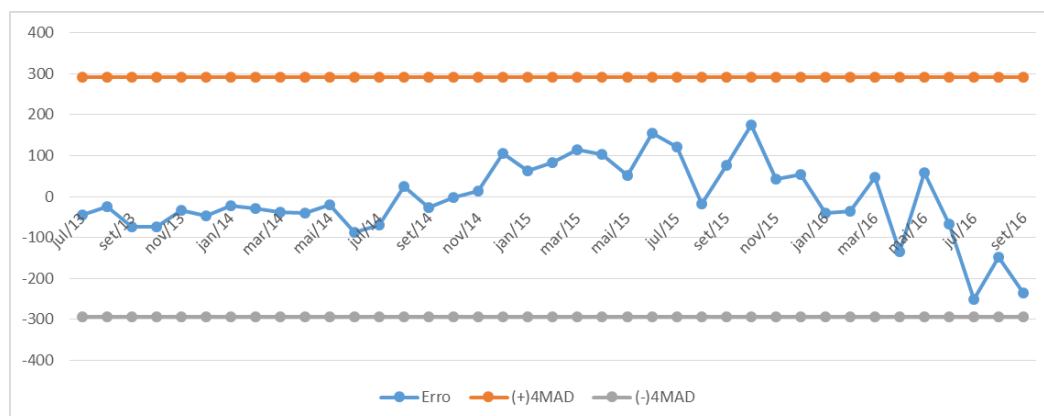


Figura 19 – Gráfico de Controle para erro de previsão para o Cappuccino

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

A previsão para o Cappuccino apresentou um erro acumulado de 275 unidades, e o modelo foi validado pelo método do MAD, pois não obteve nenhum ponto fora dos limites do gráfico de controle.

5 CONCLUSÃO

A previsão de demanda representa um papel significativo nas tomadas de decisão realizadas pela empresa tanto na hora das compras dos insumos, quanto para o planejamento estratégico no que se diz respeito ao crescimento esperado da empresa para anos seguintes. Portanto, como os produtos são sazonais e possuem curto prazo de validade, boas previsões são essenciais para o controle de estoque e, conseqüentemente, para as finanças da empresa.

Em geral, o método de previsão de demanda chamado sazonal com tendência se mostrou eficaz, no qual o estudo apresentou boas previsões de demanda, que reagiram bem a sazonalidade de 12 períodos. Erros de previsão são comuns, pois a técnica de previsão não é uma ciência exata, entretanto, os erros acumulados das previsões são aceitáveis, onde os modelos se mostraram efetivos pelos gráficos de controle do MAD.

Como visto anteriormente, alguns modelos apresentaram erros de previsão fora dos limites do gráfico de controle, porém esses pontos fora possuem justificativas para sua ocorrência, como na maioria dos casos, o erro de previsão no mês de julho de 2016 pelo fato das férias escolares e das universidades, afetando diretamente as vendas da empresa que não estavam previstas. Outras aleatoriedades também foram justificadas e tendem a não ocorrer novamente, e por isso todos os modelos podem ser validados.

Dessa forma, o objetivo geral do estudo foi atingido, juntamente com os objetivos específicos, e o problema de pesquisa foi respondido, sendo possível então realizar uma previsão de demanda para uma empresa que revende produtos alimentícios.

Portanto, acredita-se que o estudo de previsão de demanda auxiliará a empresa na tomada de decisão na hora das compras dos insumos e para o planejamento de demanda junto aos fornecedores. Dessa forma, os clientes e a empresa se beneficiarão com a implementação do método, pois uma boa previsão ajudará a sempre ter produtos em estoque, conseguindo atender a demanda por completo e consecutivamente, aumentar a satisfação dos clientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação Base para SAP, Oracle Applications e outros Softwares Integrados de Gestão**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FERREIRA, V. E. S.; de PAULA, M. F. R.; do CARMO, B. B. T.; de ALMEIDA, A. C. P. **Utilização de um modelo quantitativo de previsão de demanda para análise da demanda por concreto em uma empresa do oeste potiguar**. Em Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33, Salvador. Anais eletrônicos... ABEPRO, 2013. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_008_22649.pdf >. Acesso em: maio, 2016.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

PEINALDO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. 1. ed. Curitiba: Unicenp, 2007.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

PAIVA, M. H. P.; NEGRAO, L. L. L.. **Análises de Métodos de Previsão de demanda: aplicação na indústria cerâmica**. Em Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 34, Curitiba. Anais Eletrônicos... ABEPRO, 2014. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STP_195_102_24541.pdf >. Acesso em: abril, 2016.

PINHEIRO, A. R.; VIANA, F. L. E.; CASTRO, E. A. L.; **Aplicação de Técnicas de Previsão de Demanda na Indústria de Confecções**. Em Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33, Salvador. Anais Eletrônicos... ABEPRO, 2013. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_008_22171.pdf >. Acesso em: abril, 2016.

SOUZA, R. F. de; TRIERWEILLER, A. C.; WEISE, A. D.; ROCHA, R. A.; MONTEIRO, M. I. **Previsão da demanda como suporte para o planejamento e controle da produção na sigma – indústria eletroeletrônica.** Em Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30, São Carlos. Anais eletrônicos... ABEPRO, 2010. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_740_16802.pdf >. Acesso em: maio, 2016.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas.** Universidade Federal de Itajubá, Programa de pós-graduação em engenharia de produção, curso de especialização em qualidade e produtividade, Itajubá, 2012.

APÊNDICE A – ÍNDICE DE SAZONALIDADE POR PERÍODO

ÍNDICE DE SAZONALIDADE					
Período	D. Real	MMC 1/2	MMC	IS	
jul/13	1	2782			
ago/13	2	2428			
set/13	3	1909			
			2056		
out/13	4	1766		2068	0,8542
			2079		
nov/13	5	1762		2102	0,8381
			2125		
dez/13	6	790		2161	0,3655
			2197		
jan/14	7	809		2212	0,3655
			2228		
fev/14	8	1162		2210	0,5257
			2193		
mar/14	9	1909		2224	0,8582
			2255		
abr/14	10	2481		2287	1,0850
			2319		
mai/14	11	3571		2339	1,5264
			2360		
jun/14	12	3305		2400	1,3767
			2441		
jul/14	13	3059		2486	1,2303
			2532		
ago/14	14	2985		2571	1,1608
			2610		
set/14	15	2766		2654	1,0424
			2697		
out/14	16	2136		2742	0,7790
			2787		
nov/14	17	1346		2775	0,4849
			2762		
dez/14	18	1531		2779	0,5507
			2796		
jan/15	19	1575		2813	0,5599
			2831		
fev/15	20	1655		2861	0,5783
			2891		
mar/15	21	2886		2888	0,9991
			2885		
abr/15	22	3571		2867	1,2454
			2850		
mai/15	23	4511		2845	1,5856
			2841		
jun/15	24	4344		2818	1,5415
			2796		
jul/15	25	4145		2747	1,5089
			2699		
ago/15	26	2684		2651	1,0123
			2604		
set/15	27	3168		2553	1,2411
			2501		
out/15	28	2553		2412	1,0583
			2324		
nov/15	29	2075		2307	0,8996
			2289		
dez/15	30	1455		2238	0,6500
			2188		
jan/16	31	1148			
fev/16	32	1548			
mar/16	33	2344			
abr/16	34	2407			
mai/16	35	3379			
jun/16	36	3104			
jul/16	37	2022			
ago/16	38	2268			
set/16	39	1948			

Fonte: Adaptado de Tubino (2007)