

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**AMANDA DE SOUZA FERREIRA
CAIO CÉSAR JUFFO CARVALHO
LUANA APARECIDA FERREIRA DO ROSÁRIO
RENATA CRISTINA FERREIRA DOS SANTOS**

**PROPOR UMA METODOLOGIA PARA PREVISÃO DE DEMANDA
PARA EMPREENDIMENTOS COMERCIAIS DE PEQUENO PORTE**

**VOLTA REDONDA
2018**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PROPOR UMA METODOLOGIA PARA PREVISÃO DE DEMANDA
PARA EMPREENDIMENTOS COMERCIAIS DE PEQUENO PORTE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do UniFOA como requisito à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção

Alunos:

AMANDA DE SOUZA FERREIRA
CAIO CÉSAR JUFFO CARVALHO
LUANA APARECIDA FERREIRA DO
ROSÁRIO
RENATA CRISTINA FERREIRA DOS
SANTOS

Orientador:

Prof.MSc Sérgio Ricardo Bastos de Mello

VOLTA REDONDA

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

Alunos:

Amanda de Souza Ferreira

Caio César Juffo Carvalho

Luana Aparecida Ferreira do Rosário

Renata Cristina Ferreira dos Santos

Título da monografia: Propor uma metodologia para previsão de demanda para empreendimentos comerciais de pequeno porte

Orientador:

Prof. MSc Sérgio Ricardo Bastos de Mello

Banca Examinadora:

Prof. MSc Sérgio Ricardo Bastos de Mello

Prof. Ma. Bynca Porto de Lima

Prof. Me. João Adelino de Faria Junior

Este trabalho é dedicado à Deus primeiramente, pois sem Ele não somos nada.

Aos pais, família, ávos paternos e maternos, "*In memorian*", namorado(a) pelo apoio e dedicação.

Ao orientador pelo auxílio em todos momentos.

Enfim, a todos que de alguma forma estiveram presentes, e tornaram essa trajetória possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, é para Ele que agradecemos em momentos felizes e que pedimos ajuda e consolo em momentos de angústia. Agradecemos aos familiares e amigos pela ajuda, dedicação e apoio de sempre, que nos incentivaram e inspiraram através de gestos e palavras. Agradecemos ao orientador Prof. MSc Sérgio Ricardo Bastos de Mello, que auxiliou a todo momento e forneceu apoio, esteve presente em todos os momentos.

À Instituição do UniFOA por proporcionar tamanho aprendizado na área de Engenharia de Produção, afim de permitir que os alunos estejam preparados para o mercado de trabalho.

RESUMO

A previsão de demanda é essencial para as empresas, visto que esta impacta diversas projeções, como: mercadológica, financeira, econômica entre outras. É realizada para definir as tomadas de decisões estratégicas e para elaboração de planejamento estratégico, tático e operacional da organização. Sem uma boa previsão de demanda, podem ocorrer excessos ou faltas, o que acarreta deficiência nos resultados financeiros. Permite antever o futuro e planejar de forma certa as suas ações. Sendo assim, este estudo tem como objetivo propor uma metodologia para identificar, planejar e implementar a previsão de demanda em empreendimentos comerciais de pequeno porte, tais como, supermercado, padaria, *pet shop*, lojas de roupas, entre outros. Utilizou-se o ciclo PDCA como ferramenta da qualidade para estruturar o processo de desenvolvimento do trabalho. Verificou-se que existem modelos matemáticos, mas não existem ferramentas adequadas para o foco do trabalho. Com buscas realizadas em livros, artigos e sites foram pesquisados modelos matemáticos que permitiram a elaboração de uma planilha no Excel para ser encontrado o melhor método de previsão de demanda para diferentes tipos de produtos. Para tanto, foi analisado o menor MAD, que é um indicador de adequação, pois é aplicável aos diferentes métodos de previsão de demanda e, portanto, coerente com o escopo deste trabalho que abrange qualquer empresa de pequeno porte. Os resultados mostraram que foi alcançado o objetivo do trabalho, propondo um método que não é custoso, visto que, os empreendimentos de pequeno porte não possuem verbas muito altas para aquisição de métodos caros de previsão de demanda. Por esse mesmo motivo é que o Excel foi escolhido para o desenvolvimento das planilhas, pois os *tablets*, computadores já possuem de fábrica esta ferramenta, além deste método proposto ser de fácil entendimento e elaboração.

Palavras chave: previsão de demanda; ciclo PDCA; modelos matemáticos.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Problema	14
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivos.....	15
1.3.1	Geral	15
1.3.2	Específicos.....	15
1.4	Metodologia	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	Métodos de Previsão de Demanda.....	17
2.1.1	Métodos Causais: Regressão Linear	17
2.1.2	Métodos de Séries Temporais.....	19
2.1.2.1	Média móvel simples	20
2.1.2.2	Média móvel ponderada	21
2.1.2.3	Suavização exponencial	22
2.1.2.4	Suavização exponencial com tendência	23
2.1.2.5	Padrões sazonais	24
2.1.3	Medida de Erros nas Previsões.....	25
2.1.4	Controle do Erro nas Previsões.....	25
2.1.4.1	Indicadores de adequação.....	26
2.1.4.2	Indicadores de desempenho.....	27
2.2	Ciclo PDCA.....	28
2.3	5W2H.....	33
3	DESENVOLVIMENTO	34
3.1	<i>Plan</i>	34
3.1.1	Observação	34
3.1.2	Análise	34

3.1.3 Plano de ação.....	35
3.2. <i>Do</i>	41
3.3 Check.....	52
3.4 <i>Act</i>	52
4 CONCLUSÕES	54
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Guia para selecionar um método de previsão adequado	20
Quadro 2: Plano de Ação 5W1H	36
Quadro 3: Modelo de planilha para serem inseridos os dados históricos do empreendimento	37
Quadro 4: Modelo de planilha usada para cálculo do modelo matemático de regressão linear, média móvel simples e média móvel ponderada. Serão usadas planilhas iguais com os mesmos dados para os três modelos.....	38
Quadro 5: Modelo de planilha usada para cálculo de Suavização exponencial simples	39
Quadro 6: Modelo de planilha usada para cálculo de Suavização com tendência...	40
Quadro 7: Modelo de planilha usada para cálculo de Padrões sazonais	41
Quadro 8: Quadro comparativo onde será calculado o menor MAD	41
Quadro 9: Total vendido de sacos de cimento, para seis anos consecutivos, bimestre a bimestre no depósito Casa Firme.....	42
Quadro 10: Dados históricos para o empreendimento	43
Quadro 11: Planilha de Regressão Linear com os cálculos das previsões, erros simples e absoluto.....	45
Quadro 12: Planilha de média móvel simples com os cálculos das previsões, erros simples e absoluto e cálculo do MAD.....	46
Quadro 13: Fatores de ponderação média móvel ponderada	47
Quadro 14: Planilha de média móvel ponderada com os cálculo das previsões, erro simples, absoluto e acumulado e cálculo do MAD	48
Quadro 15: Planilha de suavização exponencial simples com os cálculos das previsões, erro simples, absoluto e acumulado, e cálculo do MAD para 3 valores de alfa	49
Quadro 16: Planilha de suavização exponencial com tendência com os cálculos das previsões, erro simples, absoluto e acumulado , e cálculo do MAD.....	50
Quadro 17: Padrões sazonais	51
Quadro 18: Planilha de padrões sazonais com os cálculos das previsões, erro simples, absoluto, acumulado e cálculo do MAD	51
Quadro 19:Quadro comparativo com o melhor modelo matemático escolhido	52
Quadro 20: Manual de uso da planilha para os empreendimentos	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: relatório de análise da regressão linear gerado pelo Excel	44
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gestão da demanda na cadeia de suprimentos	13
Figura 2: Regressão linear em relação aos dados reais.	18
Figura 3: Significado dos parâmetros da reta.	18
Figura 4: Métodos de Série Temporal	19
Figura 6: Previsões exponenciais versus demanda real para unidades de um produto no decorrer do tempo, mostrando o retardamento da previsão.	23
Figura 7: Ciclo PDCA	29
Figura 8: Estratégia SMART	30
Figura 9: O ciclo PDCA é um trabalho de todos	31
Figura 10: Os passos do desdobramento do ciclo PDCA.	32

LISTA DE SIGLAS

PCP: Plano de controle de produção

PDCA : Planejar, executar, verificar, agir

RH: Recursos humanos

MMS: Média móvel simples

MMP: Média móvel Ponderada

MAD: Desvio médio absoluto

MSE: Erro Médio Quadrático

MVP: Medida de viés da previsão

SP: Sinal de percurso

Masp: Metodologia de Análise e Solução de Problemas

Ft: Demanda prevista

Et: Erro de previsão

1 INTRODUÇÃO

As empresas, de várias maneiras, direcionam suas atividades para o rumo em que acham que seu negócio andar. Esse rumo é ordenado em cima de previsões. A principal previsão é de demanda. Tal previsão desempenha um papel-chave em várias áreas da gestão de organizações, ela é a base para o planejamento estratégico das vendas, finanças e produção de uma empresa. Com base nisso, as empresas podem desenvolver planos de capacidade, de fluxo de caixa, de produtos, de vendas, de estoque, entre outros. A previsão de demanda permite antever o futuro e planejar de forma certa as suas ações, atendendo aos requisitos essenciais para a estabilidade dos negócios.

As previsões para PCP são usadas em dois momentos distintos: para planejar o sistema produtivo e para planejar o uso desse sistema produtivo, e também são classificadas de acordo com o horizonte de planejamento (longo, médio e curto prazo). Tendo como benefício, conhecimento dos gastos de capital, análise de capacidade agregada e auxílio na programação da força de trabalho. A responsabilidade pela preparação da previsão de demanda normalmente é do setor de *marketing* ou vendas. Toda empresa precisa planejar seu futuro, e esse planejamento deve conter uma divisão em três grandes blocos: Planejamento Estratégico, Planejamento Tático e Planejamento Operacional. Também devem ser considerados dois modelos de previsão de demanda: Modelo Quantitativo e Modelo Qualitativo.

Leva-se em consideração os erros existentes na realização das previsões. Os erros que se associam a demanda podem ser sistêmicos, que são devido a causas identificáveis e podem em princípio ser eliminados e erros aleatórios que, diferentes dos sistêmicos, podem ser geralmente quantificados por análise estatística.

O planejamento da demanda auxilia na criação de previsões confiáveis de demanda que são alinhadas com a capacidade de produção da organização. Esse

plajenamento, sendo eficiente, contribui para que as receitas tenham números mais confiáveis e também alinhe os níveis do estoque.

A gestão da demanda é um componente da gestão da cadeia de suprimentos, que engloba as funções tradicionais do marketing, em coordenação com outras funções na empresa e na própria cadeia de suprimentos. Também abrange o planejamento da demanda, que é o fluxo coordenado da demanda derivada e dependente pelas empresas na cadeia de suprimentos. Por sua vez, o planejamento da demanda inclui a gestão de previsão de demanda que se preocupa com a demanda independente que ocorre em qualquer cadeia de suprimentos (MENTZER; MOON, 2005, apud MELO; ALCANTRA, 2011). Esta definição é mostrada na Figura 1.

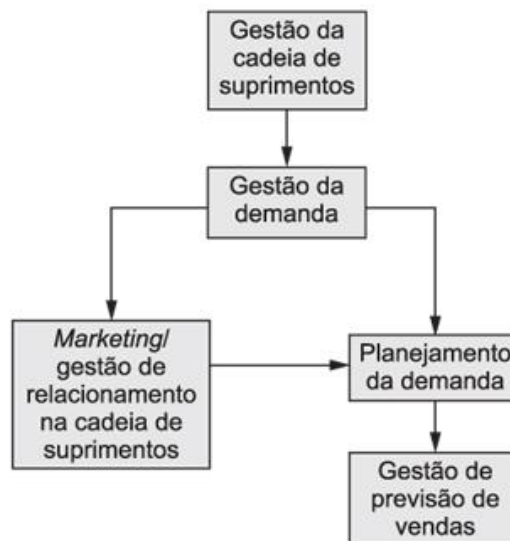


Figura 1: Gestão da demanda na cadeia de suprimentos

Fonte: Mentzer e Moon (2005,p. 8,apud MELO; ALCANTARA, 2011)

Para uma melhor previsão de demanda, podem ser utilizadas algumas ferramentas da qualidade, que permitem definir, mensurar, analisar e propor soluções aos problemas que interferem no desempenho e resultado das empresas. As ferramentas que foram selecionadas para uso são: PDCA e 5W1H.

Assim sendo, apresentado o que é previsão de demanda, os tipos de erros, o horizonte de tempo, as ferramentas para auxílio, modelos de previsão e tipos de planejamento, este presente trabalho visa a criação de uma metodologia para previsão de demanda, em empreendimentos comerciais de pequeno porte tais como um mercado de bairro, uma madeireira, uma vidraçaria, *pet shop*. Identificando, planejando e implementando uma boa previsão atendendo às necessidades dos consumidores destes tipos de estabelecimentos.

1.1 Problema

Escassez de material para pesquisa sobre previsão de demanda em empreendimentos comerciais de pequeno porte.

1.2 Justificativa

A demanda tem impacto direto nos planos de negócios ou planos anuais, orçamentos, financeiro (fluxo de caixa e requisitos de capital), RH (necessidades de contratações e treinamentos) e na operação (no mix de produtos, compras, materiais, serviços e matéria-prima, cronograma de produção, estoque, capacidade se longo prazo), portanto, é fundamental para a organização que a previsão de demanda tenha o maior grau de certeza possível. Vários fatores influenciam a demanda. Os erros associados à previsão de demanda podem ser sistemáticos ou aleatórios. Sendo então fundamental a utilização de alguma metodologia com fundamentação científica para melhorar o processo de previsão de demanda. Existe custo relativamente alto para realização desse processo, assim, justifica-se o desenvolvimento de uma metodologia que permita aos empreendimentos de pequeno porte acessar esse conhecimento a um baixo custo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Propor uma metodologia para identificar, planejar e implementar a previsão de demanda em empreendimentos comerciais de pequeno porte, tais como, supermercado, padaria, *pet shop*, lojas de roupas, madeireiras, entre outros.

1.3.2 Específicos

- a) Calcular as previsões utilizando o método quantitativo.
- b) Aplicar a metodologia PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir) para proposição e construção de um modelo para previsão de demanda.
- c) Propor um método inovador para a elaboração da previsão, buscando atender qualquer empreendimento comercial de pequeno porte.
- d) Mostrar que com uma boa previsão de demanda os objetivos da empresa podem ser alcançados.

1.4 Metodologia

Este trabalho objetiva a inovação tecnológica e a criação de novos métodos para atender o público de empreendimentos de pequeno porte, portanto considera-se uma pesquisa aplicada.

Priorizando os resultados numéricos para criar uma metodologia de previsão de demanda para empreendimentos de pequeno porte e mostrando-os em forma de tabelas, é caracterizado como pesquisa quantitativa.

Visto que este trabalho é orientado para demanda independente (depende do mercado), são identificados quais fatores alteram as variáveis, ou seja, a demanda, e também são levados em consideração os erros ocorridos nesta análise, caracterizando assim pesquisa exploratória.

Estudo de modo profundo que exige busca por esclarecimento detalhado com pesquisa baseada em livros sobre previsão de demanda, denominando assim como pesquisa bibliográfica.

Aplicar a metodologia PDCA para proposição e construção de um modelo de previsão de demanda, que incluiu desenvolvimento de uma planilha no Excel para realizar a previsão por diferentes métodos e combinação desses métodos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Métodos de Previsão de Demanda

2.1.1 Métodos Causais: Regressão Linear

Conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), os métodos causais são utilizados quando existem dados históricos disponíveis e quando há relação entre fatores a serem previstos e outros fatores que podem ser externos e/ou internos. Esses métodos são importantes, pois proporcionam ferramentas de previsões melhores e mais sofisticadas, preveem pontos de inflexão na demanda e prepara previsões de longo alcance.

Nos métodos causais de regressão linear, analisa-se uma variável dependente (variável Y), em função de variável independente (variável x). Caso a variável dependente mude, a variável independente também irá mudar (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

Segundo Moreira (2011) a regressão é chamada de linear, pois todas as variáveis independentes, possuem expoente igual a 1. Na regressão linear simples, a variável dependente é função de uma variável independente, por isso a relação é uma linha reta. Na figura 2 pode ser vista essa relação entre a variável dependente e variável independente. Para o cálculo utiliza-se a fórmula 1.

$$Y = a + bx(1)$$

Onde:

Y = variável dependente

a = interseção da linha no eixo Y

b = inclinação da linha

x= variável independente

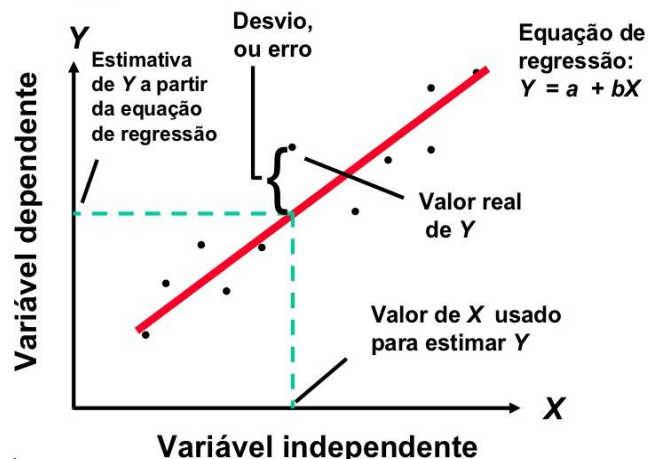


Figura 2: Regressão linear em relação aos dados reais.
 Fonte :pt.slideshare Acesso em 10/06/2018

Para entender o significado dos parâmetros da reta, ou seja, as quantidades a e b , sua representação gráfica é mostrada na figura 3.

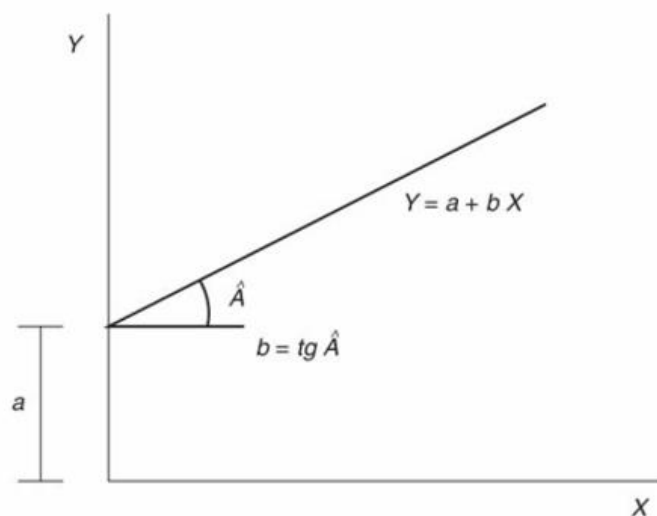


Figura 3: Significado dos parâmetros da reta.
 Fonte: Moreira (2011, p.298)

Moreira (2011), afirma que conforme evidenciado na figura 3 a é a coordenada que corresponde a $x=0$, podendo ser positiva ou negativa, pois depende da posição da reta. O parâmetro b é o coeficiente angular da reta, ele é a tangente do ângulo que é formado pelo eixo x e a reta, b também pode ser positivo ou negativo. “Dado um conjunto de valores correspondentes (x, Y) , efetuar a regressão linear de Y sobre x significa, no plano gráfico, traçar a reta que mais se aproxime dos pontos determinados no plano pelos valores de x e Y ”.

2.1.2 Métodos de Séries Temporais

Os modelos de séries temporais estudam e tentam prever o futuro baseados em dados passados, ou seja, dados históricos, observando o comportamento da demanda. Contudo na maioria dessas séries, podem ser observados cinco padrões, que são o horizontal, tendência, sazonal, cíclico e aleatório (esse último não ilustrado na figura abaixo). Veja na figura 4 cada um dos padrões e suas respectivas explicações. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

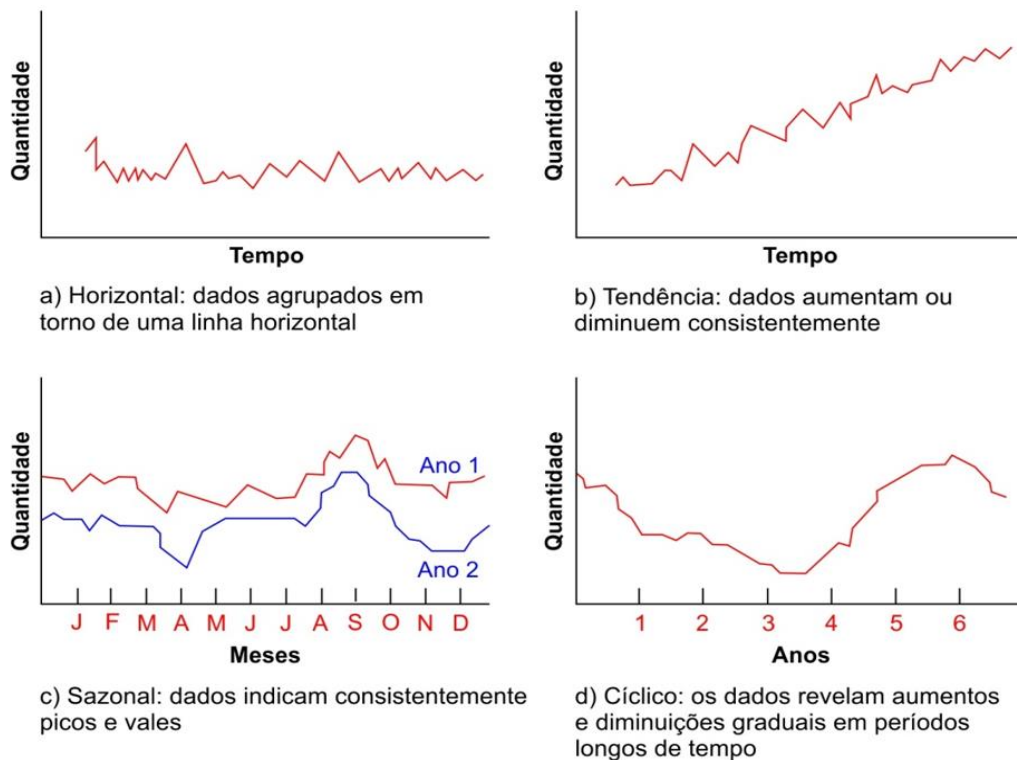


Figura 4: Métodos de Série Temporal
 Fonte: Krajewski, Ritzman e Malhorta (2008, p. 438)

O quadro 1 mostra algumas características dos modelos de serie temporais, que conforme os autores Jacobs e Chase (2009):

Curto, médio ou longo prazo são relativos ao contexto no qual são utilizados. No entanto, na previsão de negócios, curto prazo geralmente se refere a menos de três meses; médio prazo, de três meses a dois anos; e longo prazo, mais do que dois anos. No geral, os modelos de curto prazo compensam a variação aleatória e se ajustam às mudanças de curto prazo.

As previsões de médio prazo são úteis para os efeitos sazonais, e os modelos de longo prazo detectam as tendências gerais e contribuem para a identificação dos principais pontos de mudança.

Quadro 1: Guia para selecionar um método de previsão adequado

Metodo de Previsão	Quantidade de dados históricos	Padrão de dados	Horizonte de Previsão
Média Móvel Simples	6 a 12 meses, dados semanais são usados com frequência	Os dados devem ser estacionários (isto é, sem tendência ou sazonalidade)	Curto
Média Móvel Ponderada e suavização Simples	5 a 10 observações necessárias para iniciar	Os dados devem ser estacionários	Curto
Suavização com Tendência	5 a 10 observações necessárias para iniciar	Estacionários e tendência	Curto
Regressão Linear	10 a 20 observações; para a sazonalidade, pelo menos 5 observações por temporada	Estacionários, tendência e sazonalidade	Curto a média

Fonte: Adaptado Jacobs e Chase (2009, p.267)

2.1.2.1 Média móvel simples

No método de média móvel (ou, como também é conhecido, média móvel simples), a projeção no período futuro t é calculada como sendo a média de n períodos anteriores. Deve-se escolher sobre quantos períodos a média será calculada. Para cálculo utiliza-se a fórmula 2. (MARTINS; LAUGENI, 2015).

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-n+1}}{n} \quad (2)$$

Onde:

D_t = demanda real no período t

n = número total de períodos da média

F_{t+1} = previsão para o período t+1

É chamada de média móvel simples, pois quando se coloca um novo valor ao cálculo, o primeiro da série anterior sai da soma. Segundo Ballou (2006), se a demanda não apresenta tendência ou sazonalidade, deve-se empregar a média móvel simples.

Conforme Moreira (2013), a regra fundamental desse modelo é a seguinte: “A previsão para o período t, imediatamente futuro, é obtida tomando-se a média aritmética dos valores da demanda imediatamente passados.”

2.1.2.2 Média móvel ponderada

Conforme a média móvel simples, a média móvel ponderada também utiliza n valores reais anteriores da demanda para a formação da média. A MMP se difere da MMS, pois os valores recebem pesos diferentes, onde a soma desses pesos de ponderação precisa ser igual a 1. A escolha dos pesos e do n é arbitrária. (MOREIRA, 2013).

A média móvel ponderada possui vantagem e desvantagem, segundo os autores “A vantagem é que ela permite enfatizar a demanda recente em relação à anterior. A desvantagem é o atraso em relação à demanda, porque calcula somente a média de demandas passadas.” (KRAJEWSK; RITZMAM; MALHOTRA, 2009). A média móvel ponderada é calculada utilizando a fórmula 3.

$$F_{t+1} = p_t D_t + p_{t-1} D_{t-1} + \dots + p_{t-n+1} D_{t-n+1} \quad (3)$$

Onde:

D_t = demanda real no período t

F_{t+1} = previsão para o período t+1

p_t = valor de ponderação.

2.1.2.3 Suavização exponencial

Esse método pode ser visto como uma média ponderada de dados históricos, ou seja, dados passados, onde o peso de ponderação diminui exponencialmente à medida que se distanciam da data atual. (CORREA; CORREA, 2006).

Segundo os autores Jacobs e Chase (2009), recebeu o nome de suavização exponencial, pois a cada aumento no passado é diminuído por $(1-\alpha)$. Nesse método são necessárias três partes para prever a demanda: a demanda mais próxima, demanda real e uma constante de suavização (α). A constante de suavização que estabelece o nível de suavização e velocidade da reação para as diferenças entre as ocorrências previstas e as ocorrências atuais.

É o método mais utilizado, pois é um método simples e que necessita de poucos dados para sustentá-lo. Para que a suavização exponencial seja iniciada ela requer uma previsão inicial. “Há dois modos de se obter essa previsão: usar a demanda do último período ou, se há alguns dados históricos disponíveis, calcular a média de vários períodos de demanda recente.” (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009). A equação pode ser definida conforme equação 4.

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t \quad (4)$$

Onde:

F_{t+1} = previsão para o tempo seguinte

D_t = demanda no instante t

F_t = previsão para o instante t

α = constante de ponderação, variando entre 0 e 1.

Segundo Jacobs e Chase (2009) uma desvantagem da suavização exponencial simples é que ela pode retardar as mudanças que ocorrem na demanda. Observe na figura 6 que quanto maior for o valor de α , a previsão seguirá o mais próximo da previsão real.

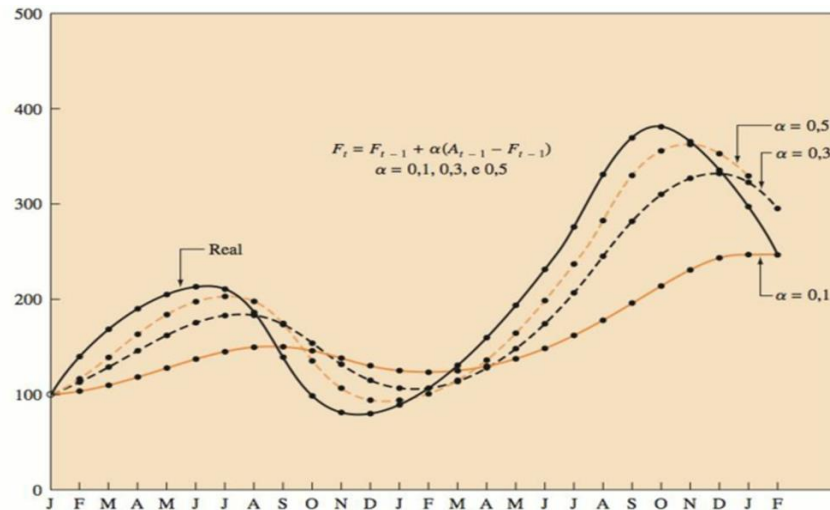


Figura 5: Previsões exponenciais versus demanda real para unidades de um produto no decorrer do tempo, mostrando o retardamento da previsão.

Fonte: Jacobs e Chase (2009, p.273)

2.1.2.4 Suavização exponencial com tendência

Em uma série temporal uma tendência é um acréscimo ou decréscimo sistemático na média ao longo do tempo.

O método para medir uma tendência é parecido ao método utilizado para medir a média da demanda com a suavização exponencial. É apropriado quando existe tendência, no entanto ausência de sazonalidade. (KRAJEWSKI; RITMAN; MALHOTRA, 2009). A equação que representa o método é dada pela fórmula 5.

$$F_{t+1} = A_t + T_t \quad (5)$$

Para cada período, calcula-se a média e a tendência, conforme fórmula 6 e 7.

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (6)$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (7)$$

Onde:

A_t = média suavizada exponencialmente da série no período t

T_t = média suavizada exponencialmente da tendência no período t

α = parâmetro de suavização para a média, com um valor entre 0 e 1

β = parâmetro de suavização para a tendência, com um valor entre 0 e 1

F_{t+1} = previsão para o período t+1

2.1.2.5 Padrões sazonais

Segundo Sebrae (2017), sazonalidade é qualquer produto ou serviço sujeito às flutuações de demanda, ao longo de um ano. Então, sazonalidade se refere à qualidade de tudo que é sazonal.

A sazonalidade pode ser aditiva ou multiplicativa. Na sazonalidade aditiva, a série mostra um movimento sazonal estável, não leva em consideração o nível médio da série, já na sazonalidade multiplicativa, a movimentação sazonal varia dependendo do nível médio da série. (QUEIROZ; CAVALHEIRO, 2003).

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), para se calcular utilizando o método sazonal multiplicativo é preciso seguir 4 passos:

1º passo: para cada um dos anos (cada padrão sazonal), é calculada a demanda média por período sazonal sendo dividida a demanda anual pelo número de períodos sazonais por ano.

2º passo: para cada um dos anos (padrão sazonal), é dividida a demanda real para cada um dos períodos sazonais pela demanda média (calculado no 1º passo), obtendo um índice sazonal para cada estação do ano.

3º passo: calcula-se o índice sazonal médio para cada um dos períodos sazonais, usam-se os resultados do 2º passo. Some os índices para cada uma das estações e divida pelo número de anos.

4º passo: calcula-se a previsão de cada uma das estações para o próximo ano. Divide a demanda anual pelo número de período sazonal por ano.

Ainda segundo o autor:

O método sazonal aditivo é calculado por previsões sazonais que são geradas somando-se uma constante à estimativa de demanda média por estação. Essa abordagem é baseada na suposição de que o padrão sazonal é constante, independentemente da demanda média. (Krajewski; Ritzman; Malhotra, 2009).

2.1.3 Medida de Erros nas Previsões

Medida de Erros nas previsões é uma diferença encontrada quando se subtrai a previsão de demanda da demanda real para certo período. (KRAJEWSKI; RITZMON; MALHOTRA, 2009). Para esse cálculo utiliza-se a fórmula 8.

$$E_t = D_t - F_t \quad (8)$$

Onde:

E_t = erro de previsão para período t

D_t = demanda real para período t

F_t = previsão para período t

2.1.4 Controle do Erro nas Previsões

De acordo com o uso que tenham prática Moreira (2011), diz que pode-se especificar duas classes de indicadores de previsão que são os indicadores usados para analisar a adequação de um modelo de previsão e os indicadores usados para observar o desempenho de um modelo que já foi escolhido.

2.1.4.1 Indicadores de adequação

a) Erro Padrão da Estimativa (s_y).

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{n - 2}} \quad (9)$$

Moreira (2011), afirma que o erro padrão pode ser usado de forma a se determinar um intervalo de confiança para a previsão. O erro padrão da estimativa é utilizado para analisarmos se a demanda real cai dentro do intervalo de confiança para a demanda prevista, ele controla o desempenho da linha reta como preditor.

b) Desvio Absoluto Médio (MAD)

$$MAD = \frac{\sum |Y - D|}{n} \quad (10)$$

O MAD é calculado pelas diferenças entre demanda real e a demanda prevista. O MAD é a média de erro nas previsões e utiliza valores absolutos. (JACOBS; CHASE, 2009).

Conforme Moreira (2011), na fórmula do MAD deve ser ignorado o sinal de menos, utilizando-se apenas valores positivos, sendo indicado na fórmula por duas barras verticais.

O MAD foi utilizado para analisar qual o melhor modelo para previsão de demanda, devido à sua simplicidade e fácil entendimento, por isso o torna mais aplicado na área de conhecimentos de previsão.

c) Erro Médio Quadrático

$$MSE = \frac{\sum (Y - D)^2}{n - 1} \quad (11)$$

Sendo:

Y = Valor real da demanda

D= previsão

n= número de pares (Y,D)

2.1.4.2 Indicadores de desempenho

a) Medida de Viés da Previsão (MVP)

Para Moreira (2011), há um erro de viés na previsão no momento em que esse erro se mantém abaixo ou acima do valor real da demanda. A fórmula é definida pela equação 12.

$$MVP = \frac{\sum (Y - D)}{n} \quad (12)$$

Onde Y representa as demandas reais e D representa as demandas previstas.

b) Sinal de percurso (SP)

Segundo Moreira (2011), para calcular o sinal de percurso (SP) utiliza-se a fórmula 13.

$$SP = \frac{MVP}{MAD} \quad (13)$$

Ainda conforme o autor o MAD é sempre positivo, e o sinal de percurso terá o mesmo sinal a MVP, para monitorar quaisquer vieses existentes na previsão. Se não houver vieses, SP deve ser próximo de 0. Se a previsão ficar acima da demanda real, SP ficará próximo de -1, se persistir abaixo da demanda real, SP ficará próximo a +1. O quão longe SP ficar de zero, mais enviesada será a demanda.

2.2 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA foi desenvolvido por Walter A. Shewhart na década de 1920 e foi aplicado por W. E. Deming durante a Segunda Guerra Mundial. Por isso, o Ciclo PDCA também é conhecido como Ciclo de Shewhart ou, mais comumente, Ciclo de Deming. (SOLER ET AL., 2013)

O ciclo PDCA foi testado com êxito pela indústria japonesa no pós-guerra, tendo por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão. (SOLER ET AL., 2013).

O PDCA é um dos métodos mais conhecidos para a implantação de um sistema de gerenciamento para melhorias. Ele é um método de melhoria contínua para tomada de decisão, sendo um dos principais objetivos garantir o alcance das metas para a sobrevivência e crescimento das organizações. O ciclo PDCA, também é conhecido como ciclo de Shewart, ciclo da qualidade ou ciclo de Deming (QUINQUIOLO, 2002).

Segundo Slack, Jones e Johnston (2015) o ciclo PDCA são siglas em inglês: *Plan*(P), *Do* (D), *Check*(C) e *Action* (A). Planejar, executar ou fazer, checar ou verificar e agir respectivamente. É um dos modelos de melhoramento mais conhecidos.

Essas etapas contidas em um círculo se inicia após a verificação de um resultado não desejado, ou seja, uma não conformidade. “Esta não conformidade pode tratar uma ação preventiva, corretiva ou processo de melhoria.” (RECURSO ELETRÔNICO, 2016).

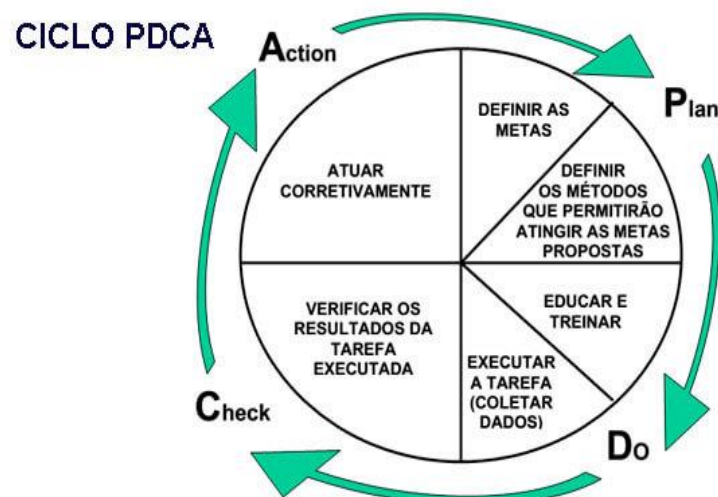


Figura 6: Ciclo PDCA
Fonte: Marcondes (2016).

P (*Plan*) Planejamento: nessa fase deve-se definir quais são as metas que devem ser alcançadas, como também definir o método necessário para que sejam alcançadas as metas propostas. Busca-se a identificação sobre os insumos que serão utilizados (de onde vêm, saídas do processo e seus usuários), medir quais são as características principais do processo, apresentar quais são as oportunidades de melhoria e as causas raízes do problema. (BURMESTER, 2013). Na fase do planejamento deve-se seguir algumas etapas que são:

- observação – analisar o processo (levantar dados), fazer o fluxo desse processo, identificar itens a serem controlados;
- análise - analisar a causa e efeito, analisar os dados;
- plano de ação – estabelecer os objetivos a serem alcançados.

É fundamental definir as metas de forma específica, mensurável, atingível, realista e temporal conforme a estratégia SMART.

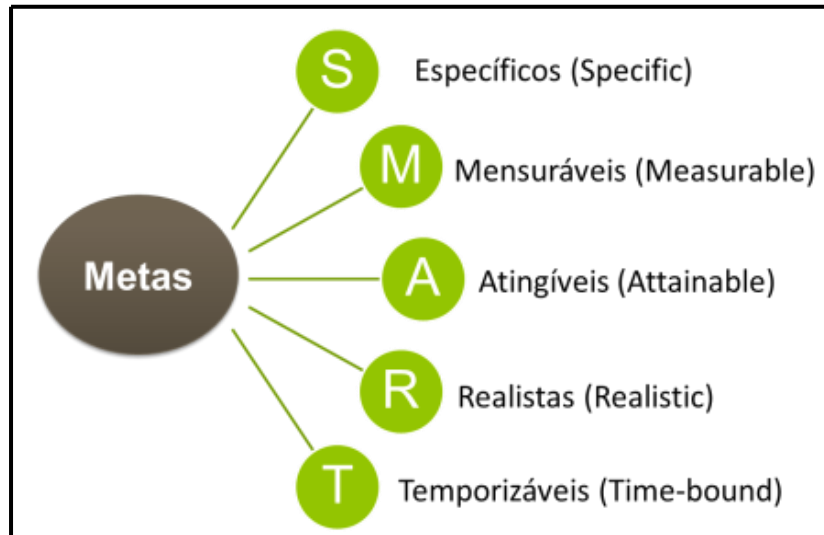


Figura 7: Estratégia SMART
 Fonte:treasy. Acesso em 13/08/2018

D (*Do*) Execução: segundo Neves (2007) nessa fase se executa o plano definido na fase anterior (planejar), de acordo com o procedimento padrão. Todos os envolvidos no processo devem ser educados e treinados antes do início da execução, para que saia conforme o planejado. Nessa fase também ocorre à coleta de dados, para ser verificado na próxima fase do ciclo.

C (*check*) verificação: nessa fase verifica-se os resultados da etapa de execução comparando com a meta traçada, a partir dos dados da fase anterior. Fazendo a análise de dados dessa fase, será possível verificar se o processo está de acordo com o planejado (NEVES,2007). Segundo Alencar (2008) se tanto o planejamento como a execução forem bem-feitos as ações do plano de ação serão suficientes para atingir o objetivo. De acordo com Falconi (1996, apud ALENCAR, 2008), “deve-se realizar a verificação (C) para certificar se a meta está sendo atingida.”

Podem ser usadas algumas ferramentas da qualidade para fazer essa verificação, como histograma, cartas de controle, entre outras. (MARSHALL JUNIOR ET AL, 2010).

A (*Act*) Agir: tendo as análises realizadas na fase de verificação, caso as metas tenham sido alcançadas adota-se como padrão o plano proposto ou se as

metas não foram atingidas atuar corretivamente sobre as causas que não permitiram que fossem atingidas. No final dessa etapa gira-se o ciclo, voltando ao planejamento, para que possa ser feito o processo de melhoria contínua (NEVES, 2007).

Essa última etapa proporciona duas opções, a primeira seria diagnosticar a causa raiz do problema prevendo à reprodução dos resultados não esperados, caso as metas não forem alcançadas. A segunda segue o mesmo modelo da primeira, mas com a diferença se as metas planejadas anteriormente foram atingidas. (MARSHALL JUNIOR ET AL, 2010).



Figura 8:O ciclo PDCA é um trabalho de todos
Fonte:treasy

O ciclo PDCA também pode ser utilizado para melhorar as diretrizes de controle. Sendo assim, na primeira etapa do ciclo deve ser planejada uma meta a ser alcançada e para ser atingida essa meta é preciso elaborar um plano de ação. Nesse caso, executa-se a ação conforme a diretriz e verifica-se foi satisfatória no atendimento da meta. Em caso de atendimento a meta, padroniza-se a nova sistemática de ação, em caso de não atendimento, é preciso voltar à etapa inicial e planejar um novo método. Esse ciclo PDCA é chamado de método de solução de problemas ou QC Story (TUBINO, 2007).

Então girar o ciclo PDCA significa obter previsibilidade nos processos e aumento da competitividade organizacional. A previsibilidade acontece pela

obediência aos padrões, pois, quando a melhoria é bem-sucedida, adota-se o método planejado, padronizando-o; caso contrário, volta-se ao padrão anterior e recomeça-se a girar o PDCA. (MARSHALL JUNIOR ET AL, 2010)

O Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) é utilizado pelas empresas, pois garante uma abordagem lógica e estruturada na solução de problemas e melhora o desempenho de uma maneira completamente estruturada, sucinta e eficiente. E como isso ocorre? O Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) adota a metodologia baseada no PDCA e obedece exatamente aos quatro passos deste ciclo: planejar, desenvolver, controlar e agir. Os passos do desdobramento do ciclo PDCA pode ser visto na Figura 9.

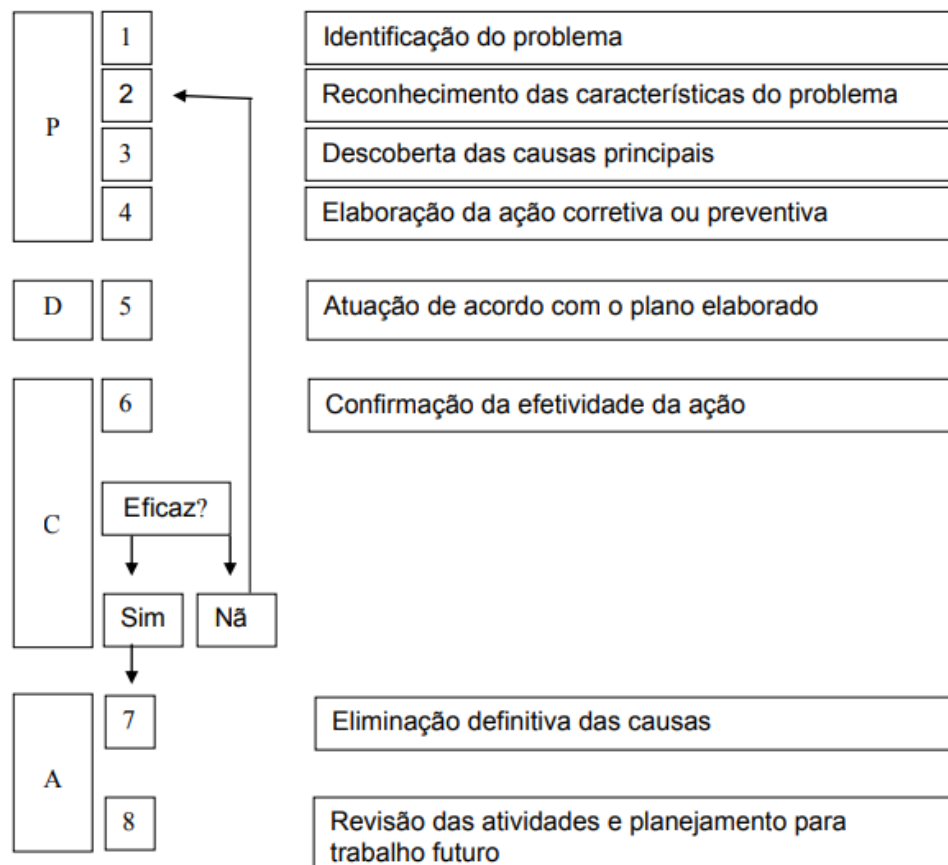


Figura 9: Os passos do desdobramento do ciclo PDCA
Fonte: Adaptado do Werkema, 1995

2.3 5W2H

Segundo o Nakagawa (2017), essa ferramenta também é chamada de plano de ação. “Ela serve para a tomada de decisão sobre os principais elementos que orientarão a implementação do plano de ação. Ficou mais conhecida com propagação de técnicas de gestão da qualidade e posteriormente com a gestão de projeto.”

O plano de ação proposto por essa ferramenta consiste em um formulário que possibilita o controle e a execução das tarefas, indicando o responsável, o motivo como o trabalho deve ser realizado, e o prazo para sua conclusão, bem como a apresentação dos custos envolvidos. (LOBO, 2010)

Ainda conforme o autor, há uma variação do plano de ação 5W2H, que reduz-se a 5W1H, o *How much* não é utilizado.

Segundo Seleme e Stadler (2010), originalmente, havia somente o 5W e 1H. Um último H para representar *how much* foi acrescentado posteriormente ao método a fim de fundamentar financeiramente a decisão tomada com base no critério dessa ferramenta, a qual se transformou, então, em 5W e 2H.

Segundo o Nakagawa (2017), o método segue 7 perguntas:

- O quê? (*What*) . O que deve ser feito?
- Quem? (*Who*). Quem será o responsável pela ação?
- Onde? (*Where*). Onde será executado ou implementado?
- Quando? (*When*). Quando será implementado?
- Por quê? (*Why*). Por que deve ser implementado?
- Como? (*How*). Como será conduzido a ação?
- Quanto? (*How Much*). Quanto irá custar a implementação?

3 DESENVOLVIMENTO

A seguir, será retratado o ciclo PDCA para o desenvolvimento do processo de implementação da metodologia proposta pela pesquisa, apresentando cada uma as planilhas elaboradas, as análises dos resultados e descrevendo todas as atividades realizadas no decorrer de cada etapa do ciclo.

3.1 Plan

Na etapa de planejamento, foi definido o objetivo para o desenvolvimento do trabalho.

O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia para identificar, planejar e implementar a previsão de demanda em empresas de pequeno porte, a fim de criar um método para que os pequenos negócios possam ter acesso a esse material a um custo acessível.

3.1.1 Observação

Foram realizadas pesquisas no site Google Acadêmico onde foram encontrados onze artigos que abordam o assunto de previsão de demanda. Nove deles não específicos à pequenos negócios e dois que tratam sobre o assunto, porém para um empreendimento específico e não aplicável a todos os empreendimentos comerciais de pequeno porte. Pesquisou-se também livros dos acervos da biblioteca e biblioteca *online* totalizando sete que tratam do tema, mas não específico para pequenos empreendimentos. Evidencia-se, portanto, a escassez de material para pesquisa sobre previsão de demanda para empreendimentos de pequeno porte. Embora tenha-se encontrado modelos matemáticos voltados para previsão de demanda, não foram encontradas ferramentas adequadas para o foco do trabalho.

3.1.2 Análise

As pequenas empresas enfrentam muitas dificuldades por não realizarem estudos de previsão de demanda por falta de recursos. Entretanto, elas devem

perceber que a previsão de demanda é um diferencial para torná-las mais competitivas no mercado, por meio de melhor controle de seu estoque.

Verifica-se, de um modo geral, que não há uma metodologia para previsão de demanda acessível para esse grupo e, portanto, é importante que as instituições de ensino promovam o preenchimento dessa lacuna para a sobrevivência dos pequenos negócios.

Este trabalho reflete a responsabilidade social da instituição e dos alunos desse grupo de TCC com essa camada da sociedade.

3.1.3 Plano de ação

Como plano de ação, sugere-se a elaboração de uma planilha no Excel que inclua os modelos matemáticos encontrados nas pesquisas realizadas como: Regressão Linear, Média Móvel Simples, Média Móvel Ponderada, Suavização Exponencial Simples, Suavização Exponencial com Tendência e Padrões Sazonais, conforme Quadro 2.

Quadro 2: Plano de Ação 5W1H

5 W1 H		Plano de Ação
Inglês	Português	
<i>What</i>	O que	Elaborar uma planilha no Excel para previsão de demanda.
<i>Who</i>	Quem	Amanda de Souza Ferreira.
<i>Where</i>	Onde	Na instituição UniFOA.
<i>When</i>	Quando	Até julho/2018.
<i>Why</i>	Por que	Porquẽ não existe bibliografia e metodologia de baixo custo sobre previsão de demanda para os pequenos empreendimentos.
<i>How</i>	Como	<ul style="list-style-type: none"> -Usar seis modelos matemáticos como: regressão Linear, MMS, MMP, suavização exponencial simples e com tendência e padrões sazonais; -Um modelo matemático em cada planilha relacionadas entre si; -Todas as planilhas contendo fórmulas para cálculo, conforme citadas na revisão bibliográfica; -Os dados inseridos na planilha de dados históricos, serão encaminhados para as demais, fazendo assim, os cálculos de demanda, erro simples e absoluto, erro acumulado e o MAD; -A última planilha contendo um comparativo de todos os modelos matemáticos, onde através de cálculos irá selecionar o melhor modelo para a previsão de demanda.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O modelo de regressão linear é aplicável para previsão de demanda de médio e longo prazo, enquanto os demais modelos de séries temporais são aplicáveis para previsão de curto prazo. Portanto, os modelos de séries temporais serão mais úteis ao segmento escopo deste TCC.

Esse plano de ação resultou na elaboração das planilhas apresentadas nos Quadros 3 a 7.

Quadro 3: Modelo de planilha para serem inseridos os dados históricos do empreendimento

Ano	Período	Vendas
1	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
2	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
3	13	
	14	
	15	
	16	
	17	
	18	
4	19	
	20	
	21	
	22	
	23	
	24	
5	25	
	26	
	27	
	28	
	29	
	30	
6	31	
	32	
	33	
	34	
	35	
	36	

Fonte: elaborado pelos autores

Em seguida, desenvolveu-se planilhas de simulação para previsão de demanda para cada modelo matemático: regressão linear, média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial simples, suavização exponencial com tendência e padrões sazonais. Essas planilhas incluem os anos, bimestres, vendas, previsões, erro simples, erro absoluto, erro acumulado e o MAD. Nos Quadros de 4 a 7 são apresentadas as planilhas específicas a cada um dos modelos matemáticos.

Quadro 4: Modelo de planilha usada para cálculo do modelo matemático de regressão linear, média móvel simples e média móvel ponderada. Serão usadas planilhas iguais com os mesmos dados para os três modelos.

Regressão Linear/ MMS/ MMP					
Ano	Período	Vendas	Previsão	Erros	Erro A
1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
2	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
3	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
4	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
5	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
6	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
Erro Acumulado					
MAD					

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 5: Modelo de planilha usada para cálculo de Suavização exponencial simples

Suavização Exponencial Simples											
Ano	Período	Demanda	$\alpha=0,3$			$\alpha=0,5$			$\alpha=0,8$		
			Ft	Et	Erro A	Ft	Et	Erro A	Ft	Et	Erro A
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
	11										
	12										
	13										
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										
	21										
	22										
	23										
	24										
	25										
	26										
	27										
	28										
	29										
	30										
	31										
	32										
	33										
	34										
	35										
	36										
	Previsão Mês 37										
	Erro médio (3 a 36)										
	Des. Pad. Do erro (3 a 36)										
	Erro acumulado										
	MAD										

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 6: Modelo de planilha usada para cálculo de Suavização com tendência

Suavização Exponencial com tendência							
Ano	Período	Demanda	0,7	0,3	F t+1	Erro	Erro Abs
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
	16						
	17						
	18						
	19						
	20						
	21						
	22						
	23						
	24						
	25						
	26						
	27						
	28						
	29						
	30						
	31						
	32						
	33						
	34						
	35						
	36						
Erro acumulado							
MAD							

Fonte: elaborado pelos autores

também não foram encontrados trabalhos com dados adequados para a validação das planilhas. Como o sucesso com essas três opções não foi alcançado, optou-se por utilizar dados de um exemplo acadêmico do livro Moreira (2010) com algumas adaptações para fazer o processo de validação das planilhas. Os dados obtidos são apresentados no quadro 9.

Quadro 9: Total vendido de sacos de cimento, para seis anos consecutivos, bimestre a bimestre no depósito Casa Firme

Ano	1º bim.	2º bim.	3º bim.	4º bim.	5º bim.	6º bim.	Total
1982	432	480	390	720	240	333	2.595
1983	470	528	430	792	266	366	2.852
1984	570	572	514	872	318	402	3.248
1985	620	635	540	952	316	436	3.499
1986	658	671	572	998	362	466	3.727
1987	712	718	618	1.092	398	507	4.045

Fonte: adaptado Moreira (2010)

Foram plotados os dados do exercício acadêmico, conforme Quadro 3 para resolvê-lo e chegar à solução ideal do problema. As planilhas possuem uma boa relação, todos os dados inseridos na planilha de dados históricos são encaminhado para as demais, sendo eficiente, pois os funcionários das empresas responsáveis em calcular essa previsão de demanda não terão retrabalho em relação a inclusão dos dados . É uma planilha de fácil entendimento.

Na primeira planilha foram inseridos os seis anos (1982, 1983, 1984, 1985, 1986), os bimetres (os seis bimestres para cada um dos anos), os períodos sendo de 1 à 36 (períodos referentes aos seis anos consecutivos) e o total de vendas desses 36 períodos, conforme Quadro 10.

Quadro 10: Dados históricos para o empreendimento

Ano	Bimestre	Período	Vendas
1982	1º Bimestre	1	432
	2º Bimestre	2	480
	3º Bimestre	3	390
	4º Bimestre	4	720
	5º Bimestre	5	240
	6º Bimestre	6	333
1983	1º Bimestre	7	470
	2º Bimestre	8	528
	3º Bimestre	9	430
	4º Bimestre	10	792
	5º Bimestre	11	266
	6º Bimestre	12	366
1984	1º Bimestre	13	570
	2º Bimestre	14	572
	3º Bimestre	15	514
	4º Bimestre	16	872
	5º Bimestre	17	318
	6º Bimestre	18	402
1985	1º Bimestre	19	620
	2º Bimestre	20	635
	3º Bimestre	21	540
	4º Bimestre	22	952
	5º Bimestre	23	316
	6º Bimestre	24	436
1986	1º Bimestre	25	658
	2º Bimestre	26	671
	3º Bimestre	27	572
	4º Bimestre	28	998
	5º Bimestre	29	362
	6º Bimestre	30	466
1987	1º Bimestre	31	712
	2º Bimestre	32	718
	3º Bimestre	33	618
	4º Bimestre	34	1092
	5º Bimestre	35	398
	6º Bimestre	36	507

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 1: Relatório de análise da regressão linear gerado pelo Excel

RESUMO DOS RESULTADOS

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	427,8349206	66,52418868	6,431268522	2,38495E-07	292,6415042	563,0283371	292,6415042	563,0283371
Variável X 1	6,852767053	3,135399753	2,185611913	0,035828271	0,480868157	13,22466595	0,480868157	13,22466595

Com a planilha do modelo matemático de regressão linear, obteve-se uma reta com valor de $a = 427,83$ e $b = 6,85$. Esse valor de a e b é gerado através de uma análise pelo Excel, como mostra a tabela 1, onde a e b são os coeficientes. O valor de a é a interseção e o valor de b é a variável x . Os demais dados da tabela não foram utilizados para a concepção da planilha.

Utilizou-se a fórmula 1 para o cálculo da previsão de demanda, analisou-se a variável dependente Y em função da variável independente x . Em seguida calculou-se o erro simples, o erro absoluto e o erro acumulado, conforme Quadro 11.

Quadro 11: Planilha de Regressão Linear com os cálculos das previsões, erro simples, absoluto e acumulado, e cálculo do MAD

Regressão Linear						
Ano	Bimestre	Período	Vendas	Previsão	Erros	Erro A
1982	1º Bimestre	1	432	434,6877	-2,68769	2,687688
	2º Bimestre	2	480	441,5405	-38,4595	38,45955
	3º Bimestre	3	390	448,3932	58,39322	58,39322
	4º Bimestre	4	720	455,246	-264,754	264,754
	5º Bimestre	5	240	462,0988	222,0988	222,0988
	6º Bimestre	6	333	468,9515	135,9515	135,9515
1983	1º Bimestre	7	470	475,8043	5,80429	5,80429
	2º Bimestre	8	528	482,6571	-45,3429	45,34294
	3º Bimestre	9	430	489,5098	59,50982	59,50982
	4º Bimestre	10	792	496,3626	-295,637	295,6374
	5º Bimestre	11	266	503,2154	237,2154	237,2154
	6º Bimestre	12	366	510,0681	144,0681	144,0681
1984	1º Bimestre	13	570	516,9209	-53,0791	53,07911
	2º Bimestre	14	572	523,7737	-48,2263	48,22634
	3º Bimestre	15	514	530,6264	16,62643	16,62643
	4º Bimestre	16	872	537,4792	-334,521	334,5208
	5º Bimestre	17	318	544,332	226,332	226,332
	6º Bimestre	18	402	551,1847	149,1847	149,1847
1985	1º Bimestre	19	620	558,0375	-61,9625	61,96251
	2º Bimestre	20	635	564,8903	-70,1097	70,10974
	3º Bimestre	21	540	571,743	31,74303	31,74303
	4º Bimestre	22	952	578,5958	-373,404	373,4042
	5º Bimestre	23	316	585,4486	269,4486	269,4486
	6º Bimestre	24	436	592,3013	156,3013	156,3013
1986	1º Bimestre	25	658	599,1541	-58,8459	58,8459
	2º Bimestre	26	671	606,0069	-64,9931	64,99314
	3º Bimestre	27	572	612,8596	40,85963	40,85963
	4º Bimestre	28	998	619,7124	-378,288	378,2876
	5º Bimestre	29	362	626,5652	264,5652	264,5652
	6º Bimestre	30	466	633,4179	167,4179	167,4179
1987	1º Bimestre	31	712	640,2707	-71,7293	71,7293
	2º Bimestre	32	718	647,1235	-70,8765	70,87653
	3º Bimestre	33	618	653,9762	35,97623	35,97623
	4º Bimestre	34	1092	660,829	-431,171	431,171
	5º Bimestre	35	398	667,6818	269,6818	269,6818
	6º Bimestre	36	507	674,5345	167,5345	167,5345
Erro acumulado						5322,8
MAD						147,8556

Fonte: elaborado pelos autores

Na planilha do modelo matemático de média móvel simples, calculou-se a previsão de demanda utilizando a fórmula 2, com os cálculos iniciando a partir do período 4 devido a necessidade de valores anteriores. Calculou-se o erro simples, o erro absoluto e o erro acumulado, conforme Quadro 12.

Quadro 12: Planilha de média móvel simples com os cálculos das previsões, erro simples, absoluto e acumulado, e cálculo do MAD

Média Móvel Simples						
Ano	Bimestre	Período	Vendas	Previsão	Erros	Erro A
1982	1º Bimestre	1	432			
	2º Bimestre	2	480			
	3º Bimestre	3	390			
	4º Bimestre	4	720	434	286	286
	5º Bimestre	5	240	530	-290	290
	6º Bimestre	6	333	450	-117	117
1983	1º Bimestre	7	470	431	39	39
	2º Bimestre	8	528	347,6667	180,3333	180,3333
	3º Bimestre	9	430	443,6667	-13,6667	13,66667
	4º Bimestre	10	792	476	316	316
	5º Bimestre	11	266	583,3333	-317,333	317,3333
	6º Bimestre	12	366	496	-130	130
1984	1º Bimestre	13	570	474,6667	95,33333	95,33333
	2º Bimestre	14	572	400,6667	171,3333	171,3333
	3º Bimestre	15	514	502,6667	11,33333	11,33333
	4º Bimestre	16	872	552	320	320
	5º Bimestre	17	318	652,6667	-334,667	334,6667
	6º Bimestre	18	402	568	-166	166
1985	1º Bimestre	19	620	530,6667	89,33333	89,33333
	2º Bimestre	20	635	446,6667	188,3333	188,3333
	3º Bimestre	21	540	552,3333	-12,3333	12,33333
	4º Bimestre	22	952	598,3333	353,6667	353,6667
	5º Bimestre	23	316	709	-393	393
	6º Bimestre	24	436	602,6667	-166,667	166,6667
1986	1º Bimestre	25	658	568	90	90
	2º Bimestre	26	671	470	201	201
	3º Bimestre	27	572	588,3333	-16,3333	16,33333
	4º Bimestre	28	998	633,6667	364,3333	364,3333
	5º Bimestre	29	362	747	-385	385
	6º Bimestre	30	466	644	-178	178
1987	1º Bimestre	31	712	608,6667	103,3333	103,3333
	2º Bimestre	32	718	513,3333	204,6667	204,6667
	3º Bimestre	33	618	632	-14	14
	4º Bimestre	34	1092	682,6667	409,3333	409,3333
	5º Bimestre	35	398	809,3333	-411,333	411,3333
	6º Bimestre	36	507	702,6667	-195,667	195,6667
	Erro acumulado					6564,333
	MAD					198,9192

Fonte: elaborado pelos autores

Na planilha a seguir do modelo de média móvel ponderada, calculou-se, primeiramente, os fatores de ponderação que são o antepenúltimo período, o penúltimo período e o último período, sendo as somas dos três igual a 1, conforme Quadro 13.

Quadro 13: Fatores de ponderação média móvel ponderada

Fatores de ponderação	
Antepenúltimo período	0,55
Penúltimo período	0,30
Último Período	0,15
	soma= 1

Fonte :elaborado pelo autores

Utilizou-se a fórmula 3 para o cálculo da previsão de demanda, nesse caso, os cálculos começaram a partir do quarto período, pois há a necessidade dos dados das vendas anteriores da mesma forma que a média móvel simples. Calculou-se o erro simples, o erro absoluto e o erro acumulado, conforme Quadro 14.

Quadro 14: Planilha de média móvel ponderada com os cálculo das previsões, erro simples, absoluto e acumulado e cálculo do MAD

Média Móvel Ponderada						
Ano	Bimestre	Período	Vendas	Previsão	Erros	Erro A
1982	1º Bimestre	1	432			
	2º Bimestre	2	480			
	3º Bimestre	3	390			
	4º Bimestre	4	720	440,1217	279,8783	279,8783
	5º Bimestre	5	240	488,3701	-248,37	248,3701
	6º Bimestre	6	333	466,1425	-133,143	133,1425
1983	1º Bimestre	7	470	520,6811	-50,6811	50,68112
	2º Bimestre	8	528	301,3045	226,6955	226,6955
	3º Bimestre	9	430	402,2616	27,7384	27,7384
	4º Bimestre	10	792	481,387	310,613	310,613
	5º Bimestre	11	266	537,5044	-271,504	271,5044
	6º Bimestre	12	366	513,6058	-147,606	147,6058
1984	1º Bimestre	13	570	573,2998	-3,29984	3,299845
	2º Bimestre	14	572	340,2149	231,7851	231,7851
	3º Bimestre	15	514	456,7876	57,21245	57,21245
	4º Bimestre	16	872	562,3991	309,6009	309,6009
	5º Bimestre	17	318	598,6631	-280,663	280,6631
	6º Bimestre	18	402	591,7337	-189,734	189,7337
1985	1º Bimestre	19	620	638,5374	-18,5374	18,53744
	2º Bimestre	20	635	387,1661	247,8339	247,8339
	3º Bimestre	21	540	500,9005	39,09951	39,09951
	4º Bimestre	22	952	612,7511	339,2489	339,2489
	5º Bimestre	23	316	653,1525	-337,152	337,1525
	6º Bimestre	24	436	629,6879	-193,688	193,6879
1986	1º Bimestre	25	658	687,4305	-29,4305	29,43052
	2º Bimestre	26	671	401,7212	269,2788	269,2788
	3º Bimestre	27	572	536,3822	35,6178	35,6178
	4º Bimestre	28	998	649,2785	348,7215	348,7215
	5º Bimestre	29	362	689,4269	-327,427	327,4269
	6º Bimestre	30	466	667,8983	-201,898	201,8983
1987	1º Bimestre	31	712	731,089	-19,089	19,08898
	2º Bimestre	32	718	444,1358	273,8642	273,8642
	3º Bimestre	33	618	576,0042	41,99577	41,99577
	4º Bimestre	34	1092	700,027	391,973	391,973
	5º Bimestre	35	398	743,0079	-345,008	345,0079
	6º Bimestre	36	507	726,7031	-219,703	219,7031
	Erro acumulado					6448,091
	MAD					195,3967

Fonte: elaborado pelos autores

No modelo de suavização exponencial simples calculou-se a previsão de demanda pela fórmula 4 utilizando 3 valores para o fator de suavização (α) 0,3, 0,5 e 0,8. Calculou-se o erro simples, o erro absoluto e o erro acumulado, conforme Quadro 15.

Quadro 15: Planilha de suavização exponencial simples com os cálculos das previsões, erro simples, absoluto e acumulado, e cálculo do MAD para 3 valores de alfa

Suavização Exponencial Simples												
				$\alpha=0,3$			$\alpha=0,5$			$\alpha=0,8$		
Ano	Bimestre	Período	Demanda	Ft	Et	Erro A	Ft	Et	Erro A	Ft	Et	Erro A
1982	1º Bimestre	1	432	432			432			432		
	2º Bimestre	2	480	432			432			432		
	3º Bimestre	3	390	446,4	-56,4	56,4	456	-66	66	470,4	-80,4	80,4
	4º Bimestre	4	720	429,48	290,52	290,52	423	297	297	406,08	313,92	313,92
	5º Bimestre	5	240	516,636	-276,64	276,636	571,5	-331,5	331,5	657,216	-417,22	417,216
	6º Bimestre	6	333	433,645	-100,65	100,645	405,75	-72,75	72,75	323,443	9,5568	9,5568
1983	1º Bimestre	7	470	403,452	66,5484	66,5484	369,375	100,625	100,625	331,089	138,911	138,911
	2º Bimestre	8	528	423,416	104,584	104,584	419,688	108,313	108,313	442,218	85,7823	85,7823
	3º Bimestre	9	430	454,791	-24,791	24,7913	473,844	-43,844	43,8438	510,844	-80,844	80,8435
	4º Bimestre	10	792	447,354	344,646	344,646	451,922	340,078	340,078	446,169	345,831	345,831
	5º Bimestre	11	266	550,748	-284,75	284,748	621,961	-355,96	355,961	722,834	-456,83	456,834
	6º Bimestre	12	366	465,323	-99,323	99,3234	443,98	-77,98	77,9805	357,367	8,63325	8,63325
1984	1º Bimestre	13	570	435,526	134,474	134,474	404,99	165,01	165,01	364,273	205,727	205,727
	2º Bimestre	14	572	475,868	96,1315	96,1315	487,495	84,5049	84,5049	528,855	43,1453	43,1453
	3º Bimestre	15	514	504,708	9,29207	9,29207	529,748	-15,748	15,7476	563,371	-49,371	49,3709
	4º Bimestre	16	872	507,496	364,504	364,504	521,874	350,126	350,126	523,874	348,126	348,126
	5º Bimestre	17	318	616,847	-298,85	298,847	696,937	-378,94	378,937	802,375	-484,37	484,375
	6º Bimestre	18	402	527,193	-125,19	125,193	507,468	-105,47	105,468	414,875	-12,875	12,875
1985	1º Bimestre	19	620	489,635	130,365	130,365	454,734	165,266	165,266	404,575	215,425	215,425
	2º Bimestre	20	635	528,744	106,256	106,256	537,367	97,6329	97,6329	576,915	58,085	58,085
	3º Bimestre	21	540	560,621	-20,621	20,6211	586,184	-46,184	46,1836	623,383	-83,383	83,383
	4º Bimestre	22	952	554,435	397,565	397,565	563,092	388,908	388,908	556,677	395,323	395,323
	5º Bimestre	23	316	673,704	-357,7	357,704	757,546	-441,55	441,546	872,935	-556,94	556,935
	6º Bimestre	24	436	566,393	-130,39	130,393	536,773	-100,77	100,773	427,387	8,61294	8,61294
1986	1º Bimestre	25	658	527,275	130,725	130,725	486,386	171,614	171,614	434,277	223,723	223,723
	2º Bimestre	26	671	566,493	104,507	104,507	572,193	98,8068	98,8068	613,255	57,7445	57,7445
	3º Bimestre	27	572	597,845	-25,845	25,8448	621,597	-49,597	49,5966	659,451	-87,451	87,4511
	4º Bimestre	28	998	590,091	407,909	407,909	596,798	401,202	401,202	589,49	408,51	408,51
	5º Bimestre	29	362	712,464	-350,46	350,464	797,399	-435,4	435,399	916,298	-554,3	554,298
	6º Bimestre	30	466	607,325	-141,32	141,325	579,7	-113,7	113,7	472,86	-6,8596	6,85961
1987	1º Bimestre	31	712	564,927	147,073	147,073	522,85	189,15	189,15	467,372	244,628	244,628
	2º Bimestre	32	718	609,049	108,951	108,951	617,425	100,575	100,575	663,074	54,9256	54,9256
	3º Bimestre	33	618	641,734	-23,734	23,7344	667,712	-49,712	49,7124	707,015	-89,015	89,0149
	4º Bimestre	34	1092	634,614	457,386	457,386	642,856	449,144	449,144	635,803	456,197	456,197
	5º Bimestre	35	398	771,83	-373,83	373,83	867,428	-469,43	469,428	1000,76	-602,76	602,761
	6º Bimestre	36	507	659,681	-152,68	152,681	632,714	-125,71	125,714	518,552	-11,552	11,5521
	Previsão Mês 37			613,877			569,857			509,31		
	Erro médio (3 a 36)				16,4193			6,69747			1,43053	
	Des. Pad. Do erro (3 a 36)				229,093			250,884			288,365	
	Erro acumulado					6244,62			6788,19			7196,98
	MAD					183,665			199,653			211,676

Fonte: elaborado pelos autores

No modelo de suavização exponencial com tendência, calculou-se a previsão de demanda a partir do terceiro período, utilizando alfa (α) igual a 0,7 e Beta (β) igual a 0,3 com auxílio da fórmula 5. Nesse caso também calculou-se o erro simples, o erro absoluto e o erro acumulado, conforme Quadro 16.

Quadro 16: Planilha de suavização exponencial com tendência com os cálculos das previsões, erro simples, absoluto e acumulado, e cálculo do MAD

Suavização Exponencial com tendência								
Ano	Bimestre	Período	Demanda	0,7	0,3	F t+1	Erro	Erro Abs
1982	1º Bimestre	1	432					
	2º Bimestre	2	480					
	3º Bimestre	3	390	434	3			
	4º Bimestre	4	720	635,1	62,43	697,53	22,47	22,47
	5º Bimestre	5	240	377,259	-33,6513	343,6077	-103,608	103,6077
	6º Bimestre	6	333	336,18231	-35,878917	300,3034	32,69661	32,69661
1983	1º Bimestre	7	470	419,091018	-0,2426295	418,8484	51,15161	51,15161
	2º Bimestre	8	528	495,254517	22,6792089	517,9337	10,06627	10,06627
	3º Bimestre	9	430	456,380118	4,21312657	460,5932	-30,5932	30,59324
	4º Bimestre	10	792	692,577973	73,8085453	766,3865	25,61348	25,61348
	5º Bimestre	11	266	416,115956	-31,272624	384,8433	-118,843	118,8433
	6º Bimestre	12	366	371,653	-35,229723	336,4233	29,57672	29,57672
1984	1º Bimestre	13	570	499,926983	13,8213887	513,7484	56,25163	56,25163
	2º Bimestre	14	572	554,524511	26,0542306	580,5787	-8,57874	8,578742
	3º Bimestre	15	514	533,973623	12,0726948	546,0463	-32,0463	32,04632
	4º Bimestre	16	872	774,213895	80,5229681	854,7369	17,26314	17,26314
	5º Bimestre	17	318	479,021059	-32,191773	446,8293	-128,829	128,8293
	6º Bimestre	18	402	415,448786	-41,605923	373,8429	28,15714	28,15714
1985	1º Bimestre	19	620	546,152859	10,0870757	556,2399	63,76007	63,76007
	2º Bimestre	20	635	611,37198	26,6266894	637,9987	-2,99867	2,99867
	3º Bimestre	21	540	569,399601	6,04696879	575,4466	-35,4466	35,44657
	4º Bimestre	22	952	839,033971	85,1231891	924,1572	27,84284	27,84284
	5º Bimestre	23	316	498,447148	-42,589814	455,8573	-139,857	139,8573
	6º Bimestre	24	436	441,9572	-46,759855	395,1973	40,80265	40,80265
1986	1º Bimestre	25	658	579,159204	8,42870292	587,5879	70,41209	70,41209
	2º Bimestre	26	671	645,976372	25,9452425	671,9216	-0,92161	0,921615
	3º Bimestre	27	572	601,976484	4,96170349	606,9382	-34,9382	34,93819
	4º Bimestre	28	998	880,681456	87,084684	967,7661	30,23386	30,23386
	5º Bimestre	29	362	543,729842	-40,126205	503,6036	-141,604	141,6036
	6º Bimestre	30	466	477,281091	-48,022969	429,2581	36,74188	36,74188
1987	1º Bimestre	31	712	627,177437	11,3528253	638,5303	73,46974	73,46974
	2º Bimestre	32	718	694,159079	28,0414703	722,2005	-4,20055	4,200549
	3º Bimestre	33	618	649,260165	6,15935503	655,4195	-37,4195	37,41952
	4º Bimestre	34	1092	961,025856	97,8412559	1058,867	33,13289	33,13289
	5º Bimestre	35	398	596,260134	-40,940838	555,3193	-157,319	157,3193
	6º Bimestre	36	507	521,495789	-51,08789	470,4079	36,5921	36,5921
Erro acumulado								1663,439
MAD								50,40723

Fonte: elaborado pelos autores

E por fim no modelo de padrões sazonais, calculou-se a média de cada um dos anos e os índices sazonais de cada um dos 6 bimestres. A previsão de demanda bimestral foi calculada para uma demanda anual de 3600 unidades. Com

isso, pode-se calcularo erro simples, o erro absoluto e o erro acumulado, conforme Quadro 17 e 18.

Quadro 17: Padrões sazonais

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Demanda anual
1º Bimestre	432	470	570	620	658	712	3600
2º Bimestre	480	528	572	635	671	718	
3º Bimestre	390	430	514	540	572	618	
4º Bimestre	720	792	872	952	998	1092	
5º Bimestre	240	266	318	316	362	398	
6º Bimestre	333	366	402	436	466	507	
Total	2595	2852	3248	3499	3727	4045	
Média	432,5	475,3333	541,3333	583,1667	621,1667	674,1667	600

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 18: Planilha de padrões sazonais com os cálculos das previsões, erro simples, absoluto, acumulado e cálculo do MAD

Padrões Sazonais										
Índice sazonal										
	Ano 1982	Ano 1983	Ano 1984	Ano 1985	Ano 1986	Ano 1987	Média	Previsão	Erro S	Erro A
1º Bimestre	0,998844	0,98878	1,052956	1,063161	1,059297	1,056119	1,0365	621,9156	-189,42	189,42
2º Bimestre	1,109827	1,110799	1,05665	1,088883	1,080225	1,065019	1,0852	651,1403	-175,81	175,81
3º Bimestre	0,901734	0,904628	0,949507	0,925979	0,920848	0,916687	0,9199	551,9384	-10,605	10,605
4º Bimestre	1,66474	1,666199	1,610837	1,632466	1,606654	1,619778	1,6334	980,0675	-396,9	396,9
5º Bimestre	0,554913	0,559607	0,587438	0,541869	0,582774	0,590358	0,5695	341,6961	279,47	279,47
6º Bimestre	0,769942	0,769986	0,742611	0,747642	0,750201	0,75204	0,7554	453,2422	220,92	220,92
								Erro acumulado	1273,1	
								MAD	212,19	

Fonte: elaborado pelos autores

Em todos os modelos, a partir do erro absoluto, pode ser calculado o MAD, sendo o indicador de adequação analisado neste trabalho. No quadro 5 são indicados os valores de MAD para cada modelo aplicado.

Quadro 19: Quadro comparativo com o melhor modelo matemático escolhido

Quadro Comparativo	
Indicadores de desempenho/demanda	Modelos
147,8555603	Regressão Linear
198,9191919	Média Móvel Simples
195,3966998	Média Móvel Ponderada
183,6651955	Suavização Exponencial
50,40723386	Suavização Exponencial com Tendência
212,1872362	Padrões Sazonais
50,40723386	Menor MAD
Suavização Exponencial com Tendência	Modelo escolhido

Fonte: elaborado pelos autores

O menor valor de MAD encontrado indica o melhor modelo matemático para o item analisado, portanto, minimiza-se o nível de estoque e obtem-se o melhor resultado para a empresa.

O melhor modelo matemático aplicável ao Depósito CasaFirme do exemplo acadêmico, foi o método de suavização exponencial com tendência com o valor do MAD de 50,40723.

3.3 Check

Nessa fase, verificou-se que o objetivo planejado, ou seja, os dados disponibilizados foram tratados adequadamente pelos diferentes modelos de previsão de demanda propostos neste trabalho e foi possível identificar o melhor modelo matemático aplicável ao caso proposto no exemplo acadêmico.

3.4 Act

Em virtude dos resultados terem sido obtidos com êxito, o planejamento feito na etapa inicial deve ser padronizado para disponibilização da planilha de previsão de demanda para os usuários finais.

O manual de padronização para o uso da planilha pode ser visto no quadro 19.

Quadro 20: Manual de uso da planilha para os empreendimentos

MANUAL DE PADRONIZAÇÃO PARA USO DA PLANILHA
Coletar os dados históricos do empreendimento
Inserir esses dados na planilha de dados históricos
Os valores serão encaminhados para as demais planilhas: regressão linear, MMS, MMP, suavização exponencial, suavização exponencial com tendência e padrões sazonais.
Nas demais planilhas serão calculados automaticamente a previsão de demanda, erro simples, erro absoluto, erro acumulado e o MAD.
Na última planilha o quadro comparativo identificará o melhor modelo para cálculo da previsão de demanda.

Fonte: elaborado pelos autores

4 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou propor uma metodologia para previsão de demanda para empreendimentos comerciais de pequeno porte. Para alcançar tal objetivo, foi necessária uma intensa pesquisa bibliográfica sobre os modelos matemáticos para identificar um método de simples aplicação que atendesse com qualidade os anseios das empresas de pequeno porte, visando um custo relativamente baixo. Por esse motivo, foi escolhido o Excel para a elaboração da planilha, visto que os computadores, *tablets* e celulares já possuem esta ferramenta.

A planilha foi aplicada a um exemplo acadêmico, entretanto, pode ser aplicada a outros conjuntos de dados e identificar o melhor modelo aplicável aos mesmos. A planilha obteve êxito, pois atendeu a expectativa de apresentar qual é o melhor método para cálculo de previsão de demanda.

Qualquer empreendimento de pequeno porte pode acessar essa planilha, inserir os dados de sua empresa e calcular a previsão de demanda para seu negócio a um custo baixo, pois não precisará de *software* específico de custo mais alto.

Para ajudar na elaboração do trabalho, aplicou-se a metodologia PDCA, para proposição e construção do modelo. Essa metodologia foi de suma importância visto que forneceu uma base para o desenvolvimento do trabalho, com a qual foi possível planejar, executar, controlar e agir, além de permitir a conclusão do trabalho e as aplicações de conhecimentos de engenharia adquirida ao longo do curso.

O objetivo de propor um método inovador também atingiu o sucesso, uma vez que no mercado ainda não existe nenhuma metodologia como essa. Com uma boa previsão de demanda os objetivos da empresa podem ser atingidos. O grupo conseguiu mostrar que com o menor MAD pode ser alcançado o menor nível de estoque e portanto o melhor resultado para a empresa.

O conteúdo desse trabalho é de extrema importância para o meio acadêmico, posto que é possível colocar em prática o que foi estudado durante a trajetória acadêmica e posteriormente utilizado na vivência profissional. Além disto,

poderá contribuir para a camada da sociedade desprotegida e abandonada pela ciência, desta forma, esse trabalho reflete a responsabilidade social da instituição e dos alunos desse grupo de TCC com essa camada da sociedade.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, J.F. **Utilização do ciclo PDCA para análise de não conformidades em um processo logístico**. 2008. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais. 2008.

ALMEIDA, T. D. **Aplicação de métodos de previsão de demanda em uma Indústria de beneficiamento de cereais do Paraná**.2014. TCC (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira. 2014.

BURMESTER, H. **Gestão da qualidade Hospitalar**. São Paulo: Saraiva, 2013.

CANOSSA, S. **MASP - Método de Análise e Solução de Problemas**. Disponível em: <<https://pt.calameo.com/read/000539118cc92c52264c1>>. Acesso 19 de set. 2018.

LA CASAS, A. L. **Qualidade total em serviços: conceitos, exercícios, casos práticos**. São Paulo: Atlas, 2008.

CIRIBELI, J.P.; PIRES, V.A. V.; DIAS, F.M.G.S. **O PDCA como metodologia de indicador de desempenho: uma análise das equipes da empresa energisa**. Disponível em: <http://www.convibra.org/upload/paper/adm/adm_3378.pdf>. Acesso 23 mar. 2018.

CORREA, H. L.; CORREA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DANIEL, E.A.; MURBACK, F.G. **Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade**. Disponível em: <https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo16_2014.pdf>. Acesso 17 de ago. 2018.

FERNANDES, F. C. F.; FILHO, M. G. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

JACOBS, F. R.; CHASE, R.B. **Administração da Produção e de operações: O essencial**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Pearson, 2009.

LOBO, R. N. **Gestão da Produção**. São Paulo: Érica, 2010.

MARCONDES, J. S. **PDCA –O que é? Conceitos, metodologia de gestão de processos**. Disponível em:<<https://www.gestaodesegurancaprivada.com.br/pdca-o-que-e-conceito-ciclos/>>. Acesso 28 ago. 2018.

MARSHAL JUNIOR, I. *et al.* **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: FCV, 2010.

MELO, D. C.; ALCANTARA, R. L. **A gestão da demanda em cadeias de suprimentos: uma abordagem além da previsão de vendas**. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2011000400009>. Acesso 28 Ago. 2018.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2015.

MOREIRA, A. D. **Administração da Produção e operações. 2º edição Revista e Ampliada**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

NAKAGAWA, M. **Ferramenta: 5w2h – plano de ação para empreendedores**. Disponível em:<<http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/5W2H.pdf>>. Acesso 17 de set. 2018.

NEVES, T.F. **Importância da utilização do ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística**. Disponível em:<http://www.fmepro.org/XP/editor/assets/DownloadsEPD/TCC_junho2007_ThiagoNeves.pdf>. Acesso 15 de ago. 2018.

PACHECO, A. P.R.; SALLES, B.W.; GARCIA, A. G.; POSSAMAI, O. **O ciclo PDCA na gestão do conhecimento: uma abordagem sistêmica.** Disponível em: <<http://issbrasil.usp.br/artigos/ana.pdf>>. Acesso 26 mar. 2018

PALADINI, E.P. **Gestão da qualidade: teoria e prática.** São Paulo: Atlas, 2012.

QUEIROZ, A. A.; CAVALHEIRO, D. **Método de previsão de demanda e detecção de sazonalidade para planejamento da produção de indústrias de alimentos.** Disponível em: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/enegep2003_tr0101_0801.pdf>. Acesso 30 ago. 2018.

RECURSO ELETRÔNICO. **Qualidade total.** São Paulo: Cengage, 2016.

SEBRAE. **Planejamento de vendas inteligente: Um águia para vender mais na hora certa.** Disponível em: <[https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7ebbc5a89fcc19dc23b7b4c29f4e5306/\\$File/7295.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7ebbc5a89fcc19dc23b7b4c29f4e5306/$File/7295.pdf)>. Acesso 29 set. 2018.

SLACK, N.; JONES, A.B.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2015.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da Qualidade: As ferramentas essenciais.** Curitiba: IBEX DIALÓGICA, 2010.

SOLER, A. M. *et al.* **Gerenciamento de Projetos na Prática.** São Paulo: Atlas, 2013.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática.** São Paulo: Atlas, 2007.