



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JOÃO PAULO ROCHA PEREIRA

**ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUE ATRAVÉS DE PREVISÃO
DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DE ARGAMASSAS DE MOSSORÓ-RN**

MOSSORÓ

2019

JOÃO PAULO ROCHA PEREIRA

**ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUE ATRAVÉS DE PREVISÃO
DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DE ARGAMASSAS DE MOSSORÓ-RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Thomas Edson E.
Gonçalo.

MOSSORÓ

2019

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P436a Pereira, João Paulo Rocha.
ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUE ATRAVÉS DE
PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DE ARGAMASSAS
DE MOSSORÓ-RN / João Paulo Rocha Pereira. - 2019.
51 f. : il.

Orientador: Thomas Edson E. Gonçalves.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2019.

1. Gerenciamento e Controle de Estoque. 2.
Análise ABC. 3. Previsão de Demanda. I. E.
Gonçalves, Thomas Edson, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

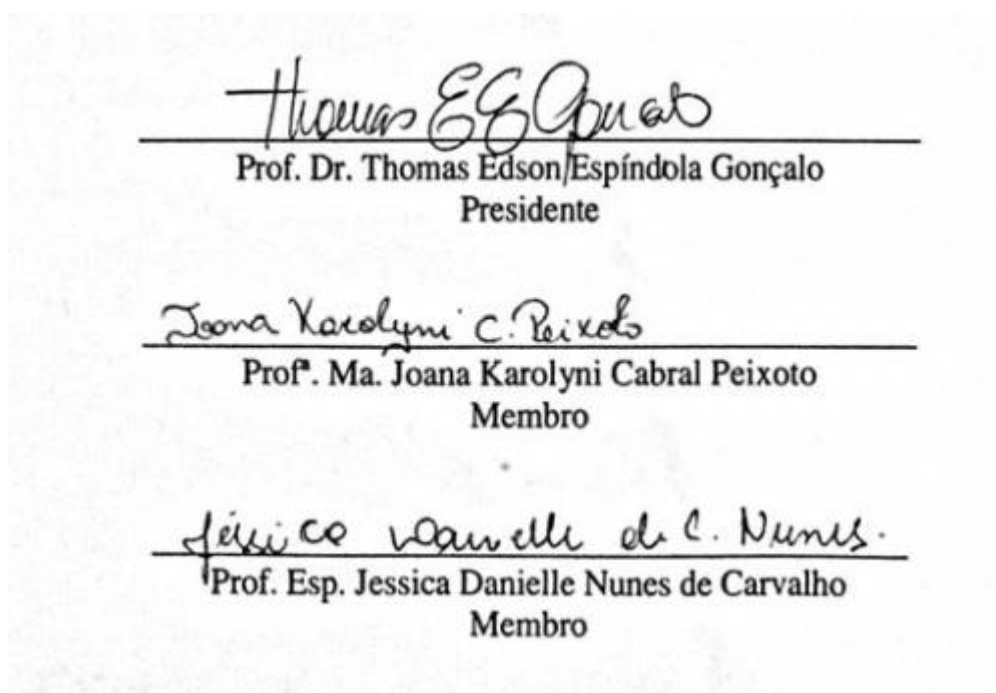
JOÃO PAULO ROCHA PEREIRA

**ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUE ATRAVÉS DE PREVISÃO
DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DE ARGAMASSAS DE MOSSORÓ-RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Engenheiro de Produção.

Defendida em: 22 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA



AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por todas as bênçãos, conquistas alcançadas, minha família e meus amigos. Ele que conduz minha vida, sabe o que é melhor para mim. Sou grato por tudo que concedeste Senhor, sem ti não sou nada;

Aos meus pais, Maria Alcineide Rocha De Lima e Luiz Carlos da Silva Pereira, por toda dedicação, apoio e principalmente amor. Obrigada por serem minha fonte de inspiração. Sou muito grato a tudo que fizeram e fazem por mim até hoje;

A Andressa Karen de Medeiros Franco, por ser minha melhor amiga e companheira. Muito obrigado por estar do meu lado em todas as horas, nos bons e maus momentos. Por sempre me amar, me apoiar e pela sua dedicação;

Aos meus avós, especialmente Maria das Dores Rocha de Lima, por ser a minha mãe para sempre, por ter me cuidado e criado com tanto amor, que sempre me colocou nos caminhos de Deus. E também ao meu avô José Aldízio Antunes Pereira (*In memorian*), pai do meu pai, querido por toda a cidade de Baraúna, sempre vou lembrar do senhor nas minhas conquistas, obrigado por tudo;

Ao meu professor orientador Thomas Edson, por todo conhecimento repassado durante a vivência estudantil, caráter e sua disponibilidade para a concretização desse trabalho. Fico feliz de ter tido a oportunidade de trabalhar e aprender com você;

Aos meus irmãos e primos que levo comigo no peito para sempre, obrigado por todos os momentos alegres e todas as experiencias vividas;

A todos os meus amigos que fiz durante o curso que de maneira direta ou indireta, ajudaram a tornar essa jornada mais animada e que fizeram grande diferença. O curso não seria o mesmo sem vocês, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Frente à crescente competitividade do mercado, resultado do processo de globalização e dos avanços tecnológicos, é essencial que as organizações empresariais, especialmente as indústrias, invistam no desenvolvimento do seu planejamento estratégico, a fim de aumentar o seu nível de serviço ao cliente e se diferenciem no mercado perante aos seus concorrentes. Atender a demanda de forma eficiente e eficaz pode trazer vantagem competitiva. O desafio é prever com maior precisão possível a quantidade requerida dos produtos e o momento certo que o mesmo será necessário. Assim, surge o gerenciamento de estoque, que consiste em fazer um total planejamento de como controlar os materiais dentro da organização, objetivando manter o equilíbrio entre estoque e consumo. A análise e previsão de demanda vem sendo utilizada para reduzir a distância entre a necessidade e a disponibilidade de estoque. Este trabalho baseia-se numa análise de implementação de modelos de previsão de demanda e gestão de estoque em uma indústria da construção civil com foco em argamassas colantes na cidade de Mossoró-RN. O objetivo é determinar um modelo quantitativo de previsão que melhor se adeque ao perfil de vendas a partir de modelos básicos conhecidos na literatura e prever a demanda para o ano de 2019 sob este modelo. Para tanto, realizou-se a classificação ABC para determinar as classes que os itens pertenciam. Por meio da avaliação dos erros resultantes das técnicas de previsão, escolheu-se àquela que apresentava o menor valor. Ao fim, constatou-se que o método mais eficaz do produto analisado do grupo das argamassas é o de previsão de demanda de sazonalidade com tendência, por onde possibilitará a empresa uma melhor tomada de decisão em relação a seu gerenciamento de estoques.

Palavras-chave: Gerenciamento e controle de estoque, Análise ABC, Previsão de demanda.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Sequenciamento de uma previsão de demanda	17
Figura 2	–	Características de uma série temporal	23
Figura 3	–	Fluxograma das etapas de pesquisa	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	–	Série dos dados históricos de demanda	33
Gráfico 2	–	Média móvel simples de 3 períodos	35
Gráfico 3	–	Média móvel simples de 6 períodos	35
Gráfico 4	–	Média móvel simples de 12 períodos	36
Gráfico 5	–	Média móvel ponderada de 3 períodos	38
Gráfico 6	–	Média móvel ponderada de 6 períodos	38
Gráfico 7	–	Sazonalidade com tendência	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Detalhamento do passo a passo de uma previsão de demanda	18
Quadro 2	–	Relação entre aspectos importantes no processo de previsão	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Classificação ABC dos produtos do grupo argamassas	32
Tabela 2	–	Demanda histórica do produto “Arg. 01” de 2015 a 2018	33
Tabela 3	–	Previsões da média móvel simples	36
Tabela 4	–	Valores de previsão para MMP(3) e MMP(6)	37
Tabela 5	–	Previsão da suavização exponencial média	39
Tabela 6	–	Previsão para 2019 segundo a sazonalidade com tendência	39
Tabela 7	–	Comparação entre erros dos modelos de previsão analisados	41

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.2	OBJETIVO	13
1.2.1.	Objetivo geral	13
1.2.2.	Objetivos específicos	13
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1.	GERENCIAMENTO E CONTROLE DE ESTOQUE	14
2.2.	SISTEMA DE ANÁLISE ABC	15
2.3.	PREVISÃO DE DEMANDA.....	16
2.3.1.	Processo de Previsão	19
2.3.2.	Técnicas de Previsão	20
2.3.2.1.	Técnicas Qualitativas	21
2.3.2.2.	Técnicas Quantitativas	22
2.3.2.2.1.	Previsões baseadas em séries temporais	22
2.3.2.2.2.	Previsões baseadas em correlações	26
2.3.3.	Erros de previsão	27
3.	METODOLOGIA	29
4.	RESULTADOS	31
4.1.	LEVANTAMENTO E REGISTRO DE DADOS	31
4.2.	ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL	32
4.3.	RESULTADOS DA ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL	34
4.3.1.	Análise da média móvel simples	34
4.3.2.	Análise da média móvel ponderada	37
4.3.3.	Análise da suavização exponencial média	39
4.3.4.	Análise da sazonalidade com tendência	39
4.4.	MEDIDAS DE DESEMPENHO DAS SÉRIES TEMPORAIS	40
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	45
	APENDICE A	47
	APENDICE B	48
	APENDICE C	49
	APENDICE D	50
	APENDICE E	51

1. INTRODUÇÃO

A quantidade de informações, bem como a velocidade com que elas são processadas dentro das organizações, torna o processo de tomada de decisão bastante complexo. Independentemente do nível de dificuldade de uma decisão, o fato é que ela sempre trará consigo consequências positivas ou negativas.

A eficácia de uma tomada de decisão é medida pela combinação de dados e de competências. O tomador de decisão deve sempre buscar uma maior quantidade de informações disponíveis, muitas vezes buscando o desempenho econômico da organização. São inúmeras as aplicabilidades da tomada de decisão, o processo de gerenciamento de estoque é uma delas.

Buscando manterem-se competitivas no mercado atual, as empresas, de uma maneira geral, necessitam se adaptar rapidamente a tendência, aumentar suas performances, bem como agregar valor seus produtos e serviços. Vê-se então a importância do processo de planejamento e controle do estoque, que tem função de garantir maior disponibilidade do produto ao consumidor, possibilitando às empresas atender o nível que se exige o mercado.

O controle de estoques é uma das ferramentas fundamentais para a manutenção das empresas no ambiente competitivo do mercado. Vários benefícios são consequências de um gerenciamento de estoque inteligente, pois através dela se controla os desperdícios, apuram-se valores para fins de análise e principalmente evita o investimento excessivo, onde prejudica o capital de giro da empresa.

A eficiência no controle de estoque, evita a escassez de material e o estoque excessivo do mesmo levando em conta a real necessidade da empresa, procurando estabelecer um equilíbrio entre a demanda de consumo ou de vendas com os custos dela recorrentes.

Segundo Gomes (2012),

Deve levar em consideração o passado, o que foi feito e como foi feito, levando por meio da contabilidade e de dados internos de produção; deve conhecer dados atuais, quais os registros atuais, relatórios de produção, estoques e de qualidade com base em dados futuros, sejam por previsões de vendas, por particularidades e tendências de mercado, surgimento de novas tecnologias, etc. (GOMES, 2012, P. 82 e 83).

Dentre as principais decisões no campo da gestão de estoque, Lustosa *et al.* (2008) afirma que são aquelas que definem o que repor (quais itens, produtos ou materiais devem ser repostos) e quanto repor (quantidade dos itens necessárias para a reposição dos estoques até os níveis desejados).

Um bom gerenciamento de estoque se resume em estimar com precisão a demanda dos produtos. A previsão de demanda serve de base para tomada de decisão de planejamento na cadeia de suprimentos, direciona as atividades da empresa e permite que os administradores planejem adequadamente suas ações.

De acordo com Tubino (2009), apesar da evolução dos recursos computacionais e da sofisticação matemática das técnicas de projeção, a previsão de demanda dos produtos não é uma ciência exata; ela envolve a experiência e julgamento pessoal do planejador. O que se pode garantir é que o valor previsto sempre será uma aproximação do valor real.

Desta maneira então, pode-se destacar que a análise da previsão de demanda tem grande importância dentro das organizações, por representar a ligação entre a disponibilidade de estoque e a necessidade de redução de custos, passando a fazer parte do processo de planejamento estratégico, não apenas como ferramenta das áreas de suprimentos e compras, mas como um diferencial competitivo de mercado, pela melhora nos prazos de entrega e a redução de custo que ela proporciona.

O presente trabalho contribuirá para a tomada de decisão do gestor, pelo fato de tratar da solução dos problemas atribuídos a gestão de estoque, relacionados às variações de demanda que serão previstas, onde é de suma importância para determinação de um melhor controle de entrada e saída de produtos.

1.1. OBJETIVO

Os objetivos deste trabalho podem ser divididos em objetivo geral e objetivos específicos.

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é utilizar a análise e previsão de demanda para proporcionar uma melhor tomada de decisão em relação as quantidades requeridas de cada produto.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Analisar a aplicabilidade das previsões nos produtos comercializados pela empresa;
- b) Identificar os produtos mais importantes através da análise ABC;
- c) Analisar as técnicas de previsão de demanda aplicadas ao produto determinado pela análise ABC;
- d) Determinar a melhor técnica de previsão em relação a demanda histórica analisada;
- e) Avaliar a melhoria do atendimento a clientes por intermédio de uma maior disponibilidade de estoque;
- f) Avaliar a minimização dos custos de estoque por meio de uma melhor gestão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura relacionada aos conceitos de gestão e controle de estoques e previsão de demanda com a finalidade de se obter definições adequadas dos métodos e terminologias utilizadas.

2.1. GERENCIAMENTO E CONTROLE DE ESTOQUE

É significativo que as empresas devem ter um controle sobre seus pertences, seus estoques, para poderem administrar bem tudo que entra e sai na sua organização.

Os estoques são ativos importantes para as organizações e que assumem significados que variam de acordo com a mudança de contexto das empresas. Como por exemplo, podem ser mercadorias de vendas em uma empresa comercial, recursos de transformação como: matéria-prima em uma indústria ou até mesmo os materiais consumidos durante a execução do trabalho em uma prestação de serviço.

Segundo Slack *et al* (2008), estoque pode ser definido como a acumulação de recursos materiais em um processo de transformação, o qual pode também ser usado para definir qualquer recurso armazenado. Correia e Correia (2008) complementam que são vários motivos para o surgimento de estoques, como por exemplo: a incerteza na previsão de demanda e a especulação de compra e venda de materiais.

Assim, o controle de estoque é fundamental no sistema logístico, pois podem absorver cotas de custos totais, representando parte do capital da empresa. Portanto, é de grande importância a correta compreensão do seu papel na logística e de como devem ser gerenciados.

A manutenção de estoque, conforme citado por Ballou (2006), busca aumentar a disponibilidade do produto, trazendo maior satisfação ao cliente, reduzindo custos ao permitir operações mais prolongadas e equilibradas, economias em compras, entre outros.

De uma maneira geral, os estoques têm crescido juntamente com as vendas ao longo dos períodos, porém, a manutenção de estoques se tem de forma diferentes para empresas e indústrias. De acordo com Ballou (1995), os estoques em indústrias via de regra são, no seu total, superiores ao do varejo e atacado, sobrepujando-os em termos de valor monetário na proporção de 2:1.

O gerenciamento de estoque surgiu para suprir a necessidade das empresas em controlar todo o fluxo de materiais como a periodicidade de reposição, entre outros.

Para minimizar os custos de manutenção de estoques, faz-se necessário uma análise criteriosa da quantidade a ser pedida, no período correto e na forma com que esses estoques serão controlados.

A gestão de estoque objetiva elevar o controle de custos e melhorar a qualidade dos produtos guardados na empresa. Na maioria das literaturas é ressaltado que é possível definir uma quantidade ótima de estoque de cada componentes e dos produtos se esta for alinhada com a previsão de demanda de consumo dos produtos (DIAS, 2010).

2.2. SISTEMA DE ANÁLISE ABC

O processo de gerenciamento de estoque de múltiplos itens apresenta maior complexidade, devido à falta de modelos que representem essa situação. Segundo Slack (2002), a análise ABC é uma técnica eficaz na administração de estoques, que apresenta resultados imediatistas face a sua simplicidade de aplicação.

Dentro da administração, a curva ABC tem sido de amplamente utilizada nos setores que necessita de tomadas de decisões, visto que envolve um grande volume de dados que permite a avaliação dos estoques, produção, vendas e outros (POZO, 2002).

Segundo Lustosa *et al* (2008), as revisões periódicas de estoque e a concentração de esforços nos itens de maior importância foram ferramentas de gestão de grande importância, sendo utilizadas até hoje como boas práticas de controle de estoque.

Na questão da determinação de estoques, a análise ABC é utilizada para obtenção da demanda valorizada (demanda do item multiplicada pelo seu custo unitário). A forma prática da aplicação da análise ABC, obtém-se por ordenação dos itens em função do seu valor relativo, classificando-os em em três grupos (A, B e C), conforme as características a seguir:

- Classe A: neste grupo, incluem-se todos os itens de valor elevado e alta importância no processo produtivo. Portanto, requerem maior investimento, cuidado e controle rigoroso por parte do administrador de matéria-prima.
- Classe B: itens de valor intermediários. Requerem um controle menos rigoroso.

- Classe C: itens de menor valor relativo. Requerem um controle apenas rotineiro.

De acordo com Assaf Neto (2009) os itens classificados no grupo A representam em torno de 15% do volume do estoque e 80% do investimento. Os itens do grupo B representam 35% do volume do estoque e 17% do investimento, enquanto os itens do grupo C representam 50% do volume do estoque e 3% do investimento.

Entretanto, na definição das classes, deve-se considerar os critérios de bom senso e conveniência com as porcentagens, podendo estas variarem de acordo com as necessidades da organização (DIAS, 2010).

O objetivo principal desta análise é proporcionar ao trabalho de controle de estoque do analista a decisão certa de compra, baseando-se nos resultados obtidos pela curva ABC e por consequência a otimização da aplicação dos recursos financeiros e materiais, evitando desperdícios ou aquisições indevidas e favorecendo o aumento da lucratividade.

2.3. PREVISÃO DE DEMANDA

A ausência de previsões de demanda, levam as organizações a um baixo nível de serviço, pois o não atendimento aos clientes devido à falta de materiais, reduz a confiabilidade das empresas, acarretando perda de clientes e consequentemente uma queda nas receitas obtidas.

As previsões de demanda formam a base para o planejamento das operações. Chopra e Meindl (2016) afirmam que a previsão de demanda se constitui na primeira medida a ser tomada pelo gerente na cadeia de suprimentos. A estimativa da demanda é fundamental para que a gerência da organização possa estabelecer níveis de estoques precisos, alinhados com a política de serviço ao cliente, mantendo o foco em alcançar o menor custo.

Segundo Chopra e Meindl (2016), a gerência deve estar ciente de que as previsões apresentam os seguintes critérios:

1. As previsões estão sempre imprecisas, então, deve-se levar em consideração o erro de previsão no planejamento; Segundo Slack *et al* (2008), qualquer que seja o grau

de sofisticação do método de previsão em uma empresa, é sempre difícil utilizar dados históricos para prever futuras tendências, ciclos ou sazonalidades.

2. As previsões de curto prazo são normalmente mais precisas do que as de longo prazo.
3. Previsões agregadas são normalmente mais precisas do que as previsões desagregadas.

As empresas devem equilibrar estes fatores ao determinar a previsão da demanda, pois, segundo Ballou (2006), o planejamento e controle das atividades dependem de estimativas acuradas dos volumes de produtos processados.

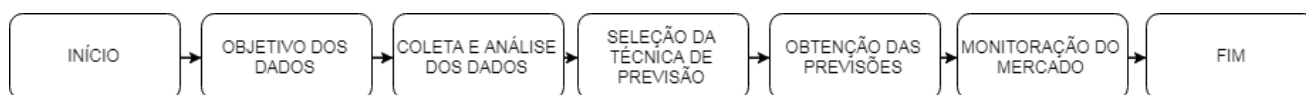
A previsão de demanda, segundo Albertin e Pontes (2016), faz uso de técnicas e métodos científicos com o objetivo de organizar e tabular informações para o processo de tomada de decisão gerencial. Os autores continuam dizendo que é importante saber a quantidade de produtos e serviços que a empresa planeja vender no futuro, pois essa expectativa é o ponto de partida para muitas decisões gerenciais.

Modelos de diversos tipos são apresentados pela previsão de demanda de produtos ou de uma matéria-prima: constantes ou sem tendência, com sazonalidade, com tendência crescente ou decrescente e sazonalidade com tendência (ALBERTIN E PONTES, 2016). Os autores completam afirmando que pontos isolados devem ser desconsiderados na técnica de previsão pois representam mudanças bruscas na demanda não previsíveis.

A previsão de demanda, por mais simples que seja, é de fundamental importância, pois através dela entende-se o comportamento do mercado através da análise e interpretação de dados históricos.

Tubino (2000) sugere um método para realizar a previsão de demanda, conforme o sequenciamento exibido na Figura 1.

Figura 1 – Sequenciamento de uma previsão de demanda.



Fonte: Adaptado (Tubino, 2000).

Partindo desta ordem, o significado de cada passo é disposto no Quadro 1:

Quadro 1- Detalhamento do passo a passo de uma previsão de demanda.

Objetivo dos dados	Razão da necessidade da previsão, que produto será previsto, que acuracidade, que detalhamento e que recursos estarão disponíveis.
Coleta e análise dos dados	Identificar e desenvolver a técnica que melhor se adapte aos dados históricos do produto. Coletar informações com procedimentos definidos e fontes seguras. - Buscar uma grande base histórica; - Acompanhamento da demanda pelos produtos da empresa; - Substituir variações extraordinárias de demanda pela sua média; - Tamanho do período de mensuração dos dados.
Escolha da técnica de previsão	Pondera-se principalmente o custo e acuracidade. Nos momentos seguintes, a disponibilidade dos dados, disponibilidade de tempo para coletar, analisar, preparar os dados e período de planejamento para a previsão, entre outros.
Monitoração do modelo	monitorar a extensão do erro entre a demanda real e a prevista, verificando se a técnica e os parâmetros empregados ainda são válidos.
Obtenção das previsões	Ter cautela na obtenção das previsões. Utilizar métodos estatísticos adequados para previsão de um determinado horizonte.

Fonte: Tubino (2000)

A primeira etapa consiste em definir a razão da qual se necessita de previsões. O tipo de produto (ou família de produtos) será previsto, o grau de precisão e que recursos serão disponíveis para esta previsão (TUBINO, 2009). O autor continua, dizendo que o detalhamento do modelo depende da importância relativa do produto a ser previsto e do horizonte ao qual a previsão se destina.

De uma forma geral, o Quadro 2 mostra uma relação entre algumas dessas informações.

Quadro 2 - Relação entre aspectos importantes no processo de previsão.

Horizonte de planejamento da decisão	Nível de agregação	Grau de detalhe requerido	Nível de exatidão necessário
Longo Prazo	Alto	Previsões mensais	Médio
Médio Prazo	Médio	Previsões mensais ou semanais	Médio / Alto

Curto Prazo	Baixo	Previsões semanais	Alto
-------------	-------	--------------------	------

Fonte: Fernandes e Godinho F., 2010.

Os diagnósticos e análise são feitos sobre a produção para poder então ser definido o objetivo. É definido o porquê de se fazer uma previsão. A análise dos dados deve ser feita de forma a tentar excluir os pontos que podem tornar a previsão menos precisa. Ao determinar o modelo e se obtêm as previsões, é então realizado o controle para garantir que o erro entre a demanda real e a prevista sejam pequenos.

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), as previsões de demanda sempre incluem uma margem de erro, além do mais, a incerteza das previsões é tanto maior quanto maior o horizonte de planejamento, ou seja, as previsões de venda dos próximos meses apresentam maior confiança do que aquelas um ano adiante.

2.3.1. Processo de previsão

A primeira etapa do processo de previsão inicia-se com a definição clara do objetivo principal, que está associado à necessidade da previsão. Por exemplo, a finalidade pode ser a previsão de demanda afim de definir a reposição de estoques de um produto ou para o planejamento da capacidade de uma nova linha de produtos (LUSTOSA *et al*, 2008).

A definição clara do objetivo determina, entre outros aspectos, o nível de precisão, quem deve participar do processo, os prazos e os recursos necessários etc. Lustosa *et al* (2008) afirmam que o segundo passo consiste no levantamento de dados, que pode ter origem do histórico de vendas, informações sobre eventos passados e futuros, que podem influenciar o comportamento das vendas, no sentido de identificar e desenvolver a melhor técnica de previsão.

De acordo com Tubino (2009), alguns cuidados básicos devem ser tomados na coleta e análise dos dados, entre eles os seguintes:

- Quanto maior a quantidade de dados históricos coletados e analisados, mais confiável a técnica de previsão será;
- Os dados devem representar a demanda dos produtos da empresa, que não necessariamente é igual ao valor de vendas passadas, pois pode ter ocorrido falta de produtos, adiando entregar ou deixando de atendê-las;

- Variações extraordinárias da demanda devem ser substituídas por valores médios, compatíveis com o comportamento normal da demanda;
- O tamanho do período dos dados (semanal, mensal, trimestral, anual etc.) tem influência direta na escolha da técnica mais adequada, assim como na análise das variações extraordinárias.

Para poder implantar um processo de previsão de demanda, além da base de dados e dos recursos computacionais, a empresa necessita de técnicas de previsão, por onde a aplicação dos dados históricos para obtenção dos parâmetros necessários, pode-se obter as projeções futuras de demanda.

2.3.2. Técnicas de previsão

Como visto anteriormente, a definição da técnica de previsão que melhor se adapte a situação específica é uma das etapas do modelo de previsão, porém, para Tubino (2009) é a mais importante. O autor continua, que existe uma série de técnicas disponíveis, com diferenças substanciais entre elas. Algumas características gerais que normalmente estão presentes em todas as técnicas de previsão são:

- Supõe-se que as causas que influenciaram a demanda passada continuarão a agir no futuro;
- As previsões não são perfeitas. Não se é capaz de prever todas as variações aleatórias que ocorrerão;
- A precisão das previsões diminui com o aumento do período de tempo observado;
- A previsão para grupos de produtos é mais precisa do que para os grupos individualmente, uma vez que os erros individuais de previsão se minimizam.

De uma forma geral, essas técnicas podem ser classificadas em qualitativas e quantitativas.

2.3.2.1. Técnicas qualitativas

A abordagem qualitativa de previsão, segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), tem um caráter subjetivo e se baseia no julgamento do tomador de decisões, ou de pessoas-chave e especialistas nos produtos ou nos mercados que atuam estes produtos (baseando na intuição, emoção, experiência pessoal e valores) para realização da previsão. Esta abordagem é utilizada principalmente quando não existem dados históricos disponíveis ou quando estes são de caráter qualitativo (FERNANDES & GODINHO F., 2010, TUBINO, 2009).

As técnicas qualitativas, por serem mais rápidas de se preparar, são empregadas quando o tempo para coletar e analisar os dados da demanda passada é curto. Essas previsões baseadas em julgamento de especialistas são empregadas geralmente em conjunto com as previsões quantitativas, pois, ao tratar de questões estratégicas para a empresa, não seria conveniente decidir os rumos através apenas de dados provenientes de um modelo matemático. As principais técnicas qualitativas apresentadas na literatura são:

- a) Pesquisa de mercado: Nesta técnica, as hipóteses sobre o mercado são testadas por meio de entrevistas a uma amostra de mercado da empresa, para avaliar o potencial de consumo (demanda), dessa forma, a fonte de informação são agentes externos a empresa (LUSTOSA *et al*, 2008);
- b) Simulação de cenários: esta técnica busca, a partir das opiniões de especialistas, construir diferentes cenários futuros e estimar, para cada um deles, o comportamento de vendas. O resultado pode ser apresentado em três cenários alternativos, o otimista, o mais provável e o pessimista;
- c) Método Delphi: este método obtém uma previsão baseada na opinião de um conjunto de especialistas, podendo ser estes de diversos campos com a finalidade de fornecer diversas visões e considerar diversos fatores (FERNANDES & GODINHO F., 2010). A denominação do método é uma referência ao oráculo Delfos, na Grécia antiga, onde as pessoas o procuravam para obter ensinamentos e previsões do futuro. O método é utilizado atualmente nas organizações para previsão de demanda e de forma mais geral para solução de problemas técnicos (LUSTOSA *et al*, 2008).

Na próxima seção apresentam-se alguns modelos de previsão quantitativos. É válido destacar que tanto os métodos qualitativos quanto os quantitativos podem ser usados de forma complementar. Um exemplo é a utilização de projeções estatísticas como subsídio para discussões no método Delphi. Outra situação é a correção de resultados de uma previsão estatística com base em informações subjetivas.

2.3.2.2. Técnicas quantitativas

Existe uma grande variedade de métodos estatísticos de previsão de demanda, com características e níveis de complexidade particulares. A determinação do modelo se dá em função do comportamento dos dados coletados. Nas seções seguintes apresentam-se os dois principais modelos estatísticos de previsão: Projeção de séries temporais e Regressão e Correlação.

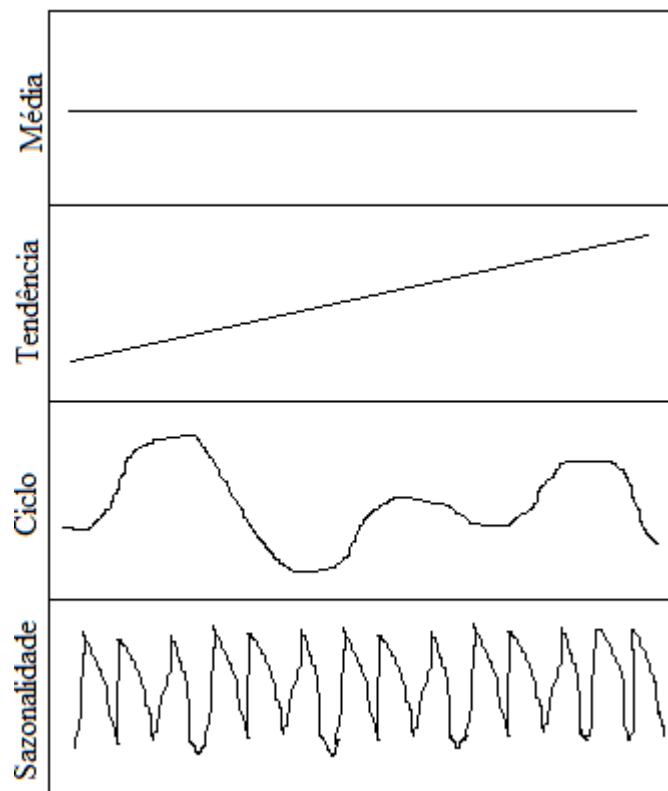
2.3.2.2.1. Previsões baseadas em séries temporais

Segundo Makridakis (1998), uma série temporal pode possuir até quatro características conhecidas: média, tendência, sazonalidade e ciclo. Quaisquer variações não explicadas por essas características são consideradas aleatórias e, geralmente, provenientes do ambiente externo (políticas, promoções, economia, etc.).

Explicando cada característica, tem-se:

- Média: valores da série oscilam entre um valor médio constante;
- Tendência: os valores da série apresentam uma tendência crescente ou decrescente quando analisados em um longo período de tempo;
- Ciclo: a série apresenta variações ascendentes e descendentes não regulares no tempo;
- Sazonalidade: a série apresenta padrões cíclicos de variação que se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo.

Figura 2 - Características de uma série temporal.



Fonte: Adaptado (Makridakis *et al*, 1998).

A seguir serão apresentadas as técnicas de previsão de demanda baseadas em séries temporais.

- a) Média móvel simples: esta técnica é facilmente calculada. Segundo Peinado e Graeml (2007), ela consiste na média aritmética dos n últimos períodos observados. A formula a seguir representa o calculo da previsão de demanda por meio da média móvel simples:

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

Onde,

P_j = previsão de demanda para o período j

n = número de períodos utilizados para apurar a média móvel

D_i = demanda ocorrida no período i

i = número de ordem de cada período mais recente

Vale destacar que, quanto maior o valor de n , maior será a influência das demandas mais antigas sobre a previsão. Por isso, na prática, muitas vezes os cálculos são realizados incluindo apenas os 3 últimos períodos.

A grande vantagem do uso desta técnica consiste em sua simplicidade operacional e facilidade de entendimento, porém, existe a necessidade de armazenar um grande número de dados, principalmente para períodos (n) grandes, o que faz disso uma de suas limitações. A utilização da média móvel é recomendada em situações onde a demanda apresenta comportamento estável e o produto não é muito relevante.

- b) Média móvel ponderada: Em algumas situações, os dados mais recentes têm uma maior importância para se calcular a previsão do que os dados mais antigos. Sendo assim, no método da média móvel ponderada, cada demanda tem seu próprio peso e a soma dos pesos deve ser igual a 1 (MOREIRA, 2001). De acordo com Peinado e Graeml (2007), é possível utilizar programação linear para determinar quais os valores de ponderação produzem o menor desvio padrão para a previsão.
- c) Suavização exponencial média: De acordo com Tubino (2009), nesta técnica, o peso de cada observação diminui no tempo em progressão geométrica. De maneira simples, cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido na previsão anterior, corrigido por um coeficiente de ponderação. De uma forma geral, deve ser aplicada em demandas que não apresentem tendências nem sazonalidades (PEINADO E GRAEML, 2007).

$$M_t = M_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - M_{t-1}) \quad (2)$$

Onde,

M_t = previsão para o período t

M_{t-1} = previsão para o período $t-1$

α = coeficiente de ponderação

D_{t-1} = demanda do período $t-1$

O coeficiente de ponderação ou suavização (α) é um valor fixado pelo analista, dentro de uma faixa que varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo do maior valor, mais rapidamente o modelo de previsão reagirá a uma variação real da demanda, caso contrário, as previsões poderão ficar defasadas da

demanda real. Os valores normalmente usados para este coeficiente variam de 0,05 a 0,50 (TUBINO, 2009).

- d) Equação linear para tendência: As equações lineares possuem o seguinte formato:

$$Y = a + bX \quad (3)$$

Onde,

Y = previsão de demanda para o período X

a = intercessão no eixo dos Y

b = coeficiente angular

X = período para previsão (partindo de $X=0$)

Fazendo uso de dados históricos da demanda, os coeficientes b e a podem ser obtidos pelas equações a seguir:

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n(\sum x^2) - (\sum X)^2} \quad (4)$$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \quad (5)$$

Onde,

n = número de períodos observados

- e) Ajustamento exponencial para tendência: esta técnica consiste em fazer a previsão baseada em dois fatores, como destaca Tubino (2009): a previsão da média exponencial móvel da demanda e uma estimativa exponencial da tendência, como mostra as equações a seguir:

$$P_{t+1} = M_t + T_t \quad (6)$$

Sendo que,

$$M_t = P_t + \alpha_1(D_t - P_t) \quad (7)$$

$$T_t = T_{t-1} + \alpha_2((P_t - P_{t-1}) - T_{t-1}) \quad (8)$$

Onde,

P_{t+1} = previsão de demanda para o período $t+1$

P_t = previsão de demanda para o período t

P_{t-1} = previsão de demanda para o período $t-1$

M_t = previsão da média exponencial móvel da demanda para o período t

T_t = previsão da tendência exponencial móvel para o período t

T_{t-1} = previsão da tendência para o período $t-1$

α_1 = coeficiente de ponderação da média

α_2 = coeficiente de ponderação da tendência

D_t = demanda do período t

Nesta técnica devem-se estabelecer os valores dos coeficientes de ponderação que corrigirão os erros de previsões, da mesma forma como foi abordado na suavização exponencial da média, quanto maiores os coeficientes, que deverão ficar entre 0 e 1, mais rapidamente as previsões assumirão as novas tendências, caso contrário, menor será a influência de valores extraordinários.

2.3.2.2.2. Previsões baseadas em correlações

A análise deste tipo de previsão consiste no estudo da correlação entre uma variável de resposta e uma ou mais variáveis independentes. Através da identificação desta correlação, é construído um modelo de regressão para prever os valores da variável de resposta em função das variáveis independentes (LUSTOSA *et al*, 2008).

De maneira geral, Tubino (2009), afirma que as previsões neste modelo buscam prever a demanda de um determinado produto com base na previsão de outra variável que seja relacionada com o produto. O autor completa, afirmando que as previsões baseadas em correlações, objetivam estabelecer uma equação que identifique o efeito da variável de previsão sobre a de demanda do produto em análise.

Dois tipos de dados devem ser levantados: histórico de demanda do produto analisado, e o histórico da variável de previsão. Com esses dados é possível utilizar as ferramentas de regressão, podendo estabelecer essa equação matemática (TUBINO, 2009).

O caso mais comum de correlação entre duas variáveis resulta em uma equação linear, sendo então estudada através de uma regressão linear simples. O objetivo da regressão linear simples consiste em encontrar uma equação linear de previsão, do tipo $Y = a + bX$, sendo Y a variável dependente a ser prevista e X a variável independente da previsão.

A equação linear já foi apresentada na parte de previsão da tendência, sendo que dessa vez, as variáveis assumem os seguintes significados:

$$Y = a + bX \quad (3)$$

Onde,

Y = previsão de demanda para o item dependente;

a = intersecção no eixo dos Y ;

b = coeficiente;

X = valor da variável independente.

As equações de determinação dos coeficientes a e b também já foram apresentadas:

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n(\sum x^2) - (\sum X)^2} \quad (4)$$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \quad (5)$$

Onde,

n = número de pares XY observados.

2.3.3. Erros de previsão

De acordo com Slack (1997), qualquer que seja o grau de sofisticação do processo de previsão, é sempre difícil utilizar dados históricos para prever futuras tendências, ciclos ou sazonalidades. Isso ocorre porque todo modelo de previsão de demanda possui um erro, inerente ao método que será usado.

De uma forma geral, Tubino (2009), afirma que existem uma série de fatores que podem afetar o desempenho de um modelo de previsão, sendo os mais comuns:

- A técnica de previsão pode estar sendo usada de forma errônea ou sendo mal interpretada;
- A técnica de previsão perdeu a validade devido a mudança em uma variável importante ou aparecimento de uma nova variável;
- Variações irregulares da demanda podem ter relações com greves, catástrofes naturais ou estoques temporários;
- Ações estratégicas da concorrência, afetando a demanda;

- Variações aleatórias relacionadas aos dados da demanda.

Após a definição da técnica de previsão, é importante o monitoramento do desempenho das previsões afim de confirmar sua validade perante a dinâmica atual dos dados. De maneira geral, o monitoramento do modelo de previsão busca:

- Verificar a precisão dos valores previstos;
- Identificar, isolar e corrigir variações anormais;
- Permitir a escolha de técnicas mais eficientes.

Desvios positivos significam que a demanda superou a previsão e desvios negativos significam o contrário. A partir dos desvios de “n” períodos consecutivos, calcula-se o erro absoluto médio MAD (do inglês *Mean Absolute Derivate*), descrita na equação a seguir:

$$MAD = \frac{\sum |D_i - P_i|}{n} \quad (9)$$

Através do MAD, calcula-se a média dos desvios absolutos (sem sinal), enquanto no EQM (Erro Quadrático Médio), os desvios são elevados ao quadrado (LUSTOSA *et al*, 2008).

$$EQM = \frac{\sum (D_i - P_i)^2}{n} \quad (10)$$

No erro quadrático médio, os desvios de maiores valores acabam tendo um peso maior, o caso contrário ocorre com os desvios de valores menor.

Outra alternativa para a avaliação dos erros resultantes das previsões é o erro percentual absoluto médio (EPAM), que considera os desvios relativos ou percentuais no calculo do erro conforme a equação a seguir:

$$EPAM = \frac{\sum \left| \frac{D_i - P_i}{D_i} \right|}{n} \quad (11)$$

Se o valor de EPAM for de por exemplo, 0,20, significa que a previsão se afasta dos dados reais em aproximadamente 20% e assim por diante.

A técnica de previsão de demanda funciona adequadamente quando apenas erros aleatórios ocorrem. Quando se apresentam outros tipos de erros, eles devem ser investigados para identificar suas causas e corrigir o problema (TUBINO, 2009).

3. METODOLOGIA

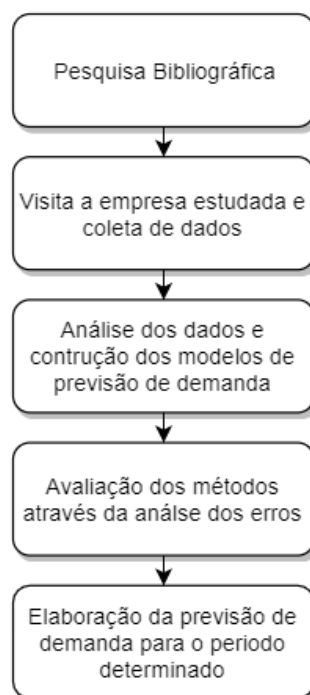
O presente trabalho foi realizado numa empresa que atua no setor de fabricação de produtos para construção civil. Sediada em Mossoró - RN, a empresa iniciou suas operações de mineração em 1994 e em 2002 estendeu suas atividades com foco na fabricação de argamassas colantes e de rejuntamento com acabamento fino para construção civil.

A empresa é responsável atualmente pelo abastecimento de 40% da demanda desses produtos no Rio Grande do Norte e conta com a certificação ISO de qualidade em seus produtos, que abrangem soluções em impermeabilização, cola branca e construção civil. Presente em obras por todo o Nordeste, a empresa investe constantemente no crescimento do seu parque industrial, como também em inovações sustentáveis que possibilitem sempre ampliar os resultados de seus parceiros em suas obras.

O principal mercado desta empresa são as construtoras que se caracterizam pelo consumo de produtos da construção civil ao longo das etapas de obras. A gestão de seus estoques é de responsabilidade da própria empresa, assumindo o planejamento e administração do inventário de estoque. Com isso, é de fundamental importância identificar ferramentas para manutenção da empresa no ambiente competitivo e o gerenciamento inteligente de estoques é uma delas.

O presente trabalho foi dividido em cinco etapas, conforme apresentado na Figura 3. Foi feito primeiramente uma revisão bibliográfica acerca do assunto, em seguida uma visita à empresa estudada, onde foram coletadas informações sobre a mesma e sobre os dados referentes ao histórico de demandas dos períodos desde 2015 até 2018. Os passos seguintes foram a análise dos dados e avaliação dos métodos de previsões, seguido da avaliação dos métodos elaborados afim de determinar a melhor técnica de previsão de acordo com os erros resultantes. Por fim, foi determinada a previsão de demanda para o período de 12 meses seguintes aos dados coletados, ou seja, os 12 meses de 2019.

Figura 3 – Fluxograma das etapas de pesquisa.



Fonte: Autoria própria (2019)

Para a pesquisa bibliográfica utilizou-se material publicado em livros e artigos e trabalhos relacionados que podem ser fontes primárias ou secundárias. Utilizou-se de literaturas voltadas para temas relacionados à gestão de estoques e previsão de demanda.

Foram realizadas visitas à localidade da empresa afim de coletar as informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho, como: relação de produtos produzidos pela empresa, custo unitário, histórico de demanda dos grupos de produtos, etc.

A análise dos dados teve como uma das partes principais a determinação do produto a ser avaliado. Para tanto, utilizou-se a análise ABC que resultou no produto de maior representatividade dentro da classe de produtos analisada.

A etapa seguinte consistiu na análise das técnicas de previsão baseada na demanda histórica do produto escolhido. Como o planejamento da produção é feito a nível mensal, o período e o intervalo das técnicas também foram definidos para essa mesma unidade de tempo. Já o horizonte da previsão considerado ideal pela empresa foi de 12 meses. Com esta visibilidade, ela seria capaz de planejar melhor sua produção para os meses seguintes evitando excesso de produção e avanço de estoque desnecessário para seus clientes distribuidores.

4. RESULTADOS

Nesta etapa são apresentados os resultados encontrados pela implementação das técnicas de previsão de demanda aplicadas nos dados fornecidos pela empresa. Para tanto, utilizou-se as ferramentas das planilhas eletrônicas.

Para obter as análises dos modelos, foi realizado uma análise por meio do *software*, onde os dados levantados foram manipulados pelos modelos de média móvel simples, média móvel ponderada, média móvel com suavização exponencial e o método da sazonalidade com tendência.

4.1. LEVANTAMENTO E REGISTO DOS DADOS

Por meio da coleta de dados, gerados pelo sistema de controle da própria empresa, obteve-se a quantidade em unidades vendidas de todos os 24 itens do grupo “Argamassas”. Na etapa seguinte foi feita a estruturação e tabulação dos dados. Em seguida foi realizada a análise ABC para identificar os principais produtos, que seriam os mais relevantes aos negócios.

A classificação ABC teve por base o valor monetário de cada produto desse grupo, obtido pelo produto da demanda anual pelo preço de venda unitário. O detalhamento da análise ABC dos produtos do grupo argamassa está descrito na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Classificação ABC dos produtos do grupo argamassas.

PRODUTO	QUANTIDADE	UNIT. MÉDIO	VALOR TOTAL	%	DEM. VALORIZADA ACUM.	% ACUMULADA	CLASSIFICAÇÃO
Arg. 01	4.686.384	6,46	30274037,41	55,7701%	30.274.037	55,7701%	A
Arg. 02	1.161.712	11,86	13777904,32	25,3813%	44.051.942	81,1514%	A
Arg. 03	385.552	5,69	2193790,88	4,0413%	46.245.733	85,1927%	B
Arg. 04	93.133	19,48	1814222,491	3,3421%	48.059.955	88,5349%	B
Arg. 05	215.214	8,32	1790578,103	3,2986%	49.850.533	91,8334%	B
Arg. 06	412.214	4,29	1768396,834	3,2577%	51.618.930	95,0911%	B
Arg. 07	52.592	23,81	1252215,52	2,3068%	52.871.146	97,3979%	B
Arg. 08	40.639	14,3	581135,6571	1,0706%	53.452.281	98,4685%	C
Arg. 09	46.048	12,45	573297,6	1,0561%	54.025.579	99,5246%	C
Arg. 10	12.024	6,97	83807,28	0,1544%	54.109.386	99,6790%	C
Arg. 11	3.413	22,53	76885,23429	0,1416%	54.186.271	99,8206%	C
Arg. 12	4.498	8,36	37605,66857	0,0693%	54.223.877	99,8899%	C
Arg. 13	862	23,23	20017,62286	0,0369%	54.243.895	99,9268%	C
Arg. 14	1.712	8,12	13901,44	0,0256%	54.257.796	99,9524%	C
Arg. 15	330	26,18	8646,88	0,0159%	54.266.443	99,9683%	C
Arg. 16	3.337	1,82	6073,6	0,0112%	54.272.517	99,9795%	C
Arg. 17	251	21,32	5360,457143	0,0099%	54.277.877	99,9894%	C
Arg. 18	255	9,44	2405,851429	0,0044%	54.280.283	99,9938%	C
Arg. 19	91	20,59	1882,514286	0,0035%	54.282.165	99,9973%	C
Arg. 20	49	11,96	587,7485714	0,0011%	54.282.753	99,9984%	C
Arg. 21	23	17	388,5714286	0,0007%	54.283.142	99,9991%	C
Arg. 22	46	4,8	219,4285714	0,0004%	54.283.361	99,9995%	C
Arg. 23	23	8,07	184,4571429	0,0003%	54.283.546	99,9998%	C
Arg. 24	5	22,55	103,0857143	0,0002%	54.283.649	100,0000%	C

Fonte: Demanda histórica da empresa estudada (autoria própria, 2019).

foi escolhido o produto “Arg. 01” como foco central para o estudo desse trabalho, visto que este sozinho abrange 55% de toda demanda para este grupo, se tornando o principal componente da linha de produtos da empresa estudada.

A proposta é, a partir dos dados levantados, implementar técnicas quantitativas de previsão de demanda para a empresa, afim de determinar, com maior precisão possível, a demanda para os períodos do ano de 2019.

4.2. ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL

A série temporal do produto “Arg. 01” foi analisada e predita com o auxílio da planilha do Microsoft Excel®. A série é constituída de dados de vendas de argamassas mensais, no período compreendido entre janeiro de 2015 a dezembro de 2018, totalizando 48 períodos de dados coleta.

Ao fazer o estudo dos dados históricos do produto, pôde-se observar a ocorrência do fenômeno de tendência da demanda. A visualização deste padrão de comportamento

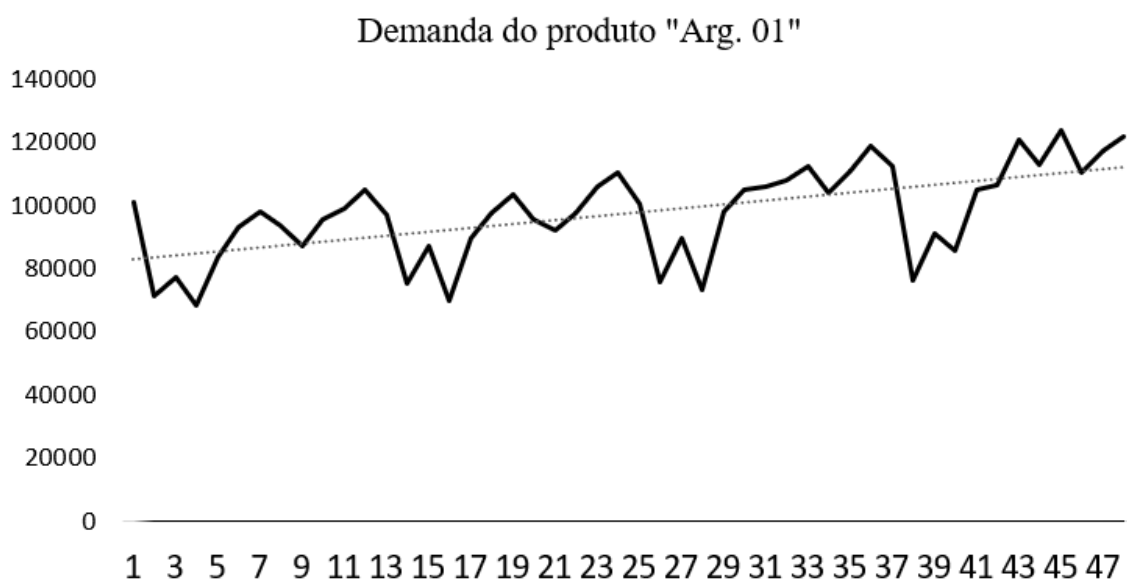
acontece ao plotar os dados históricos de vendas dos últimos 4 anos, apresentados na Tabela 2. No Gráfico 1 é apresentado o gráfico gerado por meio da série de dados obtida.

Tabela 2 – Demanda histórica do produto “Arg. 01” de 2015 a 2018.

Mês	2015	2016	2017	2018
JAN	101.098	97.269	100.600	112.693
FEV	71.229	75.582	75.834	76.465
MAR	77.291	87.355	89.626	91.338
ABR	68.394	69.929	73.505	85.764
MAI	83.724	89.596	98.267	104.988
JUN	93.054	97.391	104.930	106.448
JUL	98.362	103.587	105.971	121.130
AGO	93.654	95.447	108.140	113.145
SET	87.054	92.404	112.706	124.125
OUT	95.782	97.864	104.180	110.495
NOV	99.246	106.178	110.806	117.356
DEZ	104.846	110.626	118.763	122.147

Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 1 – Série dos dados históricos de demanda.



Fonte: Autoria própria (2019).

Através da análise visual da série temporal, percebe-se que ela possui, além da componente de tendência, a componente de sazonalidade. Pode-se afirmar isso uma vez que é possível identificar uma tendência de crescimento além de ciclos de variação que

se repetem em intervalos, apresentando picos e vales em períodos relativamente constantes de tempo.

A avaliação dos dados foi feita a partir de observação dos valores, em gráficos, para ter uma primeira ideia do comportamento da demanda. A partir disso, quatro técnicas foram implementadas para a previsão de demanda, descritas na próxima seção, sendo elas: média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial móvel e sazonalidade com tendência.

Após a análise dos dados e geração dos modelos de previsão, os modelos gerados foram analisados com o intuito de escolher o modelo de melhor representatividade. Do resultado, espera-se que a técnica de sazonalidade com tendência seja a técnica que melhor se adeque nesta análise, conforme visto na literatura de Tubino (2009), Fernandes e Godinho Filho (2010), entre outros.

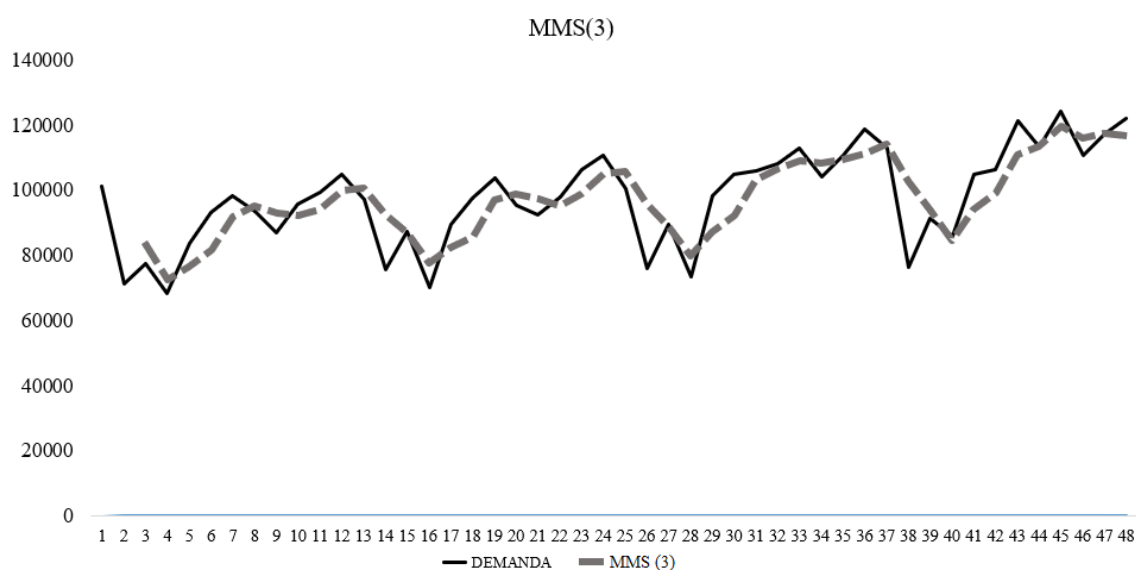
A análise dos modelos por sua vez foi feita pelo cálculo dos erros de previsão e assim identificou-se o modelo que resulta na melhor previsão.

4.3. RESULTADOS DA ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL

4.3.1. Análise da média móvel simples

Tendo os dados históricos das vendas tabelados para a análise de previsão de demanda, primeiramente foi feito um estudo pelos modelos supramencionados de média móveis. Esta análise foi executada visando três períodos predefinidos, o primeiro levou em consideração a média dos 3 meses, o segundo considerou a média dos 6 meses e o terceiro a média dos 12 meses antecedentes a previsão. A tabela com os dados da média móvel simples encontra-se no Apêndice.

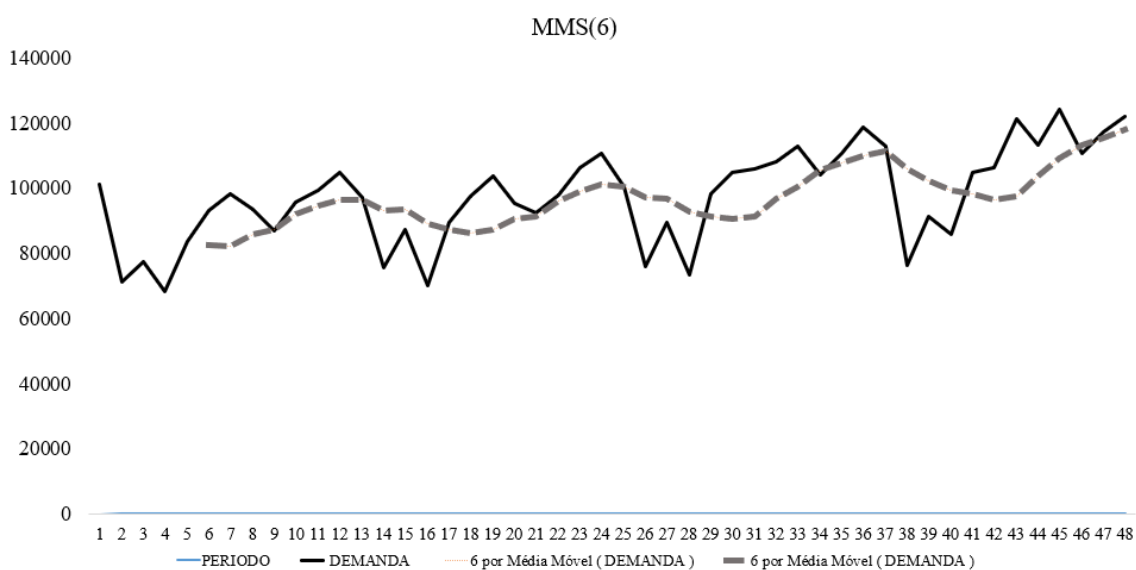
Gráfico 2 – Média móvel simples de 3 períodos.



Fonte: Autoria própria (2019).

A seguir, o Gráfico 3 exibe o perfil da média móvel para 6 períodos.

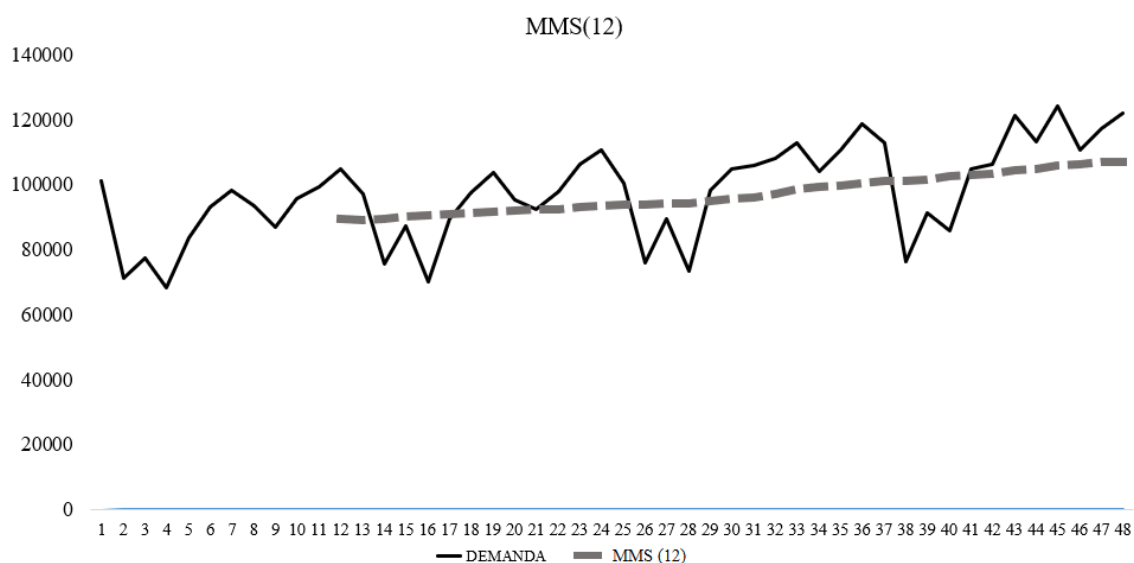
Gráfico 3 – Média móvel simples de 6 períodos.



Fonte: Autoria própria (2019).

O Gráfico 4 a seguir, apresenta o comportamento da média móvel para 12 períodos.

Gráfico 4 – Média móvel simples de 12 períodos.



Fonte: Autoria própria (2019).

Observando o Gráfico 2 pode-se perceber a apresentação do comportamento da Média Móvel Simples (MMS) para 3 períodos em relação ao da demanda real da “Arg. 01” que acompanha o perfil do comportamento da demanda real. No Gráfico 3, percebe-se uma diferença maior entre o perfil da curva desta média móvel em relação a curva da demanda real.

No Gráfico 4 é explícito que não existe um comportamento correspondente entre a demanda real e demanda prevista pela MMS para 12 períodos, tal qual ocorreu no modelo de MMS para 6 períodos. A precisão dessas discrepâncias será medida na seção 4.4.

Como resultado desta análise, obteve-se três possíveis resultados de previsão para o período 49, ou seja, o mês de janeiro de 2019 de acordo com os três tipos de médias móveis utilizados. O Tabela 3 a seguir, apresenta os resultados de cada média móvel analisada.

Tabela 3 – Previsões da média móvel simples.

Mês/Ano	MMS(3)	MMS(6)	MMS(12)
jan/19	116.666	118.066	107.175

Fonte: Autoria própria (2019).

Como resultado das previsões para os três tipos de médias móveis (para 3, 6 e 12 períodos), tem-se os respectivos valores para o período primeiro mês de 2019.

4.3.2 Análise da média móvel ponderada.

Os resultados da MMP (média móvel ponderada) foram obtidos por meio do suplemento de otimização de programação linear da planilha eletrônica, cujos pesos são definidos considerando a otimização do desvio padrão do erro absoluto. Desta forma, originou-se o modelo MMP, um que teve por base os três meses antecedentes ao da previsão e outro que se fundamentou em seis meses que antecedem a previsão requerida. As tabelas dispostas no Apêndice B e C, respectivamente, apresentam os resultados obtidos com a técnica de média móvel ponderada.

Como resultado da média móvel ponderada, obteve-se os valores previstos para o produto “Arg. 01” relativos ao período 49, que corresponde ao mês de janeiro de 2019. A Tabela 4 a seguir, apresenta os valores de previsão para o período de janeiro de 2019.

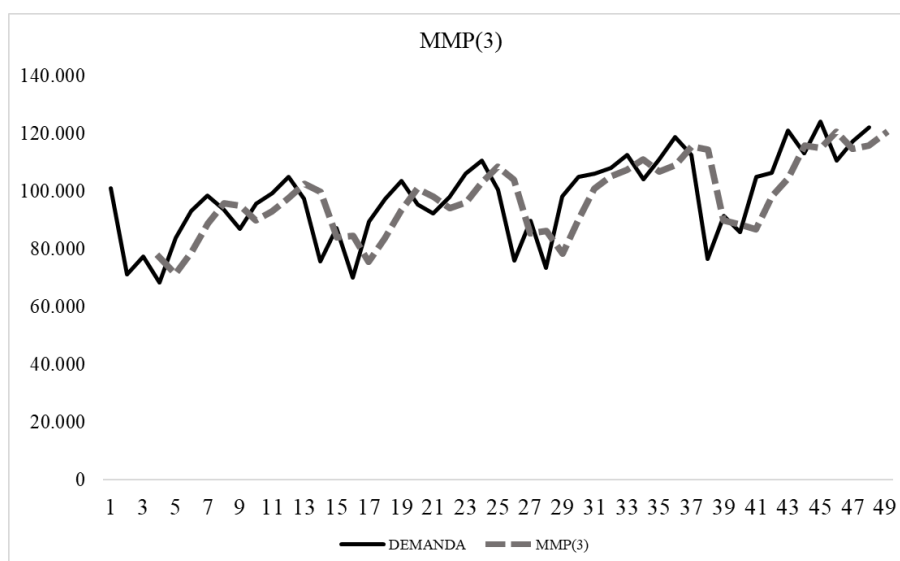
Tabela 4 – Valores de previsão para MMP(3) e MMP(6).

Mês/Ano	MMP(3)	MMP(6)
jan/19	119.945	120.121

Fonte: Autoria própria (2019).

No Gráfico 5, a seguir, é possível observar o comportamento da média móvel ponderada para 3 períodos em relação a demanda histórica.

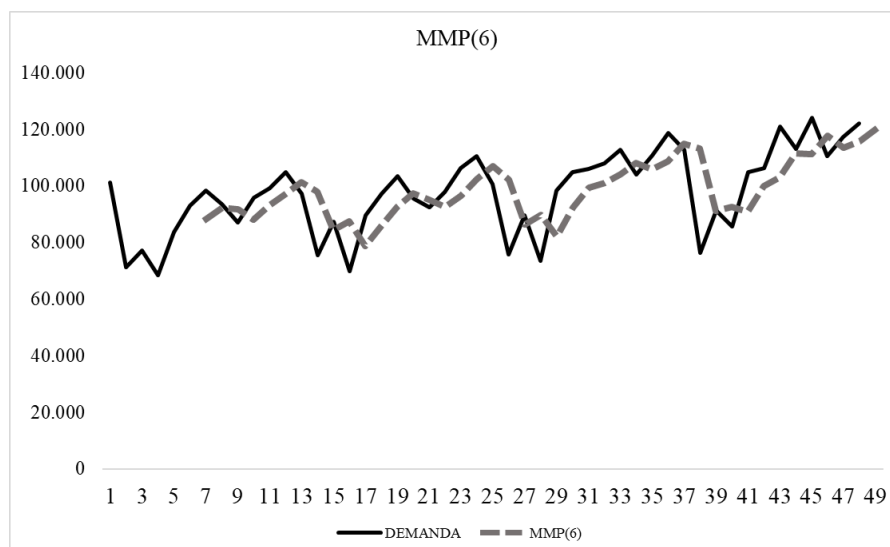
Gráfico 5 – Média móvel ponderada de 3 períodos.



Fonte: Autoria própria (2019).

A média móvel ponderada para 6 períodos é exibida a seguir no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Média móvel ponderada de 6 períodos.



Fonte: Autoria própria (2019).

Constata-se uma semelhança entre os gráficos da MMP (3) e MMP (6), visto que nesses modelos, o perfil da previsão nivela-se com o perfil dos dados históricos. A avaliação desses dois métodos só será possível com as medidas de exatidão descritas adiante na seção 4.4.

4.3.3. Análise da suavização exponencial média.

De maneira semelhante aos modelos da Média Móvel Simples (MMS) e Média Móvel Ponderada (MMP), os modelos da Suavização Exponencial Móvel (SEM) foram gerados pela planilha eletrônica. Para o cálculo de SEM foi determinado um alfa por meio da equação (2) vista na subseção 2.3.2.2.1. A Tabela 5 a seguir mostra o resultado para o mês de janeiro de 2019 de acordo com método da suavização exponencial média.

Tabela 5 – Previsão da suavização exponencial média.

Mês/Ano	SEM
jan/19	119.727

Fonte: Autoria própria (2019).

Como resultado deste método, obteve-se o valor de 119.727 unidades do produto “Arg. 01” a serem vendidas no período de janeiro de 2019.

O coeficiente “alfa” deste modelo com valor de 0,59 e foi determinado através de solução ótima, fornecida pelo suplemento de otimização da planilha eletrônica utilizada. O detalhamento da tabela deste modelo é apresentado no Apendice D.

4.3.4. Análise da sazonalidade com tendência.

De maneira diferente dos resultados apresentados pelas técnicas anteriores, o método da sazonalidade com tendência resultou na previsão de demanda para todos os meses de 2019. Na Tabela 6 a seguir apresenta os resultados para os 12 meses de 2019 de acordo com a técnica de sazonalidade com tendência.

Tabela 6 – Previsão para 2019 segundo a sazonalidade com tendência.

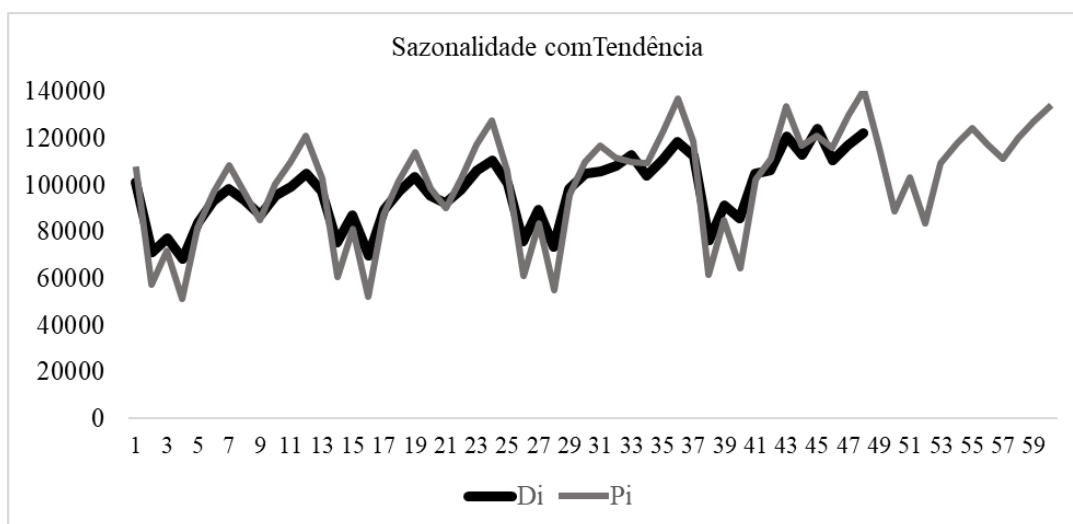
Mês/Ano	D. Prevista
jan/19	115.999
fev/19	88.789
mar/19	103.347
abr/19	83.510
mai/19	109.336

jun/19	117.685
jul/19	124.623
ago/19	117.173
set/19	111.219
out/19	120.131
nov/19	127.393
dez/19	133.461

Fonte: Autoria própria (2019).

O detalhamento da tabela com todas as etapas desta técnica é apresentado no Apêndice E. O Gráfico 7 a seguir, apresenta o comportamento da previsão de demanda segundo a sazonalidade com tendência, em relação a demanda histórica.

Gráfico 7 – Sazonalidade com tendência.



Fonte: Autoria própria (2019).

É possível identificar o comportamento da previsão para os meses seguintes, onde apresenta padrão semelhante ao perfil da demanda histórica, mantendo a sazonalidade.

4.4. MEDIDAS DE DESEMPENHO DAS SÉRIES TEMPORAIS

A forma de acompanhar o desempenho dos modelos de previsão consistiu em verificar o comportamento do erro acumulado, este que deve tender a zero, pois espera-

se que o modelo de previsão gere, aleatoriamente, valores acima e abaixo dos reais, devendo assim se anular.

De uma maneira geral, a partir dos erros calculados, observaram-se os erros que cada tipo de previsão gera. Partindo disso, o melhor método será escolhido. O resumo da análise feito se encontra na Tabela 7:

Tabela 7 – Comparação entre erros dos modelos de previsão analisados.

MÉTODOS	MAD	EQM	EPAM
MMS (3)	11.135	195.562.774	12,01%
MMS (6)	11.532	201.771.018	12,32%
MMS (12)	10.777	156.515.075	11,16%
MMP (3)	9.620	144.790.464	10,47%
MMP (6)	9.137	134.736.616	9,84%
SEM	9.877	156.706.721	11,00%
Sazonalidade com Tendência	8.579	106.068.142	9,25%

Fonte: Autoria própria (2019).

Conforme visualizado na Tabela 7, nota-se que foram gerados seis modelos, dos quais três destes foram para cada uma das médias móveis, sendo um com base no horizonte de três, seis e outro com horizonte de doze meses. Além do mais, percebe-se os parâmetros que serviu de comparação na escolha do modelo que apresentou os menores erros.

É possível identificar que a técnica de sazonalidade com tendência é a mais indicada para a realização da previsão de demanda do produto “Arg. 01”, visto que os erros gerados por este método são os menores comparados aos outros métodos. O que foi comprovado com a análise do gráfico gerado pela demanda histórica em relação ao período.

Importante ressaltar que os outros modelos não serão descartados, pois o monitoramento da demanda sob a ótica das outras técnicas deve ser periodicamente revisado. Isso permite que se identifique mudanças de mercado, sazonalidades inesperadas e valide a escolha de qual método é o mais apropriado para realizar a previsão.

A avaliação da técnica segundo o cálculo do erro percentual absoluto médio (EPAM), resultou no valor que significa que a previsão se afasta dos dados reais em aproximadamente 9,25%.

Com resultado das avaliações das técnicas de previsão, a empresa tem então a possibilidade da implantação de um sistema de previsão de demanda, o qual poderá

contribuir de forma eficiente para o equilíbrio dos níveis do seu estoque visando a redução dos custos de fabricação e demais custos, garantindo a sobrevivência em um cenário cada vez mais competitivo.

De uma forma geral, a previsão da demanda do produto analisado dá subsídios para uma melhor gestão de seus materiais. Os modelos de gestão utilizam os resultados da previsão de demanda como parâmetros de ressuprimento de estoque de matéria prima, nível de reposição de matéria-prima, estoque máximo, entre outros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na procura de um diferencial competitivo de mercado, as empresas estão buscando oportunidades de se sobressair sobre as demais. A gestão de estoque tem então grande importância, tendo em vista que trata de uma parcela do ativo da empresa. Se essa gestão falhar, a empresa poderá deixar de gerar lucros e agregação de valor a este processo.

Hoje, por meio da informatização, os gerentes podem contar com os vários sistemas e ferramentas de gestão de estoque, auxiliando-os nas rotinas administrativas da empresa, trazendo benefícios e total controle e organização para as melhorias futuras.

A previsão de demanda de seus produtos é uma das análises que são importantes na tomada de decisão, pela projeção da demanda que a empresa irá necessitar no futuro.

Este presente trabalho apresentou a determinação do método que melhor se adéqua à previsão de demanda para os dados de vendas de uma empresa com foco na produção de argamassas colantes. Para atingir tal objetivo, foi necessária uma pesquisa bibliográfica sobre os métodos de previsão.

A análise ABC classificou os itens de acordo com sua importância relativa. Nesta análise, observou-se que o maior retorno financeiro da empresa é proveniente dos itens do grupo A, onde o produto “Arg.01” possui 55% de toda representatividade da classe de argamassas, dessa forma, o mesmo necessita de uma maior atenção, pois, é o mais valioso financeiramente, atendendo assim ao item b dos objetivos específicos. Logo, todo o estudo de previsão de demanda foi baseado nos dados deste produto.

Dentre os métodos comumente utilizados com base em dados históricos, o que melhor se encaixou no modelo da empresa foi o de sazonalidade com tendência, como já era esperado, utilizando o modelo de Tubino (2009) como padrão para os cálculos, conforme visto na descrição teórica, atendendo, dessa forma, o item d dos objetivos específicos.

O resultado da análise de desempenho das séries temporais apontou as técnicas de média móvel simples como as menos indicadas para a previsão da série histórica estudada. Isto se deve ao fato que esta técnica é mais eficiente para valores demanda são estacionários, ou seja, variando em torno de um valor médio.

A previsão de demanda pode proporcionar a empresa uma eficiente gestão de estoque, visto que traz maior segurança nas tomadas de decisão, além de prevenir possíveis atrasos na entrega de pedidos.

A principal dificuldade encontrada no decorrer deste trabalho foi coletar as informações referentes a demanda histórica de vendas dos produtos. Apesar das dificuldades, O objetivo do presente trabalho foi alcançado na determinação desse modelo representativo.

Para futuros estudos, sugere-se a análise das técnicas utilizadas com um maior número de observações além da utilização de outros métodos quantitativos. Os dados fornecidos também servem de base para outras técnicas de gestão de estoques como lote econômico, estoque máximo e mínimo, definição de layout de armazem, entre outras.

REFERÊNCIAS

- ALBERTIN, M. R.; PONTES, H. L. J. **Administração da Produção e operações**. Curitiba: InterSaberes, 2016.
- ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Bookman, 2006.
- BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial**. São Paulo, Atlas, 1995.
- BARBOSA, Marcos Antônio. **Iniciação à pesquisa operacional no ambiente de gestão** [livro eletrônico]/Marcos Antônio Barbosa, Ricardo Alexandre Deckmann Zanardini. 3. ed. rev. e atual. Curitiba: InterSaberes, 2015.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. 6ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A.; **Administração de produção e de operações**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção. Dos Fundamentos ao Essencial**. São Paulo: Atlas S.A, 2010.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Ed. – São Paulo: Atlas, 2008.
- GOMES, Carlos Roberto. **Estoques e Compras: Introdução às Práticas de Gestão Estratégica de Compras & Suprimentos**. 1. Ed. Editora Viana. Santa Cruz do Rio Pardo. São Paulo. 2012.
- LUSTOSA, L.; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e controle da Produção**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2008.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R. **Forecasting: Methods and**
- MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- POZO, Hamilton. **Administração de reursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002
- SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SLACK, Nigel, HARRISON, Alan, JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática** / Dalvio Ferrari Tubino. – 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 2009.

APENDICE A

Tabela de dados da média móvel simples.

Mês/Ano	i	di	MM(3)	Erro	MM(6)	Erro	MM(12)	Erro
jan/15	1	101098	-	-	-	-	-	-
fev/15	2	71229	-	-	-	-	-	-
mar/15	3	77291	-	-	-	-	-	-
abr/15	4	68394	83.206	-14812,00	-	-	-	-
mai/15	5	83724	72.305	11419,33	-	-	-	-
jun/15	6	93054	76.470	16584,33	-	-	-	-
jul/15	7	98362	81.724	16638,00	82.465	15897,00	-	-
ago/15	8	93654	91.713	1940,67	82.009	11645,00	-	-
set/15	9	87054	95.023	-7969,33	85.747	1307,50	-	-
out/15	10	95782	93.023	2758,67	87.374	8408,33	-	-
nov/15	11	99246	92.163	7082,67	91.938	7307,67	-	-
dez/15	12	104846	94.027	10818,67	94.525	10320,67	-	-
jan/16	13	97269	99.958	-2689,00	96.491	778,33	89.478	7791,17
fev/16	14	75582	100.454	-24871,67	96.309	-20726,50	89.159	-13576,75
mar/16	15	87355	92.566	-5210,67	93.297	-5941,50	89.522	-2166,50
abr/16	16	69929	86.735	-16806,33	93.347	-23417,67	90.360	-20431,17
mai/16	17	89596	77.622	11974,00	89.038	558,17	90.488	-892,08
jun/16	18	97391	82.293	15097,67	87.430	9961,50	90.977	6413,58
jul/16	19	103587	85.639	17948,33	86.187	17400,00	91.339	12248,17
ago/16	20	95447	96.858	-1411,00	87.240	8207,00	91.774	3672,75
set/16	21	92404	98.808	-6404,33	90.551	1853,17	91.924	480,33
out/16	22	97864	97.146	718,00	91.392	6471,67	92.370	5494,50
nov/16	23	106178	95.238	10939,67	96.048	10129,83	92.543	13635,00
dez/16	24	110626	98.815	11810,67	98.812	11814,17	93.121	17505,33
jan/17	25	100600	104.889	-4289,33	101.018	-417,67	93.602	6997,67
fev/17	26	75834	105.801	-29967,33	100.520	-24685,83	93.880	-18045,92
mar/17	27	89626	95.687	-6060,67	97.251	-7625,00	93.901	-4274,92
abr/17	28	73505	88.687	-15181,67	96.788	-23283,00	94.090	-20585,17
mai/17	29	98267	79.655	18612,00	92.728	5538,83	94.388	3878,83
jun/17	30	104930	87.133	17797,33	91.410	13520,33	95.111	9819,25
jul/17	31	105971	92.234	13737,00	90.460	15510,67	95.739	10232,00
ago/17	32	108140	103.056	5084,00	91.356	16784,50	95.938	12202,33
set/17	33	112706	106.347	6359,00	96.740	15966,17	96.995	15710,58
out/17	34	104179,5	108.939	-4759,50	100.587	3593,00	98.687	5492,25
nov/17	35	110806	108.342	2464,17	105.699	5107,08	99.214	11592,46
dez/17	36	118763	109.231	9532,50	107.789	10974,25	99.599	19163,79
jan/18	37	112693	111.250	1443,50	110.094	2598,75	100.277	12415,71
fev/18	38	76465	114.087	-37622,33	111.215	-34749,58	101.285	-24820,04
mar/18	39	91338	102.640	-11302,33	105.935	-14597,42	101.338	-9999,63
abr/18	40	85764	93.499	-7734,67	102.374	-16610,08	101.480	-15716,29
mai/18	41	104988	84.522	20465,67	99.305	5683,17	102.502	2486,13
jun/18	42	106448	94.030	12418,00	98.335	8112,83	103.062	3386,04
jul/18	43	121130	99.067	22063,33	96.283	24847,33	103.188	17941,54
ago/18	44	113145	110.855	2289,67	97.689	15456,17	104.452	8693,29
set/18	45	124125	113.574	10550,67	103.802	20322,83	104.869	19256,21
out/18	46	110495	119.467	-8971,67	109.267	1228,33	105.820	4674,63
nov/18	47	117356	115.922	1434,33	113.389	3967,50	106.347	11009,33
dez/18	48	122147	117.325	4821,67	115.450	6697,17	106.893	15254,50
jan/19	49	-	116.666	-	118.066	-	107.175	-
MAD			11.135		11.532		10.777	

APENDICE B

Tabela de dados da média móvel ponderada para 3 períodos.

Mês/Ano	i	Di	MMP (3)	Erro	MAD
jan/15	1	101.098	-	-	9.620
fev/15	2	71.229	-	-	
mar/15	3	77.291	-	-	
abr/15	4	68.394	77.145	8.751	
mai/15	5	83.724	71.195	12.529	
jun/15	6	93.054	78.792	14.262	
jul/15	7	98.362	88.632	9.730	
ago/15	8	93.654	95.804	2.150	
set/15	9	87.054	94.992	7.938	
out/15	10	95.782	89.762	6.020	
nov/15	11	99.246	93.079	6.167	
dez/15	12	104.846	97.396	7.450	
jan/16	13	97.269	102.585	5.316	
fev/16	14	75.582	99.624	24.042	
mar/16	15	87.355	83.940	3.415	
abr/16	16	69.929	84.585	14.656	
mai/16	17	89.596	75.422	14.174	
jun/16	18	97.391	83.680	13.711	
jul/16	19	103.587	93.226	10.361	
ago/16	20	95.447	100.813	5.366	
set/16	21	92.404	97.965	5.561	
out/16	22	97.864	94.061	3.803	
nov/16	23	106.178	96.099	10.079	
dez/16	24	110.626	102.799	7.827	
jan/17	25	100.600	108.449	7.849	
fev/17	26	75.834	103.920	28.086	
mar/17	27	89.626	85.473	4.153	
abr/17	28	73.505	86.337	12.832	
mai/17	29	98.267	78.388	19.879	
jun/17	30	104.930	90.420	14.510	
jul/17	31	105.971	100.826	5.145	
ago/17	32	108.140	105.138	3.002	
set/17	33	112.706	107.285	5.421	
out/17	34	104.180	110.907	6.727	
nov/17	35	110.806	106.949	3.857	
dez/17	36	118.763	108.995	9.768	
jan/18	37	112.693	115.433	2.740	
fev/18	38	76.465	114.342	37.877	
mar/18	39	91.338	89.976	1.362	
abr/18	40	85.764	88.443	2.679	
mai/18	41	104.988	86.760	18.228	
jun/18	42	106.448	98.421	8.027	
jul/18	43	121.130	104.604	16.526	
ago/18	44	113.145	115.723	2.578	
set/18	45	124.125	115.026	9.099	
out/18	46	110.495	120.703	10.208	
nov/18	47	117.356	114.670	2.686	
dez/18	48	122.147	115.809	6.338	
jan/19	49		119.945		

APENDICE C

Tabela de dados da média móvel ponderada para 6 períodos.

Mês/Ano	i	Di	MMP (6)	Erro	MAD
jan/15	1	101.098			9.137
fev/15	2	71.229			
mar/15	3	77.291			
abr/15	4	68.394			
mai/15	5	83.724			
jun/15	6	93.054			
jul/15	7	98.362	88.265	10.097	
ago/15	8	93.654	92.334	1.320	
set/15	9	87.054	91.834	4.780	
out/15	10	95.782	88.149	7.633	
nov/15	11	99.246	93.240	6.006	
dez/15	12	104.846	97.215	7.631	
jan/16	13	97.269	101.332	4.063	
fev/16	14	75.582	98.102	22.520	
mar/16	15	87.355	84.509	2.846	
abr/16	16	69.929	87.500	17.571	
mai/16	17	89.596	78.661	10.935	
jun/16	18	97.391	85.945	11.446	
jul/16	19	103.587	92.636	10.951	
ago/16	20	95.447	97.428	1.981	
set/16	21	92.404	95.106	2.702	
out/16	22	97.864	92.538	5.326	
nov/16	23	106.178	96.462	9.716	
dez/16	24	110.626	102.572	8.054	
jan/17	25	100.600	106.885	6.285	
fev/17	26	75.834	102.082	26.248	
mar/17	27	89.626	86.408	3.218	
abr/17	28	73.505	89.842	16.337	
mai/17	29	98.267	82.077	16.190	
jun/17	30	104.930	92.350	12.580	
jul/17	31	105.971	99.301	6.670	
ago/17	32	108.140	101.141	6.999	
set/17	33	112.706	104.168	8.538	
out/17	34	104.180	108.144	3.964	
nov/17	35	110.806	105.948	4.858	
dez/17	36	118.763	108.844	9.919	
jan/18	37	112.693	114.794	2.101	
fev/18	38	76.465	113.133	36.668	
mar/18	39	91.338	91.338	0	
abr/18	40	85.764	92.630	6.866	
mai/18	41	104.988	90.932	14.056	
jun/18	42	106.448	99.969	6.479	
jul/18	43	121.130	102.978	18.152	
ago/18	44	113.145	111.426	1.719	
set/18	45	124.125	111.359	12.766	
out/18	46	110.495	117.722	7.227	
nov/18	47	117.356	113.470	3.886	
dez/18	48	122.147	115.714	6.433	
jan/19	49		120.121		

APENDICE D

Tabela de dados da Suavização Exponencial Móvel

i	Demanda	M alfa	Erro	MAD
1	101.098	-	-	9.877
2	71.229	101.098	29.869	
3	77.291	83.200	5.909	
4	68.394	79.659	11.265	
5	83.724	72.909	10.815	
6	93.054	79.389	13.665	
7	98.362	87.577	10.785	
8	93.654	94.039	385	
9	87.054	93.809	6.755	
10	95.782	89.761	6.021	
11	99.246	93.369	5.877	
12	104.846	96.890	7.956	
13	97.269	101.657	4.388	
14	75.582	99.028	23.446	
15	87.355	84.979	2.376	
16	69.929	86.403	16.474	
17	89.596	76.532	13.064	
18	97.391	84.360	13.031	
19	103.587	92.168	11.419	
20	95.447	99.010	3.563	
21	92.404	96.875	4.471	
22	97.864	94.196	3.668	
23	106.178	96.394	9.784	
24	110.626	102.257	8.369	
25	100.600	107.272	6.672	
26	75.834	103.274	27.440	
27	89.626	86.832	2.794	
28	73.505	88.506	15.001	
29	98.267	79.517	18.750	
30	104.930	90.752	14.178	
31	105.971	99.248	6.723	
32	108.140	103.276	4.864	
33	112.706	106.191	6.515	
34	104.180	110.095	5.915	
35	110.806	106.550	4.256	
36	118.763	109.100	9.663	
37	112.693	114.890	2.197	
38	76.465	113.574	37.109	
39	91.338	91.338	0	
40	85.764	91.338	5.574	
41	104.988	87.998	16.990	
42	106.448	98.178	8.270	
43	121.130	103.134	17.996	
44	113.145	113.917	772	
45	124.125	113.454	10.671	
46	110.495	119.848	9.353	
47	117.356	114.244	3.112	
48	122.147	116.109	6.038	
49		119.727		

APENDICE E

Tabela de dados da Sazonalidade com Tendência

i	Di	MCM	IS INDIV.	IS INTERV.	Pi	ERRO	MAD
1	101098	84820,31		1,05603852	106763,3827	5665,38	8579,33
2	71229	85341,62		0,8045058	57304,14335	13924,9	
3	77291	85862,93		0,93201727	72036,54707	5254,45	
4	68394	86384,24		0,74959694	51267,93289	17126,1	
5	83724	86905,55		0,97684064	81785,00546	1938,99	
6	93054	87426,86		1,04655427	97386,06068	4332,06	
7	98362	89318,292	1,10125	1,1031426	108507,3124	10145,3	
8	93654	89340,125	1,04829	1,0324323	96691,41925	3037,42	
9	87054	89940,833	0,9679	0,9754854	84919,90931	2134,09	
10	95782	90424,125	1,05925	1,0488585	100461,7604	4679,76	
11	99246	90732,75	1,09383	1,1072231	109887,4685	10641,5	
12	104846	91158,125	1,15016	1,1547273	121068,5432	16222,5	
13	97269	91556,542	1,06239	1,0560385	102719,8112	5450,81	
14	75582	91848,958	0,82289	0,8045058	60806,15708	14775,8	
15	87355	92146,583	0,948	0,9320173	81416,36891	5938,63	
16	69929	92456,25	0,75635	0,7495969	52418,56419	17510,4	
17	89596	92831,833	0,96514	0,9768406	87521,01368	2074,99	
18	97391	93361,5	1,04316	1,0465543	101924,9665	4533,97	
19	103587	93741,125	1,10503	1,1031426	114271,2325	10684,2	
20	95447	93890,417	1,01658	1,03243235	98542,57045	3095,57	
21	92404	93995,542	0,98307	0,97548544	90138,75641	2265,24	
22	97864	94239,167	1,03846	1,04885845	102645,4837	4781,48	
23	106178	94749,458	1,12062	1,10722315	117562,7394	11384,7	
24	110626	95424,875	1,1593	1,15472734	127742,8673	17116,9	
25	100600	95838,333	1,04968	1,05603852	106237,4755	5637,48	
26	75834	96466,542	0,78612	0,8045058	61008,89254	14825,1	
27	89626	97841,333	0,91603	0,93201727	83532,98013	6093,02	
28	73505	98950,396	0,74285	0,74959694	55099,12283	18405,9	
29	98267	99406,375	0,98854	0,97684064	95991,19884	2275,8	
30	104930	99938,25	1,04995	1,04655427	109814,9391	4884,94	
31	105971	100781,17	1,0515	1,1031426	116901,1244	10930,1	
32	108140	101311,33	1,0674	1,03243235	111647,2343	3507,23	
33	112706	101408,96	1,1114	0,97548544	109943,0618	2762,94	
34	104180	101991,08	1,02146	1,04885845	109269,5493	5090,05	
35	110806	102781,92	1,07807	1,10722315	122686,9681	11881	
36	118763	103125,21	1,15164	1,15472734	137138,8837	18375,9	
37	112693	103820,08	1,08546	1,05603852	119008,1494	6315,15	
38	76465	104660,25	0,7306	0,8045058	61516,5357	14948,5	
39	91338	105344,58	0,86704	0,93201727	85128,5937	6209,41	
40	85764	106083,52	0,80846	0,74959694	64288,43168	21475,6	
41	104988	106619,58	0,9847	0,97684064	102556,5448	2431,46	
42	106448	107033,5	0,99453	1,04655427	111403,6085	4955,61	
43	121130	106715,33	-	1,1031426	133623,6631	12493,7	
44	113145	107236,64	-	1,03243235	116814,5582	3669,56	
45	124125	107757,95	-	0,97548544	121082,13	3042,87	
46	110495	108279,26	-	1,04885845	115893,6148	5398,61	
47	117356	108800,57	-	1,10722315	129939,2798	12583,3	
48	122147	109321,88	-	1,15472734	141046,481	18899,5	
49	-	109843,19	-	1,05603852	115999	-	
50	-	110364,5	-	0,8045058	88789	-	
51	-	110885,81	-	0,93201727	103347	-	
52	-	111407,12	-	0,74959694	83510	-	
53	-	111928,43	-	0,97684064	109336	-	
54	-	112449,74	-	1,04655427	117685	-	
55	-	112971,05	-	1,1031426	124623	-	
56	-	113492,36	-	1,03243235	117173	-	
57	-	114013,67	-	0,97548544	111219	-	
58	-	114534,98	-	1,04885845	120131	-	
59	-	115056,29	-	1,10722315	127393	-	
60	-	115577,6	-	1,15472734	133461	-	