

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE GESTÃO E NEGÓCIOS

HORÁCIO FERNANDO GONÇALVES RABELO NETO

APLICAÇÃO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DE DEMANDA
EM UMA FÁBRICA DE RAÇÃO EM EXPANSÃO

UBERLÂNDIA
2023

HORÁCIO FERNANDO GONÇALVES RABELO NETO

APLICAÇÃO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DE DEMANDA
EM UMA FÁBRICA DE RAÇÃO EM EXPANSÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Administração Noturno, da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Caixeta de Castro Maia

UBERLÂNDIA
2023

HORÁCIO FERNANDO GONÇALVES RABELO NETO

APLICAÇÃO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DE DEMANDA
EM UMA FÁBRICA DE RAÇÃO EM EXPANSÃO

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção
do título de Bacharel no Curso de
Administração Integral da Universidade
Federal de Uberlândia (MG).

Uberlândia, 16 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Caixeta de Castro Maia

Prof. Dr. Cristiano Henrique Antonelli da Veiga

Prof. Dra. Miriam Tiemi Takimura Oliveira

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus em primeiro lugar e também a minha família, especialmente meus pais, Jeancarlo e Daire, que deram todo suporte necessário para chegar a este momento. Dedico também à minha irmã Laura e a minha companheira Fernanda, que sempre foi uma incentivadora na busca de meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para este trabalho, assim como com toda a minha formação escolar, desde o ensino básico até este momento na universidade. Agradeço especialmente à classe de professores como um todo, porque tantos foram importantes em minha formação, que citar apenas alguns seria injusto.

Novamente demonstro gratidão aos meus pais, assim como minha companheira, outros familiares, colegas de escola e universidade, pelo apoio ao longo dessa trajetória. Por fim, agradeço ao professor orientador deste trabalho Leonardo Caixeta que procurou o tempo todo tirar o melhor de mim e propor caminhos inovadores.

SUMÁRIO

2	INTRODUÇÃO	8
2.3	Problema de pesquisa	9
2.4	OBJETIVOS	9
3	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	11
3.3	Da estratégia de operações ao planejamento e controle de produção (PCP)	11
3.4	Avaliando o PCP como processo	12
3.5	As técnicas de previsão de demanda	13
3.6	AVALIAÇÃO DO ERRO DE PREVISÃO DE DEMANDA	19
4	METODOLOGIA	25
5	ANÁLISE DE RESULTADOS	26
5.1	TENDÊNCIA LINEAR E SAZONALIDADE	28
5.2	MÉDIA MÓVEL	29
5.3	MÉDIA PODERADA	30
5.4	SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES	30
5.5	CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS	32
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

RESUMO

Uma maneira de se conseguir melhores resultados no gerenciamento de recursos é aplicando melhores técnicas de previsão de demanda. Identificar qual o melhor modelo contribuirá no planejamento estratégico. Este trabalho tem como objetivo avaliar os métodos de previsão de demanda quantitativos que ofereça a maior acurácia e maior precisão quanto ao consumo de ração e, conseqüentemente, o menor erro. Os métodos utilizados foram: Tendência linear e sazonalidade, Média móvel, Média ponderada e Suavização exponencial simples. Realizou-se uma pesquisa em forma de levantamento de dados com visão quantitativa positivista. A partir da comparação dos métodos, observou-se que o modelo da média móvel ponderada minimizou o percentual de erro, aumentando a acurácia e precisão da previsão de demanda da empresa. O desempenho e comparativo estatístico dos métodos foram avaliados a partir do MPE, MSD, MAD, MAPE, WMAPE, CFE e Erro médio.

PALAVRAS-CHAVE: Administração de operações, Previsão de demanda, Levantamento de dados, Planejamento e controle de produção, Piscicultura

2 INTRODUÇÃO

O cenário atual é de muitas mudanças e mudanças rápidas (MCKINSEY, 2022). Com o maior interesse das pessoas em boas práticas socioambientais, empresas de todos os setores têm buscado desenvolver esta vertente para continuarem competitivas.

Segundo Barbieri (2016, p. 12), “o meio ambiente é um tema que ganhou as ruas, os auditórios, a imprensa e faz parte do vocabulário de políticos, empresários, administradores, líderes sindicais, dirigentes de ONG’s e cidadãos de modo geral.”.

Nesse contexto, o mercado de proteína animal bovina é o principal relacionado com o desmatamento e outros impactos ambientais (RIVERO; ALMEIDA, 2009). A pecuária bovina vem sendo duramente criticada, principalmente por essas questões ambientais, além de também estar sendo pressionada para atender esse novo perfil de consumidores.

A piscicultura de tilápia se tornou uma excelente alternativa para a proteína animal, pois a maioria dos grandes produtores cultivam em zonas ambientais já impactadas. Além disso, comparado com indústrias e efluentes domésticos, os impactos ambientais da piscicultura são praticamente desprezíveis (CYRINO et al., 2010).

O consumo de peixes vem sendo estimulado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a qual recomenda o consumo de no mínimo 250 gramas semanais de pescados, convertendo para kg/ano é aproximadamente 13,5kg.

Segundo o Ministério da Agricultura do Brasil, o consumo per capita global de pescado vem aumentando cerca de 1,5% ao ano, passando de 9 kg/habitante/ano, em 1961, para 20,5 kg/habitante/ano em 2018 (MAPA, 2023).

Neste contexto, a produção de tilápia ou tilapicultura se desenvolveu muito no país. Esse desenvolvimento gerou grande popularização do pescado, se tornando o mais produzido nacionalmente. (PEDROZA FILHO, 2020).

Contudo, como toda e qualquer empresa para se manter competitiva, deve-se buscar os critérios de objetivos de desempenho da função produção para alinhar à estratégia empresarial às rotinas de produção (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; SANTOS, 2020).

Ainda de acordo com o referencial apresentado, a estratégia de produção empurrada, isto é, para produção para estoque (em inglês, *make to stock* – MTS) faz uso

de previsão de demanda para alinhar a estratégia de operações e produção à estratégia organizacional (PEINADO; GRAEML, 2007; SLACK et al., 2009)

De tal modo, a previsão da demanda é um mecanismo de redução dos níveis de estoques e, conseqüentemente, um mecanismo para atingir os objetivos empresariais quanto à qualidade e redução de custos (SANTOS, 2020).

Nesse interim, Ferro, Lima e Trentim (2019) também asseveram sobre os métodos quantitativos como mecanismo de redução de erros de previsão e maior acurácia.

Assim, o estudo em questão será realizado utilizando os dados de uma fábrica de ração para tilápia situada em Uberlândia, Minas Gerais.

2.3 Problema de pesquisa

Assim, o problema de pesquisa é: *Qual método estatístico de previsão de demanda quantitativo que pode oferecer melhor acurácia e precisão quanto ao consumo de ração no setor de piscicultura?*

2.4 OBJETIVOS

Para atingir o objetivo geral e os objetivos específicos, tem-se uma pesquisa quantitativa por meio de uma estratégia de estudo de caso.

Como objetivo geral, a pesquisa irá avaliar os métodos de previsão de demanda quantitativos que ofereça a maior acurácia e maior precisão quanto ao consumo de ração e, conseqüentemente, o menor erro.

Nesse sentido, busca contribuir com a gestão operacional de empresas que estão passando por ampliação e crescimento na capacidade produtiva. A empresa analisada é uma fábrica de ração situada em Uberlândia, Minas Gerais.

A empresa que produz ração animal necessita de uma previsão que forneça um nível alto de acurácia e precisão em relação à quanto ela deve produzir de ração mensalmente, pois a ração produzida tem alto índice de perecibilidade, suportando no máximo 15 dias em estoque. Grande parte do planejamento de produção fica comprometido caso a previsão de demanda não seja feita de forma eficaz, podendo gerar desperdícios e custos desnecessários com estoques.

Sendo assim, os objetivos específicos desse trabalho são:

- 1) Testar modelos de previsão de demanda.
- 2) Analisar o erro obtido.

3) Avaliar tendências, ciclos e causas comuns e especiais que alteram a demanda.

O estudo irá utilizar como base de dados, informações extraídas do sistema da empresa referente aos anos de 2020 e 2021.

3 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Este tópico irá apresentar a base teórica utilizada para o estudo, contendo as etapas do planejamento e controle da produção (PCP), as técnicas de previsão de demanda e, por fim, os indicadores para avaliação do erro.

Avalia-se a Estratégia de Operações mediante o planejamento e controle de produção ao longo do horizonte do tempo. Nesse sentido, em um panorama de produção para estoque, busca-se compreender como o planejamento de longo, médio e curto prazo possui interação com a previsão de demanda auxiliada por métodos quantitativos.

3.3 Da estratégia de operações ao planejamento e controle de produção (PCP)

Os sistemas de administração da produção buscam no planejamento, o alinhamento com as exigências futuras relacionadas aos processos decisórios, tendo em vista os custos para implantação, alterações e as melhorias contínuas (SLACK et al., 2009).

Sendo assim, devido às diversas influências que a empresa não possui controle, busca-se alinhar as expectativas e as percepções. Nesse interim, tem-se o conceito de Planejamento:

É entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão de futuro influencia as decisões tomadas no presente para que se atinjam determinados objetivos futuros. Exige uma dinâmica contínua, com uma definição clara do horizonte de planejamento e um processo de previsão que contribua para uma boa visão do futuro (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2019, p. 29).

De tal modo, Corrêa, Gianesi e Caon (2019) declaram que o planejamento é um processo constante, no qual possui alguns passos que constituem a dinâmica do processo de planejamento que, de forma resumida, seriam: levantamento da situação presente; desenvolvimento e reconhecimento da visão de futuro; tratamento conjunto da situação presente e da visão de futuro; tomada de decisão gerencial; e a execução do plano.

Mas essa dinâmica só teria um bom resultado caso a empresa tenha bem definido quais são os objetivos que pretendem alcançar, através de um bom processo decisório. “No processo de planejamento hierárquico da produção, o primeiro nível é o de gestão estratégica, determinado pelo escalão hierárquico mais alto dentro da organização” (CORRÊA, GIANESI E CAON, 2019, p. 213).

No entanto, para que o planejamento estratégico dê certo, a empresa precisa que esses planos estratégicos se convertam em planos desagregados, no qual auxiliam no entendimento do “o que” deve ser feito em diferentes partes da empresa.

Para tanto, define-se o horizonte de tempo para o planejamento e controle da produção – PCP:

Por isso, é necessário um nível de planejamento intermediário, responsável pelo processo de desdobramento dos planos estratégicos e do S&OP (Planejamento de Vendas e Operações) em planos operacionais. No caso da função de produção, o MPS (Planejamento Mestre da Produção) é o processo responsável por garantir que os planos de manufatura, no nível desagregado, estejam perfeitamente integrados com o nível superior de planejamento estratégico e com os outros planos funcionais (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2019, p. 213).

“O planejamento de vendas e operações pode e deve exercer uma função mais importante dentro do processo de gestão da empresa. [...] Representaria assim o elo entre as reuniões de planejamento estratégico da alta direção e as decisões gerenciais do dia a dia da produção” (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2019, p. 166).

Já o planejamento mestre de produção “é uma declaração de quantidades planejadas que dirigem os sistemas de gestão detalhada de materiais e capacidade, e essa declaração é baseada nas expectativas que temos da demanda e dos próprios recursos com os quais a empresa conta hoje e vai contar no futuro” (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2019, p. 216).

3.4 Avaliando o PCP como processo

O planejamento e controle da produção (PCP) tem um papel importante, principalmente nas indústrias. O PCP consegue estimar, através de diversas ferramentas, o tempo de chegada de insumos, o tempo de produção e o tempo de entrega aos clientes (SLACK et al., 2009).

O sistema de planejamento e controle da produção em um empreendimento é formado por um conjunto de atividades que exigem a definição de uma estrutura que delimite. Exigem também, a definição de um sistema de informações que interligue as funções, proporcione sua atualização, e dê dinamismo e eficácia ao processo produtivo. Necessita, por fim, do desenvolvimento de um sistema de tomada de decisões que o torne coerente e otimize o uso dos recursos produtivos (SCARPELLI, 2006, p.52).

O sistema produtivo é geralmente definido por uma empresa que transforma algo, mediante as entradas de insumos, gerando saídas de produtos e serviços para o cliente (TUBINO, 2007).

Para que seja possível planejar a produção é necessário gerir os fluxos de materiais e os fluxos de informações que se relacionam conforme os objetivos prioritários, definidos pela direção do empreendimento em sua estratégia industrial (COURTOIS et al., 1989).

Esse sistema produtivo, quando bem estruturado, pode fazer com que a empresa tenha em seus produtos ou serviços uma diferença significativa entre o custo de produção e o seu

valor de mercado, gerando um lucro que possibilite investimentos para melhorias contínuas. “As empresas necessitam, em nível estratégico, gerar um planejamento desse sistema produtivo a fim de se manter competitiva” (TUBINO, 2007).

Para se ter o planejamento e controle de produção, há algumas ferramentas que as empresas utilizam para o alcançar e, conseqüentemente, conseguir ter uma boa gestão. Santos (2020) assevera que a previsão de demanda viabiliza o planejamento melhor das aquisições, determina os investimentos em infraestrutura, definição das políticas de contratação e demissão assim como estabelecimento dos percentuais de lucratividade.

Conforme disse Tubino (2007), as previsões têm uma função muito importante nos processos de planejamento dos sistemas de produção, pois permitem que os administradores destes sistemas antevejam o futuro e planejem adequadamente suas ações.

“A direção para a qual a empresa irá, geralmente é traçada em cima de previsões e a previsão de demanda é a mais importante delas” (TUBINO, 2007). A partir da previsão de demanda é possível desenvolver planos de capacidade de produção, estoques, vendas, compras; além disso, é dela que se tira a informação para projetar seu fluxo de caixa.

3.5 As técnicas de previsão de demanda

A empresa que não possui uma previsão de demanda pode ser levada a cometer erros, seja de pequeno a grande porte, por não ter algumas informações importantes para tomadas de decisões. “Conhecer e prever a demanda são os primeiros passos para o planejamento de todos os departamentos/sistemas internos das empresas e também para os fornecedores externos” (COSTA, 2016, p. 51).

[...] a previsão de demanda é fundamental para fornecer uma base de desenvolvimento dos planos de longo, médio e curto prazo. A previsão de demanda permite desenvolver planos dos pontos de vista das instalações, mão-de-obra, matérias primas e outras informações necessárias, considerando que alguns empreendimentos são mais fortemente afetados por um ou outro desses elementos (SCARPELLI, 2006, p. 58).

São diversos os processos que podem ser otimizados com uma boa previsão de demanda; com uma previsão assertiva, a empresa consegue visualizar o nível de importância dos processos, para que se possa tomar decisões estratégicas a respeito da alocação de seus recursos. “As organizações diariamente dependem de tomadas de decisões que procuram se basear em fatores contextuais, oportunidades que o mercado oferece, otimização de recursos financeiros, humanos, tecnológicos e produtivos” (ALMEIDA; CESAR, 2018, p. 11).

O acerto na previsão de demanda ocasiona em uma melhor utilização dos suprimentos da empresa e, conseqüentemente, na entrega dos produtos ou serviços aos seus clientes.

Quanto mais etapas do sistema produtivo da empresa for possível prever, melhor será a sua eficiência e, dessa forma, chegar mais próximo da realidade de seu negócio, equilibrando a oferta e a demanda. “Previsões contém uma função importante no planejamento das empresas, visto que possibilitam uma visão antecipada do futuro, permitindo aos gestores uma melhor tomada de decisão” (OLIVEIRA, 2020, p. 20).

É importante a empresa considerar na realização da previsão de demanda as variáveis que podem surgir nas etapas, pois a empresa está sujeita a ser afetada por fatores externos que não possui o controle. Além disso, é importante que todos os departamentos relacionados estejam cientes da previsão de demanda, ou seja, que as etapas ocorram simultaneamente entre todos os envolvidos. “Quando se aborda a questão da previsão de demanda é necessário verificar os possíveis efeitos da sazonalidade da demanda dos produtos e a compatibilidade das necessidades de produção com a capacidade de processamento” (SCARPELLI, 2006, p. 59).

Os métodos de previsão são separados em três categorias: qualitativos, de projeção histórica (também chamado de séries temporais) e causais.

Segundo Ballou (2006), os métodos qualitativos são baseados em estudos, técnicas comparativas para que se obtenha resultados quantitativos a respeito do futuro, o que traz certas dificuldades em relação à certeza desse método estar correto. Por outro lado, temos os métodos de projeção histórica, ou séries temporais, em que consiste numa repetição do que aconteceu no passado e conseguem identificar alterações quando há acesso à dados novos. E, por último, temos os métodos causais, no qual variáveis relacionadas entre si determinam o nível de previsão do que se quer alcançar.

O método que será o foco desse trabalho serão as séries temporais, que utilizam de informações quantitativas para serem feitas as previsões; de informações baseadas em referências históricas da empresa.

Os métodos quantitativos utilizam dados históricos para descrever seu comportamento através de um modelo matemático e prever os dados futuros (ALMEIDA; CESAR, 2018).

“Os métodos de séries temporais envolvem a análise estatística de dados passados da variável a ser prevista” (ALMEIDA; CESAR, 2018). As Previsões feitas sob o método temporal parte do princípio que não sofre influências de outras variáveis, e é considerado o método mais simples e frequente.

Série temporal é um conjunto de observações ordenadas no tempo, o pressuposto da previsão utilizando séries temporais é que o futuro pode ser

previsto com base no histórico de dados passados, a utilização de séries temporais acredita que os fatores que influenciarão o futuro são os mesmos que influenciaram o passado. (ALMEIDA; CESAR, 2018).

Neste estudo, serão apurados resultados com base em informações quantitativas, com previsões baseadas em métodos de projeção histórica, ou séries temporais. Os modelos usados neste trabalho foram todos baseados nesse tipo de abordagem, dentre os quais estão o método da Média Móvel, Média Ponderada, Suavização Exponencial Simples. Após a aplicação dos métodos quantitativos de previsão de demanda, utilizaremos o Erro Médio Percentual (MAPE), para analisar o erro e seus respectivos indicadores.

3.5.1 TENDÊNCIA LINEAR

A linha de tendência linear mostra a previsão de uma sequência numérica. A depender do seu coeficiente angular, essa tendência pode ser maior ou menor que o número anterior. Caso o conjunto de dados possuam algum tipo de tendência crescente ou decrescente, esse método de previsão pode ser utilizado (GONÇALVES, 2019). A formulação é a seguinte, onde Y representa o conjunto dependente (previsão), a o coeficiente angular, b o coeficiente linear e X o conjunto independente (período).

$$Y = a + bX$$

Fonte: Tubino (1997)

Equação 1

3.5.2 SAZONALIDADE

A sazonalidade é definida como a alteração no padrão de uma série temporal, para cima ou para baixo, quando existe uma razão aceitável para a ocorrência da alteração que justifique sua repetição posterior (RODRIGUES, 2008).

A sazonalidade pode ser entendida como variações cíclicas de curto prazo, relacionadas ao fator tempo. Como exemplo para sazonalidade temos as vendas de panetone, o comportamento de suas vendas é sazonal pois todo ano em um período específico do tempo elas aumentam.

3.5.3 MÉDIA MOVEL

Por ser muito simples, fácil de implantar e precisar de poucos dados históricos, o método da média móvel é bastante utilizado nas empresas. “O significado do nome móvel vem da prática da apuração dos dados, a cada novo período de previsão, o mais antigo é substituído” (TUBINO, 2007).

A média móvel é utilizada quando se tem uma base de dados com períodos anteriores reais e é possível utilizar mais ou menos períodos para apurar a média móvel. “Neste método, a previsão para o próximo período é obtida calculando-se a média dos valores de consumo nos n períodos anteriores” (DIAS, 1993).

Ainda segundo Dias (1993), quanto mais períodos, mais estável será o resultado da previsão e quanto menos períodos, mais dinâmica fica a previsão, possibilitando uma reação maior às mudanças.

Quanto maior o número de períodos utilizados para calcular a média simples, menor a sensibilidade do modelo às variações recentes da demanda, ou seja, caso a demanda se eleve rapidamente o modelo não irá refletir este comportamento e tenderá levar os gestores a subestimarem os valores a serem produzidos. Por outro lado, se houver uma queda acentuada da demanda no curto prazo, os gestores demorarão em reduzir o ritmo de produção, gerando estoques além do necessário (RODRIGUES; ARGENTON; PRUDENCIATO, 2008).

Dentro do conceito de média móvel, há diversos tipos, sendo eles: a média móvel simples, cumulativa, ponderada, exponencial e a adaptativa. “As médias móveis são comumente utilizadas para suavizar flutuações curtas e destacar tendências de longo prazo. As médias móveis mais comuns e que possuem maior efeito para o trabalho em questão são a média móvel simples e a ponderada” (KODAMA, 2021, p. 27).

Segundo Costa (2016), devido ser um modelo com uma fácil manipulação e implementação dos dados é visto como vantagem quando a empresa vai escolher qual modelo utilizar.

As desvantagens desse modelo são à falta de acurácia ao lidar com séries históricas que apresentam tendência ou sazonalidade, desvantagem essa relacionada ao método como é realizado a previsão, que para o próximo período envolve sempre novos períodos ao modelo e a desconsideração dos períodos anteriores. Afim de amenizar esse erro é recomendável a utilização da média ponderada para se aproximar de um padrão mais semelhante à realidade (ALMEIDA; CESAR, 2018).

A fórmula matemática é a seguinte:

$$Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n} \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

$Mm_n =$ Média móvel de n períodos;

$D_i =$ Demanda ocorrida no período i ;

$n =$ número de períodos;

$i =$ índice do período ($i = 1, 2, 3, \dots$).

Fonte: Tubino (2007)

3.5.4 MÉDIA PONDERADA

Para conseguir dar mais importância para os dados mais recentes, pode ser aplicado a média ponderada. Caso se observe uma ascendência ou descendência na série de dados analisados, utilizar a média móvel poderá distorcer a previsão. Nesse caso, a média ponderada resultará uma previsão mais realista com base na sequência numérica em evolução (RODRIGUES, 2008).

O modelo de previsão de demanda pela média móvel ponderada é uma variação da média móvel simples, que também deve ser aplicado apenas para demandas que não apresentem nem tendência nem sazonalidade. A diferença entre este modelo e o da média móvel simples é que agora se considera um peso maior para o último período de demanda, um peso ligeiramente menor para o penúltimo período e assim por diante até o último período que se vá utilizar para a estimativa. Em outras palavras, os valores da demanda dos períodos mais próximos, são considerados mais importantes, na definição da estimativa que os períodos mais distantes.

A fórmula matemática é a seguinte, w representa os pesos atribuídos a cada demanda histórica.:

$$Mmp_n = \frac{\sum_{i=1}^n w_i D_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Equação 03

Fonte: Tubino (2007)

3.5.5 MÉTODOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL

“A suavização é um método estatístico que possui o objetivo de diminuir o impacto das variações aleatórias na série de dados” (VERÍSSIMO et al., 2013). “Funciona muito bem quando se está lidando com itens estáveis. Em geral, tem sido considerado satisfatório em

previsões de curto prazo. Essa técnica não é satisfatória quando a demanda é baixa ou intermitente” (RODRIGUES, ARGENTON, PRUDENCIATO, 2008).

O modelo de previsão de demanda baseado na média móvel com suavização exponencial “é uma variação da média móvel ponderada que também deve ser aplicado apenas para demandas que não apresentem tendência nem sazonalidade. Adota-se um peso de ponderação que se eleva exponencialmente quanto mais recentes são os períodos” (PEINADO, GRAEML, 2007).

O Método de Suavização Exponencial, é uma técnica quantitativa de previsão de demandas que por ser de curto prazo, contém algumas peculiaridades como (i) ser um método de implementação simples; (ii) ser considerado, atualmente, de grande acurácia entre os modelos concorrentes de sua classe; (iii) exigir apenas uma pequena quantidade de dados para sua aplicação e (iv) ter a propriedade de ser auto adaptável às mudanças na série de dados (ALMEIDA, CESAR, 2018).

Ele é composto por uma equação de médias móveis ponderadas exponencialmente. A lógica com esse método é tornar maior a importância dos dados mais recentes em comparação com os mais antigos.

Neste método, a previsão é obtida de acordo com a ponderação dada ao último período. Ele procura fazer a eliminação das situações exageradas que ocorreram em períodos anteriores. É simples de usar e necessita de poucos dados acumulados sendo auto adaptável, corrigindo-se constantemente de acordo com as mudanças dos volumes das vendas. A ponderação utilizada é denominada constante de suavização exponencial que tem o símbolo α e pode variar de $0 < \alpha < 1$ (RODRIGUES; ARGENTON; PRUDENCIATO, 2008).

3.5.6 MÉTODOS DE SUAUVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

Uma ramificação do método de suavização exponencial é o método de Suavização Exponencial Simples, também conhecido como Média Exponencial Móvel, o peso de cada observação decresce no tempo de maneira exponencial (TUBINO, 2007) apud Almeida, Cesar (2018).

Quando a série de dados não apresenta uma tendência clara, pode ser utilizado como método de previsão a suavização exponencial simples, isto é, quando os dados estão flutuando aleatoriamente em um nível médio, sem demonstrar uma sequência futura clara. “A previsão é obtida por meio da previsão anterior, acrescida do erro cometido por essa mesma previsão, corrigido por uma constante de ponderação ($0 < \alpha < 1$)” (ALMEIDA, CESAR, 2018).

A função matemática pode ser representada da seguinte forma:

$$Z_{t+1} = \alpha z_t + (1 - \alpha)Z_t \quad \text{Equação 04}$$

Onde:

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

$$Z_{t+1} = \text{Valor previsto para o período } t + 1$$

α = parametro constante que fica entre 0 e 1

$$Z_t = \text{Valor previsto para o período } t$$

$$Z_t = \text{Valor real observado no período } t$$

3.6 AVALIAÇÃO DO ERRO DE PREVISÃO DE DEMANDA

Quando são feitas comparações entre os modelos de previsão existentes, é importante avaliar a validade de cada modelo, utilizando-se de alguns indicadores de desempenho para isso; o erro é uma forma de se avaliar o modelo. “Os principais indicadores envolvem o erro da previsão. O erro da previsão é definido pela diferença entre o valor observado e o valor previsto no período determinado” (GUIMARÃES, 2008).

Portanto, errar menos é o que faz um modelo eficaz.

Segundo Guimarães (2008), além de usar o erro para analisar o método de previsão, também é muito útil para os gerentes de produção porque, além da demanda esperada da empresa, também precisam estar à par do que pode acontecer caso essa previsão falhe, para avaliar e mitigar o risco.

Para se avaliar a precisão de um método, há alguns indicadores existentes: erro absoluto percentual médio, erro absoluto percentual médio ponderado (ou a sigla WMAPE), erro absoluto médio, erro quadrático médio e erro percentual médio. “Para todas essas medidas quanto menor for o indicador, melhor é a previsão” (GUIMARÃES, 2008).

3.6.1 Erro

Segundo Fernandes e Filho (2010) apud Santos e Neto (2018, p. 10), “é necessário que o sistema de previsões seja controlado, de modo que sejam identificados os erros que ocorrem nas previsões. O erro de previsão de determinado período pode ser definido como a diferença entre a demanda real nesse período e a demanda prevista no período”.

O erro pode ser entendido como a seguinte expressão matemática:

$$e_t = R_t - P_t \text{ Equação 5}$$

Fonte: Santos e Neto (2018)

Segundo Lopes (2002), é de devida importância calcular e acompanhar os erros de previsões, para que se possa acompanhar melhor as previsões que foram criadas, fazendo manutenções e monitoramentos quando necessário.

Outrossim, existe a necessidade de acompanhamento do desempenho dos modelos de previsão para que se possa confirmar suas validades e mantê-los atualizados. Este monitoramento, ao seu tempo, é realizado através de cálculos do erro nas previsões e possui os seguintes objetivos: verificar a acurácia dos valores previstos; identificar, isolar e corrigir variações anormais; e permitir a escolha de técnicas, ou parâmetros, mais eficientes (LOPES, 2018, p. 40).

3.6.2 Erro Absoluto Percentual Médio – MAPE

Para se mensurar o quão precisa é uma previsão, é necessário descobrir o quanto essa previsão está falhando. Uma das formas de se calcular esse erro, é utilizando o erro médio percentual ou MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). “O erro percentual absoluto médio MAPE representa a média percentual da divisão entre erro de previsão e o valor real” (ALMEIDA, CESAR, 2018).

Esse indicador MAPE é recomendado utilizá-lo quando a comparação entre os métodos utilizar intervalos de tempo diferentes entre si. “O método PMA (Porcentagem Média Absoluta) também conhecido como MAPE é utilizado para relacionar o erro absoluto com os valores da demanda, quanto menor esse valor for, mais próximo do real este resultado da demanda é, ou seja, os dados coletados e a análise foram com qualidade” (ALMEIDA, CESAR, 2018).

O MAPE pode ser entendido como a seguinte expressão matemática:

$$MAPE = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N \left| \frac{(y_i - y_{pi})}{y_i} \right| \text{Equação 06}$$

Onde:

y_i = valor real do período i ;

y_{pi} = valor da previsão para o período i e

N = número de períodos no conjunto de validação.

Fonte: Calôba (2002)

3.6.3 Erro Absoluto Percentual Médio Ponderado –WMAPE

“O WMAPE (*Weighted Mean Absolute Percent Error*) é calculado a partir da ponderação dos desvios absolutos aplicando maior peso no cálculo para produtos de maior expressão” (LIMA, 2019), e também expressa a acurácia da previsão como uma porcentagem.

O WMAPE busca solucionar as limitações do MAPE com itens de demanda pequena ou nula. Já que não se pode calcular o indicador MAPE para produtos que possuem demanda zero e para itens de demanda pequena os valores de erro perdem o sentido (GUIMARÃES, 2008).

“Para medir a aderência dos planos funcionais do S&OP sugere-se a utilização do MAPE ou WMAPE conforme o modelo em análise pelo nível de agregação da previsão” (LIMA, 2019). O erro absoluto percentual médio ponderado “tem se tornado cada vez mais utilizado como forma de medição de KPIs (Key Performance Indicator, ou indicador chave de desempenho). Fornece uma medição concisa da precisão da previsão. Como medida de precisão, deve ser calculado como 100 - WMAPE” (LIMA, 2019).

O WMAPE pode ser entendido como a seguinte expressão matemática:

$$WMAPE = \frac{\sum \frac{|A-F|}{A} \times 100 \times A}{\sum A} \quad \text{Equação 07}$$

Onde: A = Actual (Valor real); F = Forecast (Previsão)

Fonte: Lima (2019)

3.6.4 Erro Absoluto médio

“O MAD (Mean Absolute Deviation) expressa a acurácia da previsão na mesma unidade da informação, o que facilita a compreensão gerencial do impacto do erro de previsão” (GUIMARÃES, 2008). Também chamado de Desvio Absoluto da Mediana, o MAD “utiliza o desvio absoluto de cada amostra em relação à mediana dos dados, não utilizando média nem desvio padrão” (MATOS et. al, 2019).

“Em outras palavras, o MAD pode ser definido como a mediana do desvio absoluto entre o sinal medido e a mediana do mesmo sinal”.

O MAD pode ser entendido como a seguinte expressão matemática:

$$MAD = M(|x_i - M(x)|)^b, \text{ Equação 08}$$

sendo: x, os dados medidos; M, a função de mediana; e b, a constante ligada à normalidade dos dados, com valor geralmente utilizado de 1,4826.

Fonte: Matos (2019)

3.6.5 Erro quadrático médio

O MSD (*Mean Squared Deviation*) expressa a acurácia da previsão pela soma do quadrado do erro. Por isso é um indicador muito mais sensível ao erro. Pode ser usado para a comparação de valores entre modelos (GUIMARÃES, 2008).

O MSD pode ser entendido como a seguinte expressão matemática: Equação 09

$$MSD = \left(\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (R_{x_f x_f} - \bar{R}_{x_f x_f})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Equação 09}$$

Onde:

$R_{x_f x_f}$ é a autocorrelação de saída da rede (com defeito)

$\bar{R}_{x_f x_f}$ é a autocorrelação de saída da rede esperada (sem defeito)

N é o número de dados de treinamento

Fonte: Silva (2006)

3.6.6 Erro percentual médio

O MPE (*Mean Percentage Error*) é um indicador de cálculo similar ao MAPE. Porém a finalidade do MPE é analisar o viés da previsão. É útil na identificação de erros sistemáticos de previsão e deve ser usado no seu processo de melhoria (GUIMARÃES, 2008, p. 36).

O MPE pode ser entendido como a seguinte expressão matemática:

$$MPE = \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t) / y_t \right) \times 100$$

Onde:

t = período de tempo

y_t = valor da demanda real no período t

\hat{y}_t = valor da previsão no período t

n = número de valores coletados

Equação 10

Fonte: Guimarães (2008)

A escolha do modelo proposto por Wheelwright e Makridakis (1980) apud Guimarães (2008) afirma que seis critérios devem ser analisados para a escolha do método de previsão:

1. O horizonte de planejamento – quais as necessidades de horizonte de previsão;

2. O padrão da demanda – identificar se a demanda tem padrão típico (horizontal, tendência, sazonal ou cíclica), se é a combinação de mais de um padrão ou se é irregular;
3. As propriedades do método escolhido – facilitadores e dificultadores do método;
4. O custo associado ao método – o custo de desenvolvimento, de armazenamento e operação;
5. A acurácia do método – a precisão que o método oferece em comparação com as necessidades de previsão;
6. A aplicabilidade do modelo – facilidade de aplicação (necessidade do tempo de resposta da previsão e compreensão dos usuários da previsão).

3.6.7 Somatório do erro ou CFE e Erro médio

Como técnicas de previsão sempre estão suscetíveis a erros, faz-se necessário verificar sua acuracidade através de alguns indicadores (ZAN, 2007). O somatório cumulativo dos erros de previsão ou CFE (cumulative sum of forecast error), mostra a soma total dos erros e é calculado a partir da seguinte equação:

$$CFE = \sum E_t \quad \text{Equação 11}$$

Fonte: Zan (2007)

No qual

$$E_t = D_t - F_t \quad \text{Equação 12}$$

$D_t =$ Demanda do período

$F_t =$ Previsão do período

$E_t =$ Erro da previsão

Fonte: Zan (2007)

Já o Erro médio é encontrado fazendo o cálculo da média dos erros de previsão, seguindo a equação 13, onde n é o número de períodos.

$$\bar{E} = \frac{CFE}{n} \quad \text{Equação 13}$$

Fonte: Zan (2007)

Com o conteúdo disposto na revisão bibliográfica, conclui-se sobre a importância que a previsão de demanda tem em relação à composição do planejamento de uma organização. A seguir, apresentamos a metodologia utilizada para desenvolvimento do trabalho.

4 METODOLOGIA

A empresa estudada foi escolhida para aproveitar a forte crescente do mercado de tilápia no Brasil, já que não existem muitos estudos científicos abordando empresas desse setor. A facilidade de acesso aos dados da empresa também influenciou na escolha, aproveitando que ela não tinha processos de previsão de demanda bem definidos.

Nos anos de 2020, 2021 e 2022 o grupo decidiu expandir o volume da atividade de piscicultura em tanques rede, o que gerou uma expansão expressiva na demanda de ração que é produzida pela fábrica de ração. Foi constatada a dificuldade de realizar previsões de demanda da fábrica de ração nesse período em que a expansão foi bastante significativa. Entendendo a grande importância dessa previsão para evitar desperdícios e investimentos em estoques, a empresa buscou ajuda da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia.

Segundo GIL (2002), há muitas razões que determinam a realização de uma pesquisa. Podem, no entanto, ser classificadas em dois grandes grupos: razões de ordem intelectual e razões de ordem prática. As primeiras decorrem do desejo de conhecer pela própria satisfação de conhecer. As últimas decorrem do desejo de conhecer com vistas a fazer algo de maneira mais eficiente ou eficaz.

Uma pesquisa pode ser definida como um processo lógico que visa resolver problemas. A pesquisa é desenvolvida quando não se possui informação suficiente ou organizada sobre determinado assunto (GIL, 2002).

Optamos por realizar uma pesquisa em forma de levantamento de dados com a finalidade de identificar quais os melhores métodos de previsão de demanda, ou seja, os métodos que possuem um erro menor em módulo em uma fábrica de ração que está em processo de expansão de sua capacidade produtiva.

A empresa escolhida cedeu os dados completos do seu sistema de controle de estoque de insumos e de saída de produto acabado. Foi escolhido o intervalo do ano de 2020 e 2021 dessa base de dados. Com esses dados iremos demonstrar no trabalho diversos métodos de previsão de demanda aplicando em conjunto com a sazonalidade e tendência.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Para aplicar os métodos de previsão de demanda, utilizamos a base de dados histórica da demanda real de ração que foi utilizada no intervalo de janeiro de 2020 até maio de 2022. A figura a seguir mostra o comportamento real mensal da demanda ao longo do tempo.



Figura 01 – Demanda mensal histórica. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

O universo avaliado foi de 236.441 sacos, com média de 4.077 sacos por quinzena e desvio padrão de 1.918 sacos por quinzena. Registra-se que entre o início e o fim do apontamento dos ciclos, verificou-se um aumento de mais de 350% na demanda em que se iniciou com 1581 sacos na primeira quinzena, e finalizou com 7159 sacos na última quinzena. Cada saco de ração pesa vinte e cinco quilogramas.

Para calcular os métodos de previsão e analisar o erro, definimos cada período sendo composto por 15 dias corridos, pois a ração tem alto índice de perecibilidade, e dessa forma, o gestor conseguirá adequar suas previsões futuras com maior frequência, garantindo maior acurácia. A figura a seguir mostra o comportamento da demanda real ao longo dos 58 períodos (quinzenas).

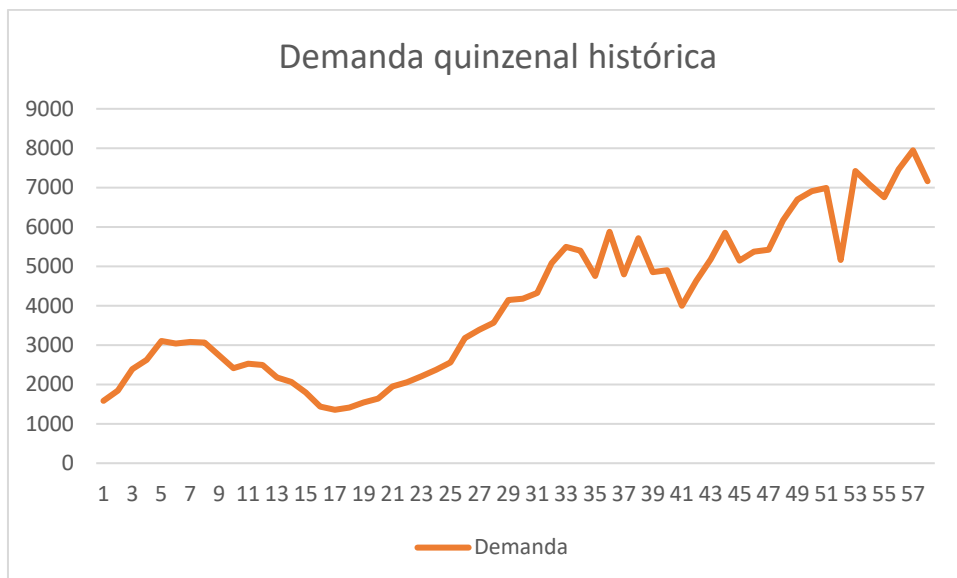


Figura 02 – Demanda quinzenal histórica. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

A Figura 03 serve como representação de um gráfico que foi plotado com a comparação da demanda real do ano de 2020 com o ano de 2021. Esse gráfico servirá para auxiliar a definir se há sazonalidade na série de dados.

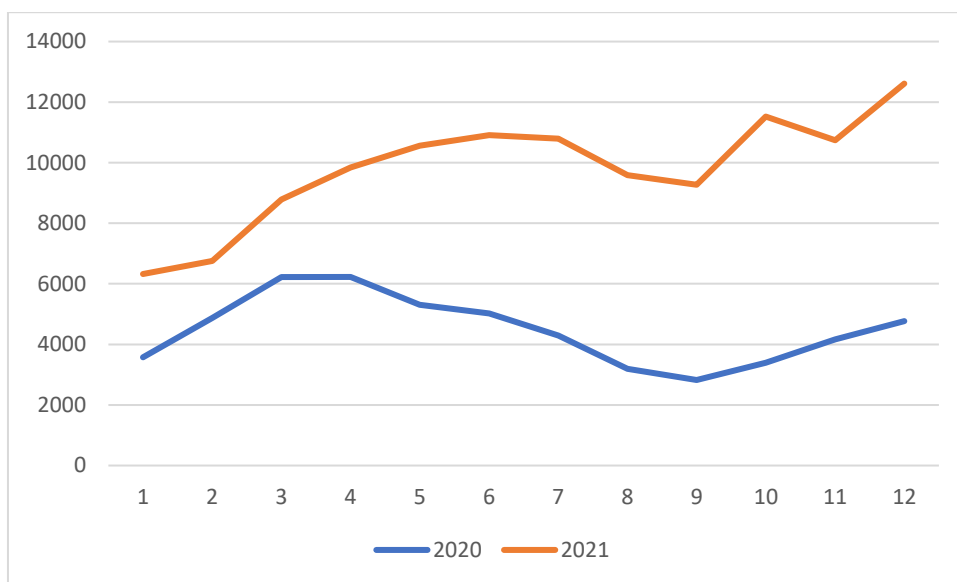


Figura 03 – Comparação ano 2020 com 2021 de forma mensal. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

Além de demonstrar um crescimento bastante expressivo da demanda de ração da empresa, também é possível identificar certa sazonalidade na comparação das curvas. A seguir, foram testados os métodos de previsão: Tendência linear e Sazonalidade, Média móvel, Média ponderada e Suavização exponencial simples. Juntamente com a análise das técnicas de

previsão, foram calculados e demonstrados os indicadores de erro: MPE, MSD, MAD, MAPE, WMAPE, CFE e Erro médio.

5.1 TENDÊNCIA LINEAR E SAZONALIDADE

Utilizando o método de previsão Tendência Linear e a Sazonalidade para prever a demanda da empresa, primeiro calculamos o valor do alfa e do beta da tendência linear através do software Microsoft office excel, utilizando respectivamente as fórmulas: INTERCEPÇÃO e INCLINAÇÃO. Em seguida, para prever o período seguindo somente a tendência linear, foi feito a multiplicação do número do período pelo beta encontrado e o produto dessa multiplicação foi somado com o alfa da tendência, resultando assim no valor previsto do período. Para consolidar a Sazonalidade com a previsão da tendência linear foi feito o cálculo da média da demanda de cada mês e realizado a divisão de cada resultado pela média geral de toda a série temporal. Na sequência foi feito a multiplicação da previsão utilizando somente tendência linear pelo percentual encontrado na sazonalidade. Após todos os cálculos, o observado o cenário a seguir:

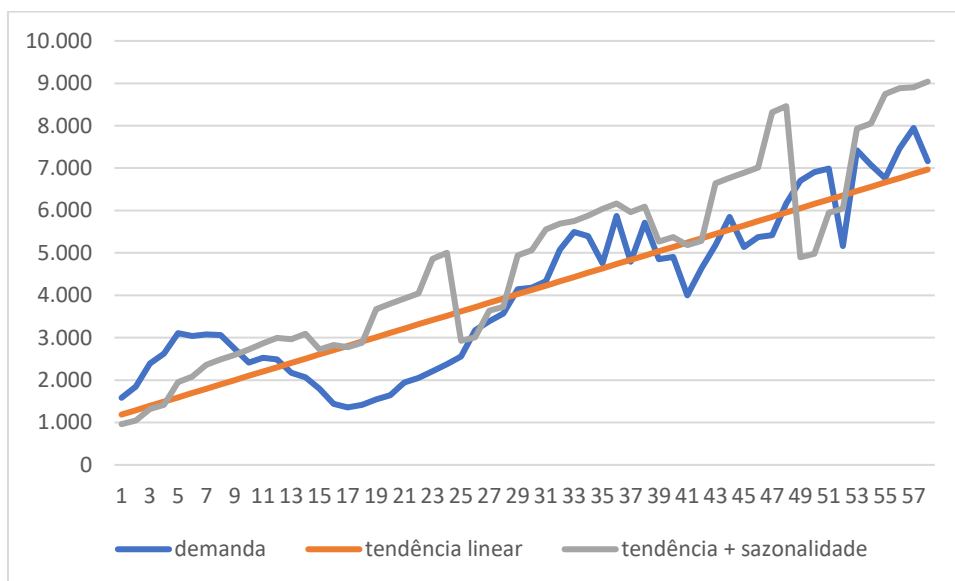


Figura 04 – Previsão Tendência Linear e Sazonalidade de forma quinzenal. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

Depois de calcular e analisar o erro, observa-se os resultados obtidos na figura 05 representando a tabela de resultados dos métodos de cálculo do erro.

Tendência e Sazonalidade	
INDICADORES	ERRO
CFE	- 40.017,35
ERRO MÉDIO	- 689,95
MPE	-24,04%
MSD	1.307
MAD	1109,97
MAPE	36,59%
WMAPE	46,94%

Figura 05 – Erro Tendência Linear e Sazonalidade. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

5.2 MÉDIA MÓVEL

A seguir, foi demonstrado os resultados do método média móvel, calculada utilizando a média dos três últimos períodos observados. Nota-se que a precisão e acurácia deste método foram muito superiores em comparação com o método de tendência e sazonalidade.

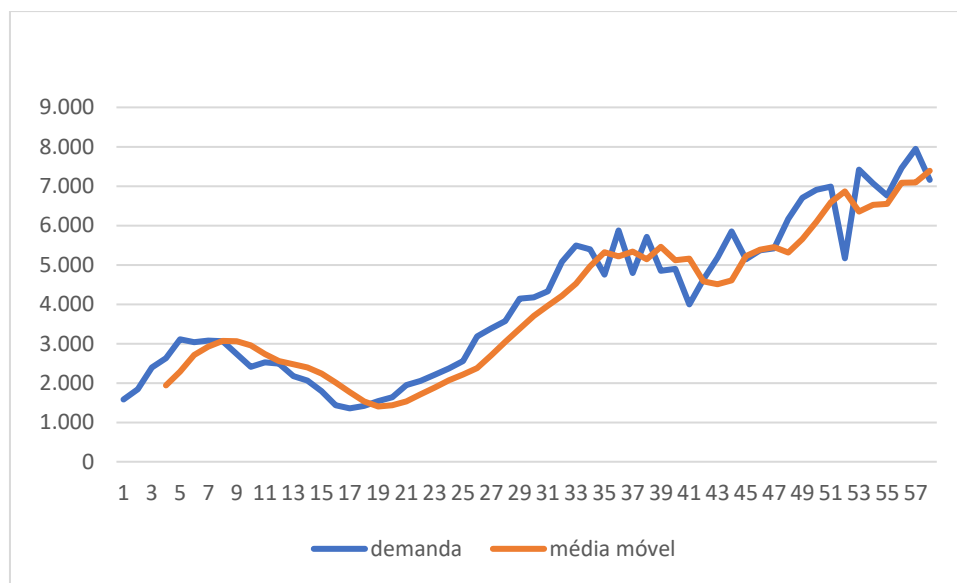


Figura 06 – Previsão Média Móvel de forma quinzenal. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

MÉDIA MÓVEL	
INDICADORES	ERRO
CFE	10.798,29
ERRO MÉDIO	196,33
MPE	3,04%
MSD	612
MAD	505,67
MAPE	13,48%
WMAPE	21,93%

Figura 07 – Erro Média Móvel. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

5.3 MÉDIA PODERADA

Na sequência, foram demonstrados nas figuras 08 e 09, os resultados do método Média ponderada. Nota-se uma melhora razoável em seus indicadores de erro em comparação com os métodos demonstrados anteriormente.

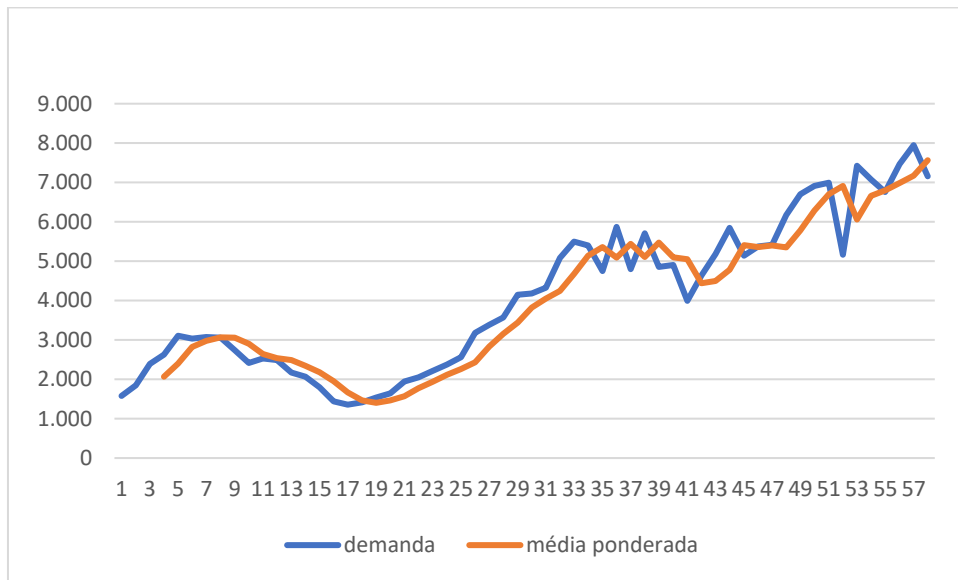


Figura 08 – Previsão Média ponderada de forma quinzenal. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

MÉDIA PONDERADA	
INDICADORES	ERRO
CFE	8.996,67
ERRO MÉDIO	163,58
MPE	2,50%
MSD	583
MAD	469,32
MAPE	12,14%
WMAPE	20,35%

Figura 09 – Erro Média ponderada. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

5.4 SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

O último método testado foi a Suavização exponencial simples. O valor de α foi calculado utilizando a técnica de teste como tentativa e erro, na escala de 0,00 a 1,00 em intervalos de 0,05. Para tanto, foi utilizada a Raiz Quadrada do Erro Quadrático (em inglês, *Root Mean Square Error - RMSE*) que é mensurada a partir da média do quadrado dos erros de previsão de cada ponto, o que impede que erros com sinais distintos se cancelem.

Calcula-se, então, a raiz quadrada do valor encontrado, obtendo-se uma métrica na mesma escala dos valores das previsões, o que torna sua interpretação mais intuitiva. Quanto menor o valor da RMSE, melhor o desempenho do modelo. O valor ótimo encontrado foi de 0,70 com menor Raiz Quadrada do Erro Quadrático (em inglês, *Root Mean Square Error - RMSE*) de 571,84.

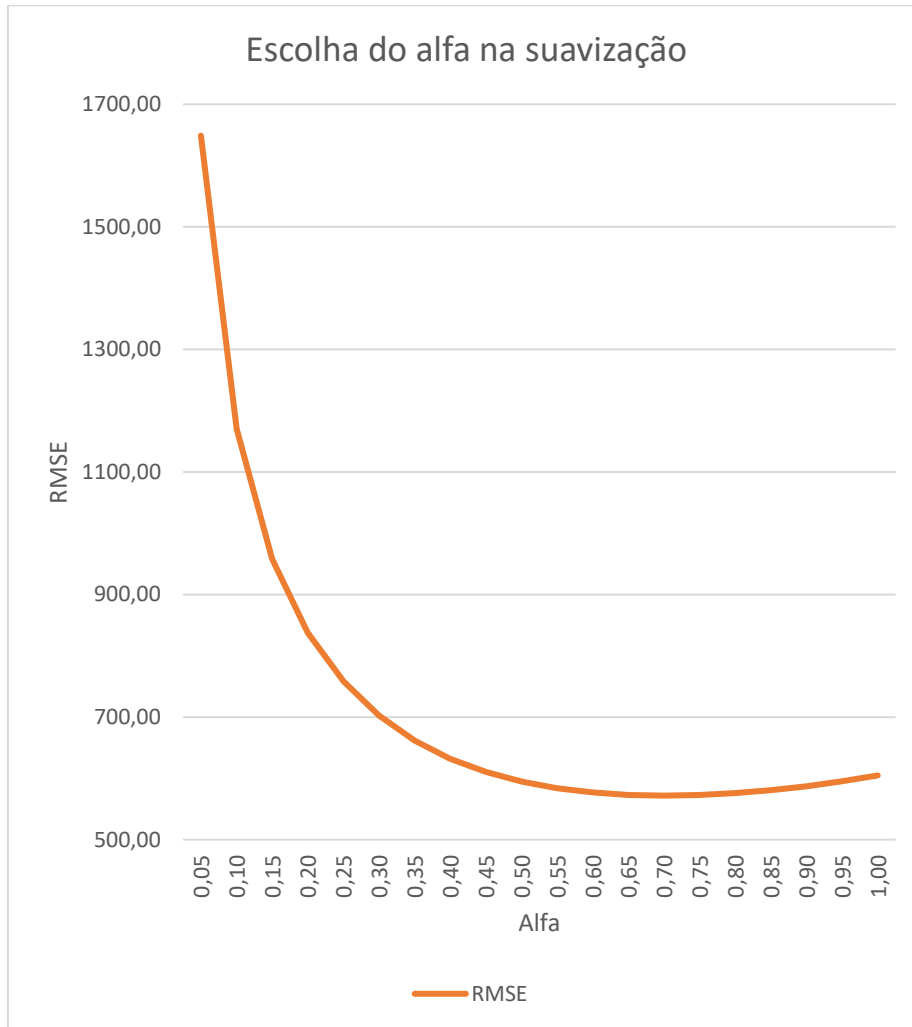


Figura 10 – Escolha do alfa Suavização exponencial simples. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

Os resultados ficaram demonstrados na figura 11 com o gráfico plotado da previsão versus o realizado e na figura 12 que retrata a tabela com os indicadores de erro. É notável que a grande maioria dos indicadores deste método foram superiores em precisão e acurácia em comparação com os métodos anteriores.

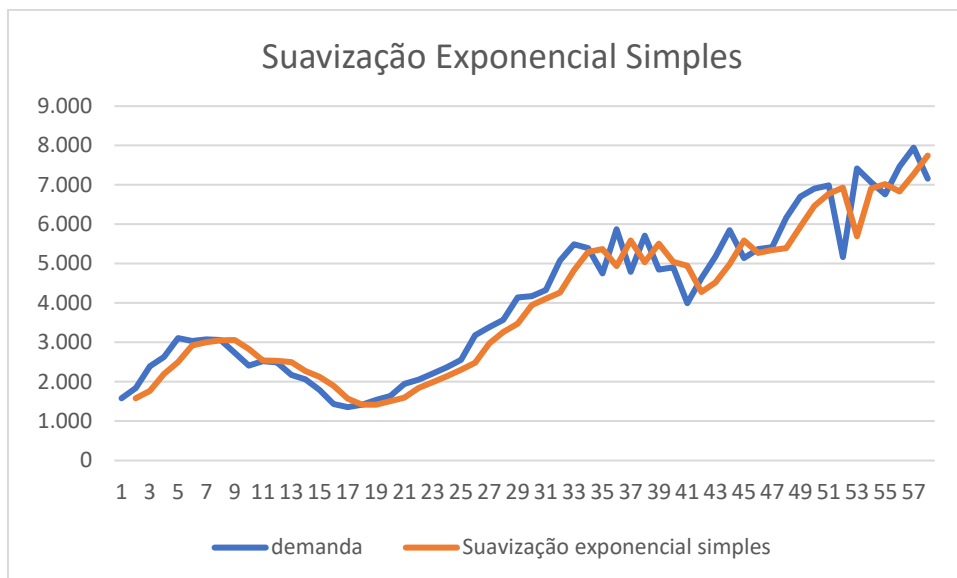


Figura 11 – Previsão Suavização exponencial simples de forma quinzenal. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL	
INDICADORES	ERRO
CFE	8.220,19
ERRO MÉDIO	144,21
MPE	2,62%
MSD	572
MAD	444,91
MAPE	11,33%
WMAPE	18,94%

Figura 12 – Erro Suavização exponencial simples. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

5.5 CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Na figura 13, foi representada uma tabela de dados consolidados para melhorar a visualização e capacidade de comparação do erro entre os métodos de previsão de demanda aplicados. O erro foi medido de forma a subtrair a previsão, pela demanda realizada, logo, o erro com sinal positivo indica que houve ruptura nos estoques, visto que a demanda real foi maior do que a previsão.

Consolidação do erro				
Indicadores de erro	Tendência e Sazonalidade	Média Móvel	Média Ponderada	Suavização Exponencial Simples
CFE	- 40.017,35	10.798,29	8.996,67	8.220,19
ERRO MÉDIO	- 689,95	196,33	163,58	144,21
MPE	-24,04%	3,04%	2,50%	2,62%
MSD	1.307	612	583	572
MAD	1109,97	505,67	469,32	444,91
MAPE	36,59%	13,48%	12,14%	11,33%
WMAPE	46,94%	21,93%	20,35%	18,94%

Figura 13 – Consolidação dos indicadores de erro. Fonte: Pesquisa de Campo (2022)

Foi possível perceber que o método Tendência e sazonalidade foi o que alcançou os piores resultados do estudo. Além disso, nota-se que a Suavização exponencial simples obteve os melhores indicadores. A seguir, é discorrido sobre a análise gerencial de cada indicador de erro do método da Suavização exponencial simples.

O CFE demonstra o somatório dos erros de previsão de todos os períodos analisados. Esse indicador é muito interessante pois demonstra o valor total do erro, onde o erro positivo anula o erro negativo. Gerencialmente é possível utilizar esse indicador com muita eficiência, visto que é um cálculo de baixa complexidade e demonstra seus resultados na unidade de medida que a empresa opera, neste caso, em sacos.

O método demonstrou que no fim da previsão, o somatório dos erros resultou em um erro total de 8220,19 sacos, sobre um universo de demanda total de 236.441 sacos. Como o resultado do somatório foi positivo, percebe-se que a tendência do método é de errar de forma positiva, ou seja, prever mais demanda do que o necessário. O Erro médio também se mostrou eficiente em relação aos outros métodos analisados, apenas 144,21 sacos de erro.

O indicador MPE demonstrou o seguinte: Depois de apurar o erro em % de cada período previsto pelo método e calculado a média desses valores, observou-se que o modelo previu, em média, 2,62% de sacos de ração a menos do que foi realmente utilizado durante cada período 15 dias. Não é recomendado tomar a decisão de qual método utilizar tendo como base somente um indicador de erro, pois eles se complementam, como é possível observar a seguir.

O MSD complementa os outros indicadores pois ele eleva ao quadrado o erro absoluto de cada período, destacando bastante os valores que mais fugiram da previsão. Quanto menor for o valor encontrado neste cálculo, maior será a acurácia desse modelo. O resultado demonstrou que a raiz quadrada da média dos erros em módulo elevados ao quadrado é de 572 sacos.

O MAD demonstrou que o sistema previu, em média, a cada 15 dias o valor absoluto de 444,91 sacos erroneamente. Pelo fato de o valor encontrado estar em módulo, significa que o erro pode ter sido positivo ou negativo, ou seja, o método pode ter previsto menos ou mais sacos do que o necessário.

O MAPE demonstra uma informação semelhante ao MAD, porém, em percentual. Depois de calcular o erro absoluto em % de cada período previsto, é feito o cálculo da média. Observa-se que, em média, o modelo previu a demanda com um erro de 11,33%, independente do modelo ter previsto mais ou menos sacos de ração do que foi realizado. Já o WMAPE pondera o resultado da previsão para medir a acurácia do modelo, seu resultado foi de 18,94%.

Dessa forma, ficou demonstrado que utilizando o método de Suavização exponencial simples a empresa estudada teria resultados mais positivos no seu planejamento, evoluindo sua precisão e acurácia na previsão de demanda de ração. Também se percebe a tendência do método prever menos demanda de ração do que o necessário. A seguir, foi discorrido sobre as considerações finais do trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo desse estudo foi definir qual o melhor método de previsão de demanda para empresas do setor piscicultura. O objetivo central foi atendido e, além disso, o trabalho teve como objetivos específicos o teste e comparação dos métodos de previsão de demanda, a análise do erro e avaliar tendências, ciclos e causas comuns e especiais que alteram a demanda.

O melhor método testado foi o da Suavização exponencial simples, visto que a maioria dos indicadores de erro se apresentaram melhores do que os outros modelos, o que fez com que sua previsão prosseguisse com maior precisão e acurácia.

Esse trabalho contribuiu com algumas esferas da sociedade, por exemplo com a parte gerencial das empresas do setor, que necessitam de melhorar o seu planejamento para melhor utilizar os recursos disponíveis. Com relação à aplicabilidade junto à área de compras, é importante demonstrar que as previsões seguem como um trabalho de aprendizagem. Supondo

que a área de compras efetue seus pedidos a cada 90 dias, logo, analisando o erro da previsão em intervalos de 15 em 15 dias, ela vai conseguir entender o comportamento desses dados assim como sua tendência, contribuindo para a melhor eficiência do pedido seguinte.

Outra contribuição foi a acadêmica, pois foi percorrido sobre tópicos importantes na previsão de demanda e análise do erro na revisão bibliográfica desse trabalho. O estudo também contribuiu para o desenvolvimento regional, visto que a empresa analisada está situada no triângulo mineiro na cidade de Uberlândia.

O trabalho também está alinhado com o objetivo 2 do Programa de desenvolvimento sustentável da ONU, pois busca alicerçar a piscicultura no bioma cerrado, potencializando a produção de alimento nutritivo e seguro.

As limitações encontradas foram as tendências e sazonalidades, visto que a empresa estava passando por um crescimento arrojado. Pelo fato de os peixes serem peclotérmicos e a tilápia não se sentir confortável em temperaturas fora do intervalo de 25°C até 30°C, o inverno acaba impactando muito na alimentação. Foi reportado pela empresa que a água da represa onde o plantel fica alocado chega a temperaturas próximas de 20°C no período frio do ano.

Outra dificuldade foi em relação às quedas súbitas na demanda em períodos específicos por fatores não previstos, como por exemplo a predação dos peixes por parte de aves do ambiente, que resultava em baixas repentinas no plantel da piscicultura que por consequência diminuía também repentinamente a demanda de ração.

O trabalho foi realizado via estudo de caso, quantitativo e de caráter positivista, logo toda a avaliação foi feita por meios numéricos. Nesse sentido, fica como proposta para novos estudos um complemento via métodos qualitativos. Através de perguntas e entrevistas junto ao mercado consumidor, agentes de transformação da matéria prima em produto acabado, também podem oferecer contribuições à previsão de demanda. Também fica como proposta para novos estudos uma análise do erro em função da variação da temperatura no bioma cerrado, visto que a tilápia é um animal peclotérmico.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Felipe Baisso de; CESAR, Henrique Peres. **Aplicação de métodos de previsão de demanda em uma indústria do setor alimentício**. 2018. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço Social, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2018.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006. 616 p.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Editora Bookman, 2009.

CALÔBA, Guilherme Marques; CALÔBA, Luiz Pereira; SALIBY, Eduardo. Cooperação entre redes neurais artificiais e técnicas 'clássicas' para previsão de demanda de uma série de vendas de cerveja na Austrália. **Pesquisa Operacional**, v. 22, p. 345-358, 2002.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: Editora Atlas Ltda., 2019. 456 p.

COSTA, Júlio C. da. **Planejamento, programação e controle de produção**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016. 320 p.

COURTOIS, Alain; PILLET, Maurice; MARIN, Chantal. **Gestion de production**; Les Editions d'organisation, Paris, 232 p., 1989.

CYRINO, José Eurico Possebon et al. **A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p. 68-87, 2010.

DIAS, Marco A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. São Paulo: Editora Atlas, 1993. 399 p.

FERRO, W.A.; de LIMA, J.D.; TRENTIN, M.G. Combinações de Métodos Quantitativos na Previsão de Demanda de Vendas de Eletrodomésticos. **Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v.14, n.5, p.67, 2019.

GUIMARÃES, P. L. **Processo de previsão de demanda para empresa têxtil**. 2008. 112 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

KODAMA, L. S. **Estudo da rentabilidade de fundos imobiliários com utilização da média móvel**. 2021. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia, Física e Matemática, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2021.

LIMA, J. A. M. de. **Sales and operations planing: uma abordagem estruturada para gestão dinâmica de empresas**. 2019. 48 f. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado em Gestão e Estratégia Industrial) – Lisbon School of economics and management, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019.

LOPES, R. D. **Previsão de autopeças: estudo de caso em uma concessionária de veículos.** 2002. 107 f. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MATOS, S. N.; NETTO, G. G.; LAGE, V. N.; SEGUNDO, A. K. R.; BRAGA, M. F. **Tratamento de dados: uma abordagem prática para aprendizagem de atenuação de ruídos e eliminação de outliers.** XIV Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2019.

OLIVEIRA, R. A. de O. **Aplicação de métodos quantitativos de previsão de demanda em uma empresa de cabotagem.** 2020. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.

PEDROZA FILHO, Manoel Xavier et al. **O mercado de peixes da piscicultura no Brasil: estudo do segmento de supermercados.** Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2020.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007. 750 p.

RODRIGUES, J. de S.; ARGENTON, Marco Antonio; PRUDENCIATO, Wallace. **Desenvolvimento de um modelo de previsão da demanda em uma empresa moveleira de pequeno porte.** XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008.

SAMOHYL, R. W.; SOUZA, G.; R. M.. **Métodos Simplificados de Previsão Empresarial.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna do Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, A. C. L; NETO, M. S. de O. **Análise e previsão de demanda como ferramenta para controle de estoque: estudo de caso em indústria de equipamentos para piscinas e spas.** Revista de Ciência, Tecnologia e Inovação, v. 4, n. 1, p. 29-49, 2018.

SANTOS, Pedro Vieira Souza. **Previsão de demanda como suporte à filosofia lean.** Exacta, Petrolina, v. 18, n. 1, p. 226-243, jan. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v18n1.8935>. Acesso em: 10 abril 2023.

SCARPELLI, M. S. (2006). **Sistemas de produção agroalimentar: arquitetura para as funções de planejamento e controle da produção.** Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil.

SILVA, G. M. da. **Detecção de Falhas em Rotores Sustentados por Mancais Magnéticos Ativos.** 2006. 116 f. Tese de Graduação (Pós Graduação em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SLACK, Nigel; CHAMBERS S; JOHNSTON R. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

VERÍSSIMO, Andrey Jonas; ALVES, A. J. C.; HENNING, E., AMARAL, C.E.; CRUZ, A.C. **Métodos estatísticos de suavização exponencial holt-winters para previsão de demanda em uma empresa do setor metal mecânico.** Revista Gestão Industrial, v. 8, n. 4, 2013.

RIVERO, Sérgio et al. **Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia.** Nova economia, v. 19, p. 41-66, 2009.

GONÇALVES, Marcelo Carneiro et al. **Aplicação de técnicas de Planejamento e Controle da Produção: uma análise comparativa sobre as técnicas de previsão de demanda.** IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2019.

TUMENAS, Felipe. **[PrevisãoDemanda] - Tendência e Sazonalidade**, 11 de abril de 2021. Disponível em:
https://www.youtube.com/watch?v=PjRNnOhPO0A&ab_channel=FelipeTumenas

ZAN, Gustavo Luis; SELBITTO, Miguel Afonso. **Técnicas de previsão de demanda: um estudo de caso triplo com dados de venda de materiais eletro-mecânicos.** Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas, n. 3, p. 95-95, 2007.