

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
COORDENAÇÃO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JEFFERSON DE LUNA BARBOSA

**PREVISÃO DE DEMANDA: SELEÇÃO DE UM MODELO QUANTITATIVO
PARA O GRUPO DE PRODUTOS PORCELANATO EM UMA EMPRESA
FABRICANTE DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS**

JOÃO PESSOA

2022

JEFFERSON DE LUNA BARBOSA

**PREVISÃO DE DEMANDA: SELEÇÃO DE UM MODELO QUANTITATIVO
PARA O GRUPO DE PRODUTOS PORCELANATO EM UMA EMPRESA
FABRICANTE DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Produção como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Me. Jailson Ribeiro de Oliveira

JOÃO PESSOA

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B238p Barbosa, Jefferson de Luna.

Previsão de demanda: seleção de um modelo quantitativo para o grupo de produtos porcelanato em uma empresa fabricante de revestimentos cerâmicos / Jefferson de Luna Barbosa. - João Pessoa, 2022.

70 f. : il.

Orientação: Jailson Ribeiro de Oliveira.
TCC (Graduação) - UFPB/Tecnologia.

1. Previsão de demanda. Revestimentos Cerâmicos. I.
Oliveira, Jailson Ribeiro de. II. Título.

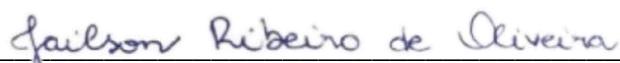
UFPB/BSCT

CDU 658(043.2)

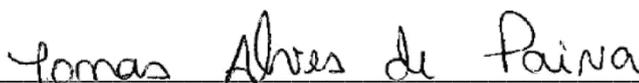
JEFFERSON DE LUNA BARBOSA

Previsão de demanda: seleção de um modelo quantitativo para o grupo de produtos porcelanato em uma empresa fabricante de revestimentos cerâmicos.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação de Graduação do Curso de **Engenharia de Produção** da Universidade Federal da Paraíba, apresentado em **15/12/2022**, obtendo o conceito **APROVADO**, sob a avaliação da banca examinadora a seguir:



Prof. Me. Jailson Ribeiro de Oliveira – Orientador – DEP/CT/UFPB



Prof. Dr. Jonas Alves de Paiva – Examinador – DEP/CT/UFPB



Prof.a. Dra. Luzia Goes Camboim – Examinadora – DEP/CT/UFPB

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, por me permitir sempre continuar, por fortalecer minha fé em cada obstáculo que foi superado e, pelas bençãos derramadas diariamente em minha vida.

À *minha mãe*, Luciana Luna, minha grande mestre e formadora, que sempre se colocou à frente das minhas dificuldades para que o meu fardo fosse mais leve no caminhar. Além dos ensinamentos diários sobre a vida e, me apoiando em todas as minhas decisões e lutas.

À *minha esposa*, Talita de Fátima, que em todas as situações esteve ao meu lado, me apoiando e me conduzindo sempre por caminhos de vitórias, conquistas e alegrias, além de toda dedicação e amor que sempre me presenteia.

Aos *meus familiares*, onde sempre encontro sustentação durante as dificuldades, e pelas nas alegrias vividas em cada conquista.

Ao *meu orientador*, Jailson Ribeiro, que a todo momento demonstrou confiança e ajuda, e que mesmo diante as dificuldades se comprometeu a ajudar e promover o melhor em mim.

À *empresa estudada*, que confia diariamente no meu trabalho e esforço em busca de melhorias.

Aos *meus amigos e colegas*, em especial, Arthur Guerra, Arthur Leão, Fabiano Bento, Thaís Vasconcelos e Leandro Luna, que contribuíram significativamente no meu processo de formação acadêmica e, que, dessa forma, participaram de todo o meu construto, profissional e pessoal

RESUMO

Diante de um mercado competitivo, é fundamental que as empresas se antecipem à demanda esperada, entendendo as flutuações e sazonalidades, haja vista que sob seu domínio é possível controlar os níveis de insumos e estoques, a vantagem de informar prazos, e manter sempre um relacionamento estreito com seus clientes. Dessa forma, este trabalho utiliza o cálculo de previsão de demanda de séries temporais para selecionar o modelo quantitativo de previsão de demanda que melhor se adequa ao grupo de produto porcelanato. A empresa estudada é uma fabricante de revestimentos cerâmicos, entre porcelanatos via úmida e cerâmicas via úmida e via seca. Para realização da previsão de demanda, foi utilizado o histórico de vendas do porcelanato de formato 62,5x62,5 cm², entre os anos de 2017 e 2019, e em posse dessa base de dados, realizado os cálculos de média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial simples, método *Holt* e método *Holt-Winters*. Após a realização das simulações no *software Microsoft excel*, sobretudo as funções Solver e Análise de Dados, foram encontrados os parâmetros de suavização e/ou pesos para cada modelo de previsão, que promovesse o menor valor do erro médio quadrático. Como resultado, o modelo que se mostrou mais satisfatório foi o de média móvel ponderada com distribuição dos pesos nos 12 meses antecessores. Além de se apresentarem como modelos de previsão relativamente simples, que podem ser replicados para outros formatos, não necessita de nenhum recurso financeiro para sua utilização, o que torna favorável a realização de um modelo de previsão como piloto.

Palavras-chave: Previsão de demanda. Modelos quantitativos. Revestimentos cerâmicos.

ABSTRACT

Faced with a competitive market, it is essential that companies anticipate expected demand, understanding fluctuations and seasonality, since that, within their limits of actuation, it is possible to control levels of inputs and inventory, the advantage of informing deadlines, and always have a close relationship with their customers. In this way, this work uses the temporal series demand forecast calculation to select the quantitative demand forecast model that best suits the porcelain tile product group. The company under study is a manufacturer of ceramic tiles, including wet porcelain tiles and wet and dry ceramics. To perform the demand forecast, the sales history of the 62.5x62.5 cm² porcelain tile format was used, between the years 2017 and 2019, and in possession of this database, the simple moving average, weighted moving average, simple exponential smoothing, Holt method and Holt-Winters method calculations were performed. After performing the simulations in Microsoft excel software, especially the Solver and Data Analysis functions, the smoothing parameters and/or weights were found for each forecast model, which promoted the lowest value of the mean squared error. As a result, the model that demonstrated the most satisfactory performance was the weighted moving average with distribution of the weights over the previous 12 months. Besides presenting themselves as relatively simple forecast models that can be replicated for other formats, no financial resources are required for their use, which makes the realization of a forecast model as a pilot favorable.

Keywords: Demand forecasting. Quantitative models. Ceramic tiles.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Módulo global de planejamento.....	24
Figura 2 – Necessidades de capacidade.....	27
Figura 3 – Principais elementos da gestão da demanda.....	28
Figura 4 – Tipos de consumo.....	32
Figura 5 – Processo de Previsão de demanda.....	33
Figura 6 – Técnicas de previsão.....	34
Figura 7 – Processos de Produção.....	46
Figura 8 – Parâmetros do Solver – Média Móvel Ponderada.....	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Índices do setor de construção.....	18
Gráfico 2 – Índice de materiais cerâmicos – Regiões.....	18
Gráfico 3 – Vendas de Revestimentos Cerâmicos.....	20
Gráfico 4 – Faturamento Total x Faturamento 62,5x62,5 (m ²).....	51
Gráfico 5 – Média Móvel Simples.....	53
Gráfico 6 – Média Móvel Ponderada.....	56
Gráfico 7 – Suavização Exponencial Simples.....	57
Gráfico 8 – Método <i>Holt</i>	59
Gráfico 9 – Método <i>Holt-Winters</i>	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipologias e Formatos de produção.....	15
Quadro 2 – Exemplo do método de Média Móvel Simples.....	38
Quadro 3 – Exemplo do método de Média Móvel Ponderada.....	39
Quadro 4 – Exemplo do método de Suavização Exponencial.....	41
Quadro 5 – Resultados Média Móvel Simples.....	53
Quadro 6 – Pesos da Média Móvel Ponderada.....	55
Quadro 7 – Resultados Média Móvel Ponderada.....	55
Quadro 8 – Resultados Suavização Exponencial Simples.....	57
Quadro 9 – Resultados Método <i>Holt</i>	59
Quadro 10 – Resultados Método <i>Holt-Winters</i>	61
Quadro 11 – Comparativo dos Modelos.....	63

LISTA DE SIGLAS

ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica de Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

FGV – Fundação Getúlio Vargas

ICC – Indústria da Construção Civil

MPS – *Master Production Schedule* ou Plano Mestre de Produção

MRP – *Material Requirement Planning* ou Planejamento da Necessidade de Material

OP – Ordem de Produção

PCP – Programação e Controle da Produção

RMSE – *Root Mean Squared Error* ou Raíz Quadrada do Erro Médio

S&OP – *Sales and Operations Planning* ou Planejamento de Vendas e Operações

SKU – *Stock Keeping Unit* ou Unidade de Manutenção de Estoque

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. OBJETIVOS	16
1.1.1. Objetivo Geral.....	16
1.1.2. Objetivos Específicos	16
1.2. JUSTIFICATIVAS.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1. PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES.....	22
2.2. MRP e MRP II	25
2.3. PREVISÃO DE DEMANDA	28
2.4. MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA	31
2.4.1. Métodos Qualitativos	34
2.4.1.1. Método Delphi	35
2.4.1.2. Júri de Executivos	35
2.4.1.3. Pesquisa de Mercado	36
2.4.1.4. Força de Vendas.....	36
2.4.2. Métodos Quantitativos	37
2.4.2.1. Média Móvel.....	38
2.4.2.2. Média Móvel Ponderada	39
2.4.2.3. Suavização Exponencial Simples	40
2.4.2.4. Suavização Exponencial (com tendência) – Método Holt	42
2.4.2.5. Suavização Exponencial com tendência e sazonalidade – Método Holt-Winters.....	43
2.4.3. Erro de Previsão.....	44
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	45
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	45
3.2. AMBIENTE DA PESQUISA.....	45
3.3. COLETA DOS DADOS	47
3.4. ANÁLISE DOS DADOS.....	48
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
4.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL	50
4.2. APLICAÇÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO.....	51
4.2.1. Média Móvel Simples.....	52
4.2.2. Média Móvel Ponderada.....	54

4.2.3.	Suavização Exponencial Simples	56
4.2.4.	Suavização Exponencial (com tendência) – Método <i>Holt</i>	58
4.2.5.	Suavização Exponencial (com tendência e sazonalidade) – Método <i>Holt-Winters</i>	60
4.3.	ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS	62
5.	CONCLUSÃO	64
5.1.	RECOMENDAÇÕES PARA A EMPRESA	64
5.2.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	65
5.3.	SUGESTÃO DE PESQUISA	65
5.4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
	REFERÊNCIAS	67

1. INTRODUÇÃO

Em um mercado onde impera a competitividade, ter diferenciais é fundamental para o destaque e sobrevivência da organização. Alguns pontos como capacidade de adaptação de forma ágil, conhecer as tendências e o poder de se remodelar ante as inovações são aspectos que podem contribuir para se manter à frente da concorrência.

Diante desse mercado, é fundamental que as empresas se antecipem à demanda esperada, entendendo as flutuações e sazonalidades, haja vista que sob seu domínio é possível controlar os níveis de insumos e estoques, a vantagem de informar prazos, e manter sempre um relacionamento estreito com seus clientes (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2019).

Além da previsão de demanda oferecer uma vantagem competitiva, onde a empresa pode se posicionar previamente frente ao mercado, segundo Martins e Laugeni (2015), a previsão é necessária para apontar a suficiência dos recursos fabris, a fim de que sejam utilizados com a capacidade apropriada, utilizando o volume e dimensionamento correto de insumos e mão-de-obra e, dentro do momento apontado no planejamento.

De acordo com Martins e Laugeni (2015), pode-se dizer que a demanda representa o desejo que um cliente ou o conjunto deles de adquirir um produto, contudo prever esse desejo não é tarefa fácil. Toda previsão se baseia em eventos, que podem se referir aos dados do passado utilizando-se da premissa do que aconteceu no passado irá refletir o futuro, ou através das condições climáticas representando uma sazonalidade, onde para um determinado produto os tempos chuvosos podem representar uma diminuição no consumo, e os tempos quentes um aumento nas vendas, dentre outras situações que podem responder o tipo de demanda para cada mercado.

Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015, p.174) representam a previsão de demanda em duas sistemáticas principais:

Há duas abordagens principais para a previsão. Às vezes, os gerentes usam métodos qualitativos baseados em opiniões, na experiência passada e mesmo nas melhores suposições. Há também uma variedade de técnicas quantitativas de previsão disponíveis para ajudar os gerentes a avaliar tendências e

relacionamentos causais e a fazer previsões sobre o futuro. [...] Embora nenhuma abordagem ou técnica resulte em previsão exata, uma combinação de abordagens qualitativas e quantitativas pode ser usada com grande efeito para integrar julgamentos especialistas e modelos preditivos.

A empresa objetivo de estudo tem como ramo de atividade a fabricação de revestimentos cerâmicos para paredes e pisos. Esses produtos são divididos em porcelanatos e cerâmicas (pastilhas e pisos), que diferem por suas características técnicas e físicas, e do objetivo de aplicação.

A empresa tem 38 anos de existência no mercado, nascida na Paraíba, e que hoje contém em sua estrutura 4 unidades fabris, sendo elas distribuídas nos estados: da Paraíba, Rio Grande do Norte e em Santa Catarina.

A unidade do Rio Grande do Norte fabrica única e exclusivamente cerâmicas via seca, ou seja, não é adicionada água na formulação da massa, que por sua vez é o produto menos nobre do portfólio da empresa. Voltada para a produção de grande volume e menor custo, com apenas uma linha de produção, comporta uma capacidade de cerca de 1 milhão de m²/mês. A unidade de Santa Catarina produz exclusivamente o porcelanato via úmida (contém água na formulação da massa), com 3 linhas de produção, é a fábrica do grupo com maior capacidade instalada, que chega a cerca de 1,5 milhão de m²/mês.

Já na Paraíba são distribuídas duas plantas, a primeira com foco na produção de porcelanatos via úmida, é composta por duas linhas, que somadas têm uma capacidade mensal de cerca de 500 mil m². E por fim, a unidade matriz, onde além de parque fabril, é onde funciona o corpo administrativo da empresa. Possui uma capacidade de produção em torno de 500 mil m²/mês, distribuídos em cinco linhas de produção. Além do exposto, a matriz é a única com a produção mista entre cerâmicas via úmida e porcelanatos via úmida.

Vale explicar, de maneira genérica, que os produtos de via seca e via úmida, se diferenciam, entre outros fatores, pelas alterações na composição da massa que compõem o produto cerâmico, e estas particularidades alteram algumas fases do processo produtivo destes diferentes produtos, sendo a moagem, no processo de via úmida feito por moinhos de bolas, e na via seca por meio de moinho pendulares. Fora isso, na via úmida, além da moagem, é ainda acrescentada a etapa de atomização da massa.

O Quadro 1 mostra todos os tipos de produtos e seus respectivos tamanhos que contemplam o portfólio do grupo. Ao desmembrar essas tipologias e formatos, a empresa conta com mais de 800 SKU's ativos distribuídos em todas as unidades fabris, que são produzidos exclusivamente cada um deles em suas unidades fabris distintas.

Quadro 1 – Tipologias e Formatos de produção

Tipologias	Formatos (cm x cm)
Porcelanato Esmaltado Porcelanato Esmaltado Polido Porcelanato Técnico Porcelanato Natural	30,5 x 61
	61 x 61
	62 x 62
	62,5 x 62,5
	74 x 74
	84 x 84
	101 x 101
	120 x 120
	50 x 101
	62,5 x 125
Cerâmica Via Úmida	16,5 x 101
	20,5 x 125
	05 x 10
	07 x 26
	07 x 26 T.A.
Cerâmica Via Seca	10 x 10
	21 x 21
	32,5 x 65,5
	52 x 52
	62,5 x 62,5

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O sistema de produção é empurrado, visto que toda a produção é destinada para o estoque, e atende os clientes à medida que ocorrem os pedidos de venda. Contam com um processo de produção misto, por bateladas, em linhas que produzem diferentes formatos, bem como um processo de produção em massa, observado nas linhas sem variação de formato (05x10; 10x10; 61x61

e 74x74), onde os SKU's se diferem apenas pelo acabamento superficial, mas com as mesmas etapas da produção.

Mesmo a empresa com esse volume de produção, variedades de produtos e cobertura nacional em termos de clientes, não possui nenhum sistema de previsão de demanda, o que gera um sério risco de acúmulo de produção em estoque, bem como a possibilidade de indisponibilidade de produtos nas gôndolas das lojas.

Toda a sua demanda é acompanhada através da carteira de pedidos, e os fluxos de produção são previamente estabelecidos no orçamento anual, onde é considerado o histórico de vendas bianual afim de balancear a necessidade comercial, alinhando à distribuição das capacidades fabris. Dessa forma, a área de planejamento não consegue prever eventuais mudanças de cenários, tendo que atuar no momento que surge a necessidade de mercado.

Diante desse contexto, o presente trabalho se caracteriza como um estudo de caso com pesquisa documental, que tem como finalidade de **selecionar um modelo quantitativo de previsão de demanda**, baseado no histórico de vendas do produto porcelanato, em uma empresa fabricante de revestimentos cerâmicos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Selecionar um modelo quantitativo de previsão de demanda para o produto porcelanato 62,5x62,5 cm² em uma empresa fabricante de revestimentos cerâmicos na Paraíba.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento da demanda dos últimos 5 anos (2017 a 2021) do produto porcelanato 62,5x62,5 cm²;
- Analisar o estado atual de vendas e a sistemática atual de previsão de demanda do produto porcelanato 62,5x62,5 cm²;

- Calcular as previsões de demanda utilizando de um método de previsão quantitativo do produto porcelanato 62,5x62,5 cm²;
- Comparar os modelos quantitativos de previsão de demanda para o produto porcelanato 62,5x62,5 cm²;
- Selecionar o modelo quantitativo de previsão de demanda que melhor se adequa ao produto porcelanato 62,5x62,5 cm².

1.2. JUSTIFICATIVAS

Estar atento às mudanças, ser diferencial, ter flexibilidade às necessidades do mercado, controlar bem volumes de estoques, balancear linhas de produção, manutenção de fluxo de caixa, são todos aspectos importantíssimos que são elevados quando se tem previsibilidade. Conforme escreve Tubino (2017, p. 26), “o rumo é normalmente traçado em cima de previsões, sendo a previsão de demanda a principal delas. A previsão de demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa”.

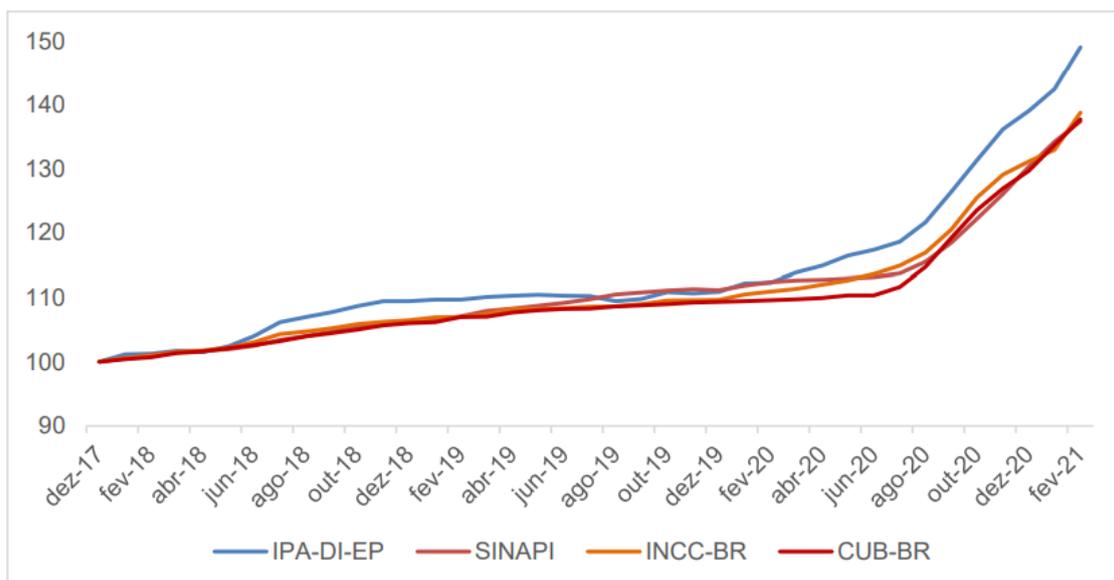
Em 2021, o Ministério da Economia apontou uma abertura de 4,026 milhões de empresas no Brasil, um recorde histórico segundo o site Agência Brasil, destacando o saldo positivo em relação a abertura e fechamento de empresas, sendo esse de 2,615 milhões de novos negócios. Isso mostra o tamanho da importância de estar a todo momento preparado para a ampla concorrência, principalmente em momentos difíceis, que foram os anos de 2020 e 2021 em decorrência da pandemia do COVID-19 que afetou o país e o mundo.

De acordo com o último Relatório de Produção de Índices de Preços – Grupos de Itens Específicos¹, realizado pelo instituto FGV (Fundação Getúlio Vargas), encomendado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), um fato importante se dar referente ao aumento nos preços dos itens da construção civil de 2017 a 2021, mostrado em curva ascendente, conforme o Gráfico 1 abaixo, com os índices IPA-DI-EP (materiais e componentes para a

¹ Fonte: Relatório de Produção de Índices de Preços – Grupos de Itens Específicos. Acesso: <https://brasil.cbic.org.br/acervo-publicacao-fgv-ibre-relatorio-de-producao-de-indices-de-precos>.

construção), SINAPI (materiais com desoneração), INCC-BR (materiais e equipamentos) e CUB-BR (materiais).

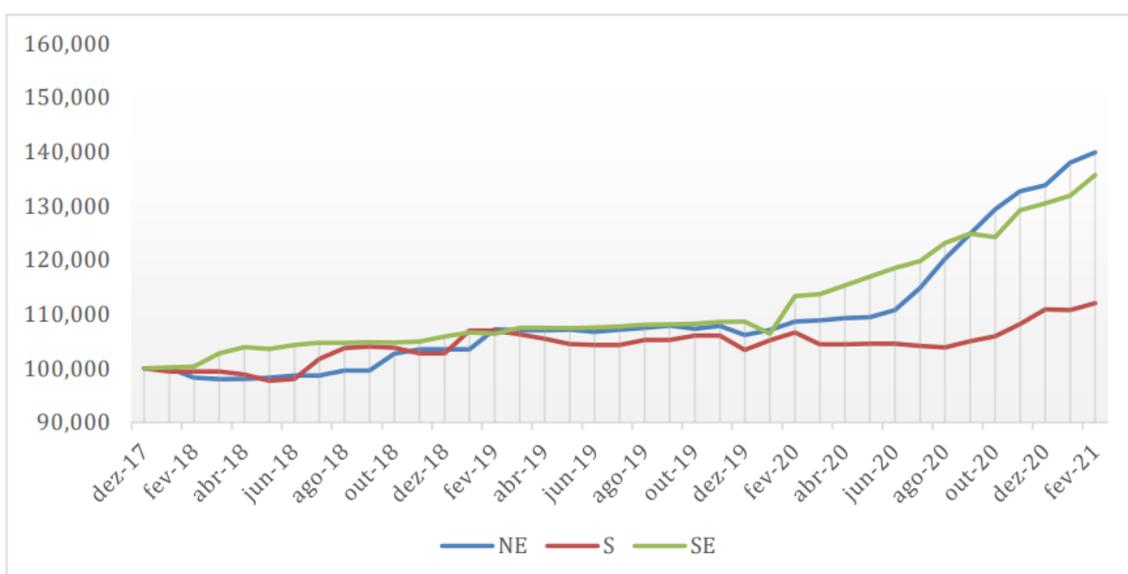
Gráfico 1 – Índices do setor de construção



Fonte: Relatório de Produção de Índices de Preços – Grupos de Itens Específicos – FGV IBRE – Abr./2021.

Ainda no mesmo relatório, um comportamento semelhante aconteceu com o setor de materiais cerâmicos, que é o principal alvo do estudo, onde obteve maiores aumentos nas regiões Nordeste e Sudeste.

Gráfico 2 – Índice de materiais cerâmicos - Regiões



Fonte: Relatório de Produção de Índices de Preços – Grupos de Itens Específicos – FGV IBRE – Abr./2021.

Dessa forma, as curvas ascendentes de preços, tanto dos materiais da Indústria da construção no geral, como nos preços dos produtos de revestimento cerâmicos, mostrados nos Gráficos 1 e 2, podem ser justificadas por algumas condições. Uma condição bastante relevante, se dar com o início da pandemia do COVID-19 no Brasil em 2020. Pois, com a necessidade do isolamento social e a inacessibilidade a outros mercados de consumo, como exemplo o vestuário, reformar a casa foi uma opção viável, visto que estar em casa era fundamental e, por isso, um ambiente agradável era essencial.

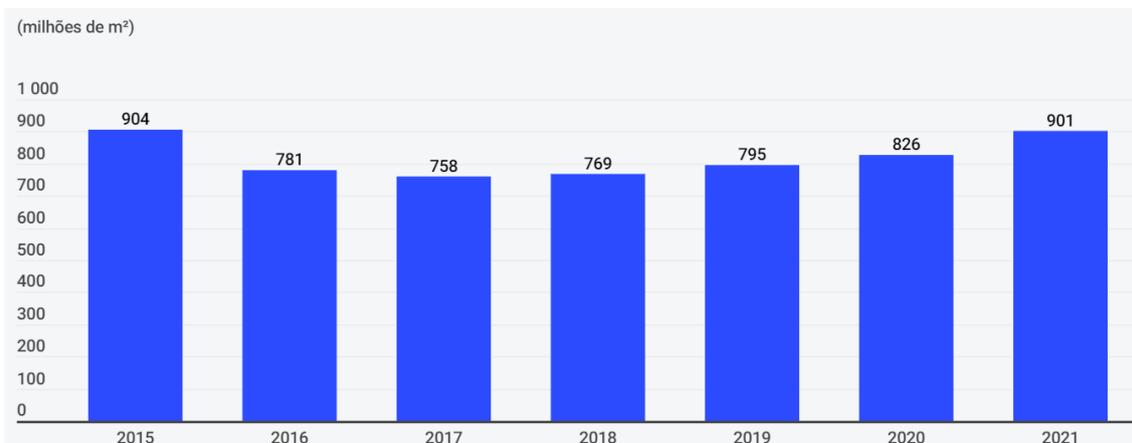
Como aumento na demanda, as incertezas acerca da normalidade dos mercados globais, o aumento de preços foi inevitável, primeiro para regular a entrega dos produtos, e depois para manter a cobertura dos custos, principalmente os custos fixos.

No Brasil, segundo informações da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica de Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres – ANFACER, atualmente são 60 empresas do ramo com 137 marcas, sendo o país o 3º maior produtor do mundo, e o 2º maior consumidor mundial². Tão grande é a importância do mercado cerâmico, visto que é capaz de gerar cerca de 28 mil empregos diretos e 200 mil indiretos, fator fundamental dentro da Indústria da Construção Civil (ICC) com uma participação de 6% no PIB brasileiro.

Dessa forma, a previsão de demanda na empresa objetivo de estudo se faz relevante haja vista a ausência de qualquer outro modelo de previsão, e que poderá trazer benefícios em todas as áreas de planejamento.

De acordo com a ANFACER (2022) e mostrado no gráfico abaixo, em 2021 o mercado ceramista brasileiro vendeu 901 milhões de m², além das vendas para o mercado externo. O que provoca a existência de um sistema de previsibilidade para se posicionar frente a esse volume de vendas, a fim de direcionar processos de vendas e operações conforme as necessidades dos clientes.

² ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica de Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres. Fonte: <https://www.anfacer.org.br/setor-ceramico/numeros-do-setor>. Acesso em: 01 set. 2022.

Gráfico 3 – Vendas de Revestimentos Cerâmicos

Fonte: <https://www.anfacer.org.br/setor-ceramico/numeros-do-setor>. Acesso em: 05 nov. 2022.

Com a previsibilidade da demanda, a área de Planejamento da Produção terá subsídios significativos e com pouca incerteza para que se faça um planejamento anual de maneira mais segura, e os planos de produção mensais mais ágeis e consistentes, podendo informar expectativas de faturamento mais assertivas, tanto no curto, médio e longo prazos (considerando o longo prazo um período de 1 ano), sob o olhar da empresa objeto de estudo.

Para fins de estudo, a seleção do modelo de previsão de demanda, definido de acordo com o resultado erro médio quadrático, foi condicionado ao porcelanato de formato 62,5x62,5 cm², visto que esse produto representa 50% do faturamento mensal da empresa. Onde, a partir dos resultados obtidos, poderão surgir ações de impulsionamento do formato 62,5x62,5 cm², ou uma promoção de outros formatos que podem ser mais atrativos ao público e com melhores resultados financeiros.

Além de todas as vantagens que empresa conquista com a existência dessa previsibilidade, o estudo sobre a previsão de demanda também promove referencial teórico para a área de Engenharia de Produção, onde se aplica diferentes campos do conhecimento, como programação e controle da produção, financeiro, logístico, recursos de gente.

Por fim, estudar previsão de demanda aplicada a uma realidade, será fundamental para o autor, enquanto estudante de graduação em Engenharia de Produção, visto que já exerce profissionalmente na área de planejamento de

vendas e operações (S&OP), e dessa forma poderá se desenvolver analiticamente com a visão conceitual colocada em prática, ademais, os benefícios que trarão enquanto profissional, visto que a existência da previsão impactará positivamente no processo de trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES

Um dos principais problemas que algumas empresas podem enfrentar é a dificuldade de integrar o seu objetivo estratégico com as diversas áreas funcionais, de modo que todas tracem planos individuais que tangenciem para o resultado esperado pela alta direção. Sabendo disso, Corrêa, Gianesi e Caon (2019) falam que o *Sales and Operations Planning (S&OP)*, ou Planejamento de Vendas e Operações, precisa ser uma integração vertical entre setores para tomadas de decisão que almejem um mesmo resultado.

O processo de S&OP é a direção para as funcionalidades da empresa, onde:

O módulo S&OP (Sales and Operations Planning - Planejamento de Vendas e Operações) está no topo da hierarquia de planejamento do MRP II, lidando com informações agregadas em um horizonte de longo prazo. Este módulo dá suporte a decisões de nível estratégico devendo estar coerente com as estratégias funcionais de produção, marketing e finanças da empresa. (VILLAR, SILVA e NÓBREGA, 2008, p. 351).

Conforme citado acima, os autores deixam claro a importância para a integração das áreas funcionais para que se atinja o resultado consolidado no planejamento estratégico.

Outro ponto importante, também citado pelos autores, é referente ao horizonte de longo prazo, o qual é necessário ser revisitado com as sucessivas reuniões para se observar em relação ao estado atual, se com os planos que estão sendo cumpridos será necessária uma revisão para se alcançar o objetivo traçado.

Reafirmando a importância para a visão de longo prazo e a prática da rotina de visitar o planejamento, o processo de S&OP procura:

Identificar como a visão de determinado horizonte de futuro, juntamente com o conhecimento da situação atual, podem influenciar as decisões que estão sendo tomadas agora e que visam a determinados objetivos. É um processo de planejamento contínuo caracterizado por revisões mensais e contínuos ajustes dos planos da empresa à luz das flutuações da demanda do mercado, da disponibilidade de recursos internos e do suprimento de materiais e serviços externos. (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2019, p. 176).

De acordo com o exposto por Corrêa, Gianesi e Caon (2019), o processo de S&OP utiliza-se de avaliação para verificar se os resultados estão de acordo com os planos traçados, e dessa forma clarificar às áreas que os desvios precisam ser tratados. E, portanto, conforme citado acima, é preciso revisar o plano atual para que as ações, sejam elas de marketing, vendas, produção ou finanças, retomem ao limiar do planejamento.

O S&OP pode ser definido como um processo onde a alta gerência lidera, também responsável por avaliar e revisar projeções (PEDROSA e SILVA, 2015). Sendo assim, a alta gestão alinha os resultados das diferentes áreas do negócio, onde se busca identificar como os trabalhos realizados até o momento estão, de acordo com o plano estratégico.

Um desalinhamento dessas partes integrantes pode gerar um elevado índice em custos como, por exemplo, ao analisar o resultado mensal de uma empresa de manufatura fictícia, percebe-se que a entrada de pedidos está concentrada em determinados produtos, e por outro lado, a fábrica produziu itens que não estavam sendo contemplados nesses pedidos. Isso é uma demonstração clara que o planejamento de vendas e o planejamento industrial não estão em comunhão, e por isso, ambos caminham em direções opostas ao que se espera de uma estratégia empresarial focada em redução de volumes de estoques de produtos acabados.

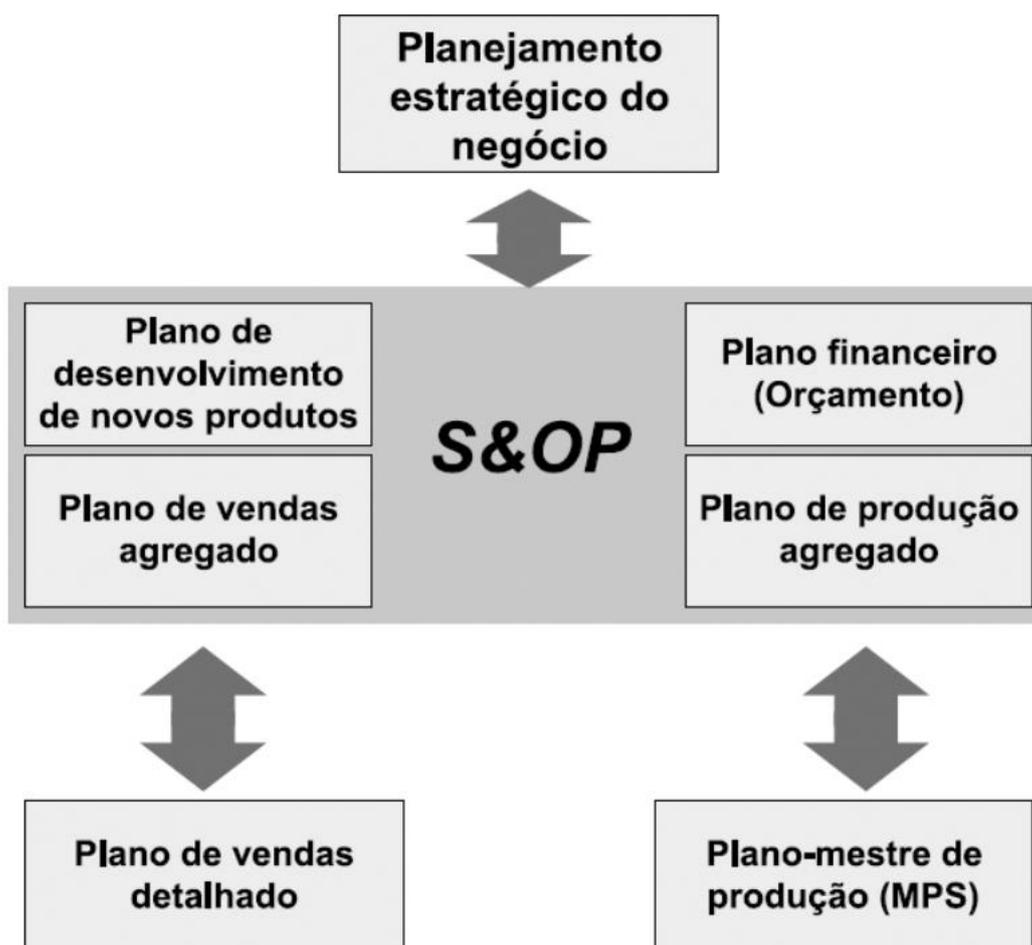
Dessa forma, conforme Corrêa, Gianesi e Caon (2019, p. 175), o S&OP corrobora para uma junção de processos, dos quais seguem modelos e unidades de resultados diferentes, que compartilhados entre a estrutura organizacional, promovem a realização da estratégia empresarial. Com isso, o S&OP é:

O elemento que faz a ligação entre a manufatura e as demais funções da empresa, à medida que o plano, em unidades produzidas, seja traduzido na linguagem de cada setor: unidades para o setor de vendas, valores monetários para os setores de marketing e finanças, recursos necessários dos setores de manufatura e engenharia, entre outros.

Portanto, pode-se dizer que o processo de S&OP é de valor fundamental para a organização, o qual promove uma gestão do resultado pela alta direção, e uniformiza a estratégia do negócio a fim de que as áreas funcionais trabalhem para alcançar o objetivo estabelecido no planejamento. Dessa forma, conforme

já explicado anteriormente, os autores Corrêa, Giansesi e Caon (2019) deixam claro que o processo de Planejamento de Vendas e Operações é um módulo global de planejamento (Figura 2) das diferentes esferas, o qual promove um funcionamento pleno e total do MRP II - será visto no próximo tópico -, conduzindo o plano de vendas a uma produção voltada para o cliente.

Figura 1 – Módulo global de planejamento



Fonte: Corrêa, Giansesi e Caon (2019, p. 177).

Como é possível observar na Figura 1, o S&OP promove uma conexão com as diferentes áreas, com o objetivo de que o planejamento estratégico (visão macro do negócio e de longo prazo) seja interpretado no médio e longo prazo através das atividades do Marketing no desenvolvimento de novos produtos, do Comercial apontando quais suas expectativas e previsões de vendas, o Financeiro através do plano orçamentário, e o Industrial por meio das restrições fabris, obtendo como resultado os planos detalhados de vendas e produção (médio e curto prazo).

Como visualizado, o S&OP é uma das etapas primárias para o planejamento do PCP, sendo assim é comum que esteja integrado às rotinas dos módulos de MRP das empresas. Diante disto, no próximo tópico será apresentado sobre o MRP I e MRP II.

2.2. MRP e MRP II

Segundo Villar, Silva e Nóbrega (2008), os primeiros conceitos de MRP surgiram na década de setenta, por meio de J. Orlicky, onde a ideia principal era colocar em prática cálculos de controle de estoque para que se houvesse uma maior gestão, quando era mais significativa a utilização de métodos estatísticos.

MRP ou *Material Requirement Planning*, significa Planejamento da Necessidade de Material, e segundo Laurindo e Mesquita (2000) era composto em três pilares para a gestão da produção:

- Plano Mestre de Produção;
- *Bill Of Materials* ou Lista de Materiais;
- Quantidade de produtos em estoque.

No sistema MRP se utiliza de uma capacidade infinita, onde alguns recursos fabris (recursos humanos, por exemplo), necessários para a produção, não são considerados como restrições. É por isso, que a partir 1981, Oliver Wight publica em seu livro o conceito de MRP II onde o novo sistema permite considerar outros recursos de produção, entre eles, os recursos humanos e orçamentários (LAURINDO e MESQUITA, 2000).

Considerando a importância do MRP para o processo de gestão da produção, pode-se dizer que:

O MRP auxilia as empresas na execução dos cálculos de volume e tempo em que os materiais são necessários, com considerável nível de escala e complexidade, devido ao grande número de combinações possíveis entre os diversos materiais. (LOZADA, 2017, p. 44).

Já o MRP II, o qual se caracteriza pelo cálculo a partir de uma capacidade finita, observando não apenas o plano mestre de produção, os estoques e a lista de materiais, mas agora observado a capacidade de produção

limitada, o recurso humano aplicado em cada etapa do processo como restrições importantes ao cálculo, pode ser descrito como:

O MRP II é mais do que apenas o MRP com cálculo de capacidade. Há uma lógica estruturada de planejamento implícita no uso do MRP II, que prevê uma sequência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, visando chegar a um plano de produção que seja viável, tanto em termos de disponibilidade de materiais como de capacidade produtiva. (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2019, p. 140).

Conforme citado, os autores relatam as importâncias sobre a aplicação do MRP no sistema de gestão produtiva, principalmente no sentido em que o cálculo de MRP garante uma visão sobre as necessidades em termos de quantidade e tipos de matérias-primas e insumos, considerados de acordo com a programação de produção ou previsão de vendas.

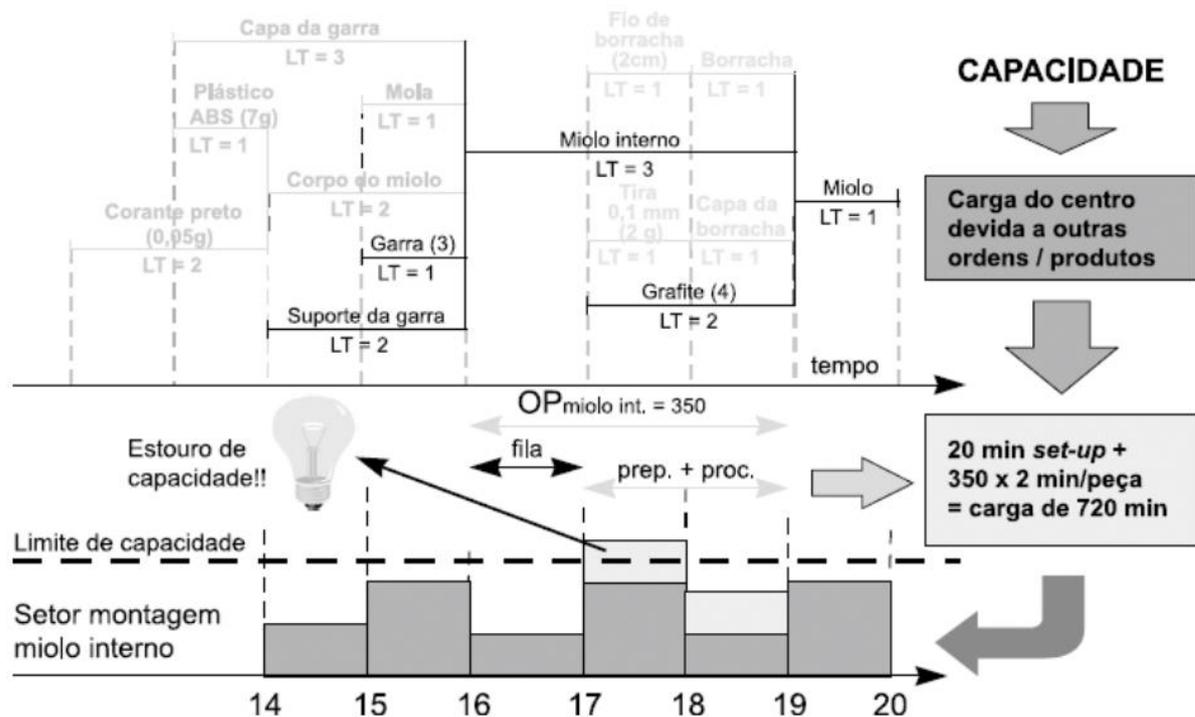
Além da visão sobre o quê, quando e quanto comprar, Corrêa, Gianesi e Caon (2019) mostram na Figura 2 que o MRP II traz uma visão sobre o como produzir, de acordo com os recursos disponíveis, ou seja, quantidade de mão-de-obra necessária para determinada demanda, qual a restrição de capacidade, qual o modelo de processo de fabricação, dentre outros aspectos que são parametrizados para melhor aproveitamento das disponibilidades fabris, gerando desta forma, maior aproveitamento dos recursos e menor incidência de desperdícios.

A Figura 2 mostra um processo fictício de fabricação de lapiseiras para demonstrar a importância dos cálculos do MRPII. Nesse exemplo, existe uma ordem de produção emitida de 350 unidades do miolo interno, que deve ser entregue entre as semanas 16 e 19, onde a primeira semana é a fila de espera até o início da preparação, com um tempo de 20 minutos de *setup*. Depois, para cada peça processada é gasto um tempo de 2 minutos, o que equivale a um tempo total de 720 minutos de processamento do miolo interno. Contudo, realizando os mesmos cálculos para outras diferentes Ordens de Produção (OP) para trabalho no setor de montagem de miolo interno, pode-se observar que existe um estouro de capacidade na semana 17.

Dessa forma, como foi possível visualizar a situação com antecedência, ainda na etapa de planejamento, permite que sejam tomadas decisões como: contratar mais mão de obra para suprir o aumento da capacidade na semana 17,

adquirir novos maquinários com maior capacidade, formar estoques reguladores para fomentar a demanda e não ultrapassar a capacidade, dentre outras decisões que são inerentes ao processo produtivo, permitindo assim, cálculos de viabilidade econômica para as diferentes estratégias que forem realizadas.

Figura 2 – Necessidades de capacidade



Fonte: Corrêa, Giansi e Caon (2019, p.139).

Com isso, e conforme mencionado acima, entender a demanda, quais as restrições fabris, qual a capacidade de custo de pessoal, entender as limitações orçamentárias, por exemplo, são requisitos para que se tenha um dimensionamento correto, tanto das capacidades produtivas, como já citado no processo de MRP, bem como bom funcionamento da cadeia de suprimentos, com a integração das áreas, fomentada pelo processo de S&OP e, com o relacionamento com os fornecedores e clientes.

Por fim, o S&OP pode ser caracterizado como um processo integrador e que dar suporte ao processo de PCP, alimenta a área com diversas informações, como por exemplo: a previsão de vendas, informações sobre o mercado, promoções, lançamento de novos produtos, condições especiais de um determinado cliente, aumento ou diminuição de *lead times* de entregas, aumento ou diminuição de reclamações sobre a qualidade dos produtos.

Toda essa gama de informação que é compartilhada com o PCP, faz com que diferentes decisões possam ser tomadas, desde uma sinalização a aumentar a capacidade produtiva para atender um aumento inesperado de demanda, até uma estratégia voltada para uma produção focada na qualidade, mesmo que requeira reduzir o volume de fabricação para atender esse requisito.

2.3. PREVISÃO DE DEMANDA

Conforme Batalha (2019, p. 42), “previsão é a arte de especificar informações significantes sobre o futuro”. Essas informações são a base fundamental para que se obtenha um retrato do que está a frente, seja em curtos espaços de tempo, até um período mais longo, a depender da necessidade que se deseja prever, bem como da capacidade de dados e informações que se tem sobre o passado, alinhado às experiências vividas por indivíduos, até as características ambientais sofridas pelo negócio.

Tubino (2017) menciona que a previsão permite que os gestores se antecipem, e que a partir dela possam tomar suas ações, sejam de melhoria, sejam de ruptura, ou qualquer ação que se coloque a empresa na frente ante as mudanças mercadológicas.

Contudo, para que se exerça uma gestão da demanda de modo integrador que garanta mais confiabilidade, Corrêa, Gianesi e Caon (2019) mencionam 5 habilidades primordiais, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Principais elementos da gestão da demanda



Fonte: Corrêa, Gianesi e Caon (2019, p. 252)

Ainda, segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2019), essas habilidades definem o quão impactante, os modelos matemáticos, os relacionamentos, as capacidades produtivas e comprometimento podem influenciar a demanda positivamente ou negativamente.

As habilidades podem ser entendidas da seguinte forma, segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2019):

Habilidade de previsão de demanda: consiste em quão bom são os métodos matemáticos que se utilizam no processamento da previsão podem retratar uma condição mercadológica favorável. Mas alinhado ao modelo matemático, importante que os dados históricos também sejam confiáveis que exibam um comportamento ao que, de fato, é representado. Mais além, precisam ser representados nesses modelos variáveis externas, que sejam de ações tomadas pela empresa ou pelos concorrentes, afim que se justifique o método de previsão.

Habilidade de comunicação com o mercado: um dos principais aspectos que fazem parte de uma boa previsão de demanda consiste em ajustar o modelo matemático, à sensibilidade das pessoas que estão no dia a dia das vendas. Logo, é imprescindível, que vendedores, representantes, gerentes de vendas, equipe comercial, além de vender, também se atentem a passar essas informações ao time que formula a previsão de vendas, e assim aplicar essa sensibilidade ao MRPII.

Habilidade de influência sobre a demanda: estar a frente ao mercado em determinado cenário de vendas, também se exige que a empresa realize ações a fim de movimentar as vendas à sua estratégia. Essas ações podem ser de negociação de prazos de pagamentos, ações promocionais, ações que favoreçam determinadas linhas de produtos com mais rapidez na entrega. Enfim, isso permite que os clientes caminhem na direção das ações propostas, e que são pensadas, para além de alavancar vendas, reduzir estoques de determinados itens próximos à obsolescência.

Habilidade em prometer prazos: por mais que toda a integração seja feita, sinalizar ao cliente determinado mix de produtos, realizar promoções, estar conectado à sensibilidade do time de vendas, se a empresa não conseguir

assegurar aos seus clientes, prazos e cumpri-los, restará uma imagem que a organização está apenas tentando chamar atenção da demanda, mas sem ações concretas. Então, é válido que sempre que se deseja tomar alguma ação de vendas que vá impactar na produção, que esses também adequem os seus processos para que consigam todos honrar os compromissos colocados junto aos clientes.

Habilidade em priorizar e alocar: e por último, mas muito em comum com a habilidade em prometer prazos, está a necessidade de flexibilizar-se quando demandado. Pode acontecer, que em algumas situações, obrigue o planejamento a priorizar determinado cliente, atender seus pedidos de forma total ou parcial, em outro momento, alocar um produto de um cliente em potencial, ações que minimizem um prejuízo comercial, ou ações que colaborem para a conquista de clientes com uma boa entrada de receita.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2017), todas as decisões que são tomadas hoje, elas só serão concretizadas no futuro e, por isso, um gestor precisa estar atento para que sua decisão que for aplicada hoje, esteja em acordo com as premissas esperadas quando chegar o futuro e a ação realizada.

Nesse sentido, Corrêa e Corrêa (2017, p. 202) falam que:

As previsões embasam todas as decisões que levam algum tempo para tomar efeito. Más previsões levam a más decisões e conseqüentemente a desempenhos piores. As empresas usam uma variedade de técnicas para tentar melhorar a qualidade de suas previsões, desde bem estabelecidas técnicas quantitativas até técnicas qualitativas originais e criativas.

Sabendo agora da importância da previsão, a integração funcional necessária para realizá-la, as habilidades para que se alcance uma previsibilidade confiável, a maneira que for criada a previsão “dependerá da existência e natureza dos dados sobre a demanda passada” (SILVA et al., 2022, *apud* LAGE JUNIOR, 2019, p. 2).

As previsões de demanda podem ser qualitativas e/ou quantitativas. Nos modelos qualitativos o que se torna mais importante é o *background* das pessoas que fomentam o fator vendas da empresa. Já os métodos quantitativos, utilizam os dados do passado para indicar um futuro, utilizando-se de métodos

matemáticos estatísticos a fim de que alcance um menor erro de previsão e, conseqüentemente, uma maior acurácia do futuro.

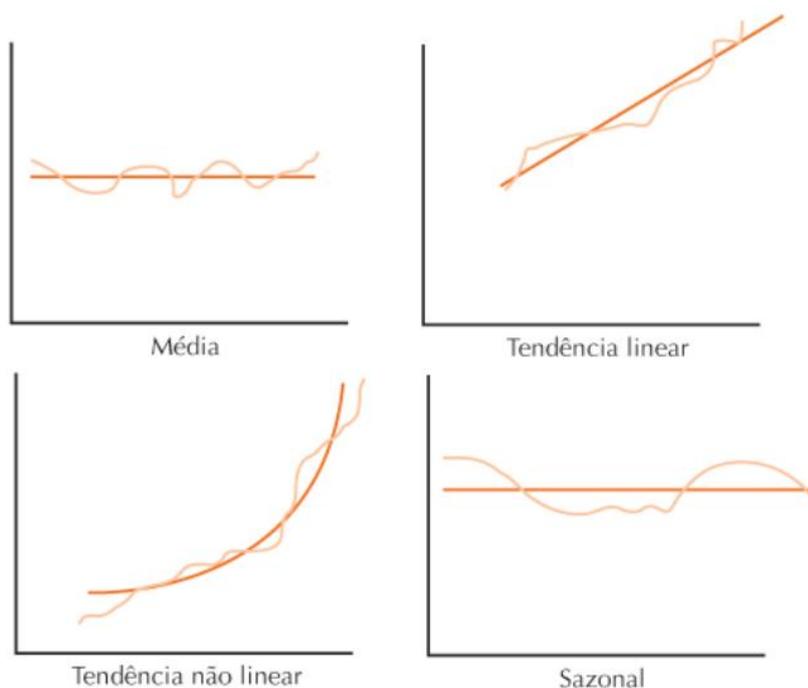
2.4. MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

Após entendermos sobre a importância da gestão da demanda, para se chegar aos resultados esperados, mesmo com uma boa base de dados ou uma excelente *expertise* dos funcionários, principalmente do time de vendas, é fundamental conhecer e entender como funciona e quais são as características dessa demanda, bem como utilizar de metodologias que, bem aplicadas, traçarão uma visão estratégica e gerencial para a tomada de decisão.

Para essa demanda, segundo Laugeni e Martins (2015), existem alguns padrões mais comuns, que são a média, tendência linear, tendência não linear e sazonal:

- **Média:** não há variação de consumo no decorrer do tempo;
- **Tendência linear:** existe variação crescente ou decrescente do consumo de maneira linear;
- **Tendência não linear:** existe variação crescente ou decrescente do consumo, contudo essa variação não muda em taxas constantes, e por isso, não linear;
- **Sazonal:** existe uma variação de consumo, porém essa variação de consumo se repete a cada ciclo de consumo. Por exemplo, uma empresa de bebidas tem seu maior número de vendas durante o verão e o menor ciclo de vendas durante o inverno. Existe uma variação de consumo, todavia, essa variação acontece de acordo com a condição climática.

A Figura 4 mostra um exemplo de como é possível enxergar essa variação de consumo:

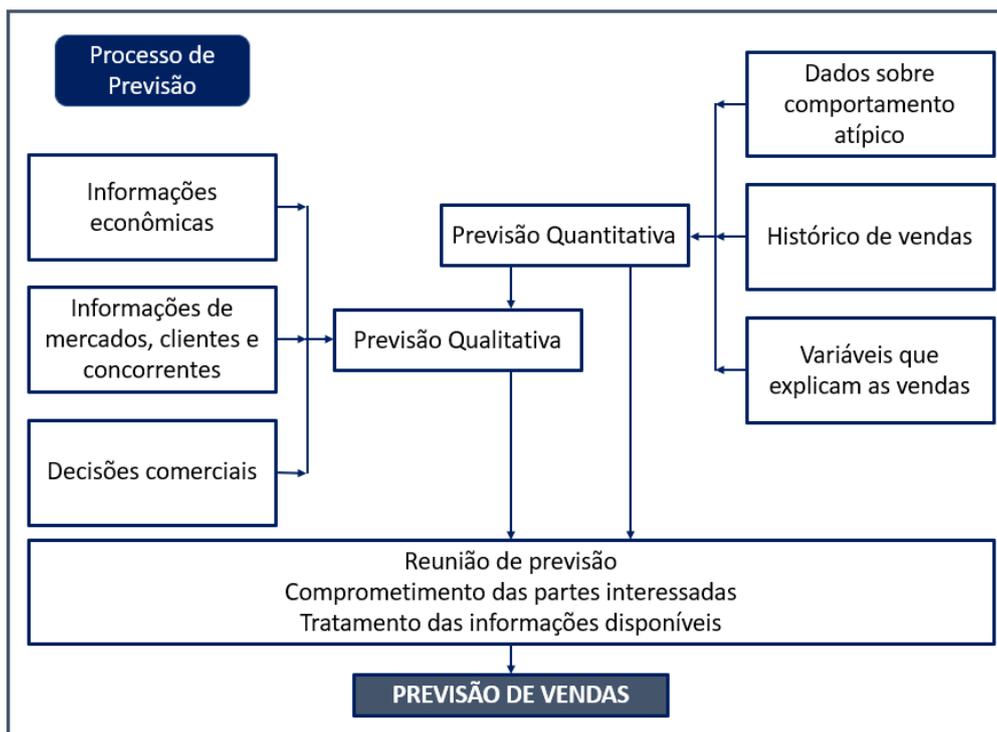
Figura 4 – Tipos de consumo

Fonte: Laugeni e Martins (2015, p. 88).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2017), para um bom modelo de previsão pode-se estabelecer um processo, em que se contemple as informações que justifiquem um comportamento de mercado, histórico de vendas, outras variáveis que expliquem a demanda que, por sua vez recebem um tratamento quantitativo.

Posteriormente, unindo a esse resultado quantitativo, as decisões comerciais, estado econômico, informações de mercado e de clientes, análise dos concorrentes, que juntos passam por um processo de tratamento qualitativo, e por fim, o resultado da previsão de vendas, que será escrutinado entre as partes interessadas e aplicada, durante o momento da reunião de previsão.

Figura 5 – Processo de Previsão de demanda



Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2017).

De acordo com a Figura 5, após a utilização de todas as fontes de informações inerentes à previsão, é necessário escolher o método que mais se adeque às realidades dos dados ou às características do grupo que irá analisar e julgar as informações obtidas, nesse contexto, principalmente quando se falar em tratamentos qualitativos.

Na Figura 6 é possível identificar vários tipos de técnicas de previsão, dentre outros que existem, como abordagem de painel, planejamento de cenário, em se tratando de métodos qualitativos.

Figura 6 – Técnicas de previsão

Fonte: Corrêa e Corrêa (2017, p. 213).

2.4.1. Métodos Qualitativos

As abordagens qualitativas são baseadas em subjeções, que derivam da experiência, da vivência na área de vendas, considerando as ações dos mercados para moldar a sua, mas que contemplam métodos para que se chegue em uma estimativa.

Tubino (2017, p. 29) fala que as técnicas qualitativas:

[...] estão baseadas na opinião e no julgamento de pessoas-chave, especialistas nos produtos ou nos mercados onde atuam estes produtos. Podem ser consultados os executivos das principais áreas da empresa, principalmente da área comercial, vendedores que tratam diretamente com os clientes, e os próprios clientes.

De acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015), as técnicas qualitativas compreendem em coletar e avaliar opiniões, direcionamentos, a participação de pessoas com *expertise* em realizar previsões, além das situações passadas como forma de experiência e uma tendência para o futuro.

2.4.1.1. Método Delphi

Um dos métodos mais conhecidos no processo de previsão de demanda, o método Delphi prima por obter informações de especialistas de modo que eles não conheçam as respostas uns dos outros, com a finalidade de evitar a influência de uma determinada pessoa sobre a resposta dos demais. Dessa forma, se utilizam questionários em que os especialistas respondem e retornam. Essas respostas, são enviadas aos outros membros, a fim de que reconsiderem suas respostas, com o objetivo que se chegue a um consenso ou o mais próximo possível disso (SLACK, BRANDON-JONES E JOHNSTON, 2015).

Corrêa e Corrêa (2017, p. 214) explicam a utilização do método da seguinte maneira:

Consiste nos seguintes passos: em primeiro lugar, propõe-se ao grupo determinada pergunta bem específica sobre alguma variável que se queira prever. Em seguida, coletam-se as várias opiniões, de forma sigilosa e individual. De posse dessas opiniões, o coordenador do processo trata dessas opiniões (estatisticamente) e retorna o resultado do tratamento estatístico das opiniões aos participantes. Estes são, então, solicitados a refazer suas estimativas. Recolhem-se e realimentam-se iterativamente as opiniões e elas são tratadas até que o processo de convergência das opiniões atinja um nível desejado. Dessa forma, os participantes, sempre solicitados a opinar individualmente, não se sentirão inibidos por fatores como hierarquia ou extroversão de outros.

Para Batalha (2019), o método Delphi carrega uma similaridade, contudo, de forma a obter uma formalidade maior, onde se conta com especialistas de áreas distintas, mas que opinam acerca de um tema específico, até que se chegue ao resultado esperado.

2.4.1.2. Júri de Executivos

Normalmente ao lançar novos produtos, fica difícil obter previsões mais assertivas, dessa forma se utiliza da experiência, *know-how* de executivos para influenciar qualitativamente nas previsões. Conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 441), o “júri de executivos é um método de previsão em que as opiniões, experiências e conhecimentos técnicos de um ou mais administradores são resumidos para se chegar a uma única previsão”.

2.4.1.3. *Pesquisa de Mercado*

A técnica de pesquisa de mercado prever saber dos consumidores quais são suas expectativas, normalmente através de questionários que são elaborados pela própria empresa, bem como de acordo com a avaliação dos concorrentes.

Contudo, Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) falam que esse modelo de previsão requer que seja definido uma estrutura do questionário e qual o universo que a pesquisa irá alcançar, ou seja, qual a amostragem da pesquisa. Além disso, as informações coletadas precisam passar por uma análise estatística e qualitativas para entender o resultado gerado com as respostas.

2.4.1.4. *Força de Vendas*

Em uma abordagem qualitativa, quanto mais experiência e vivência, mais preciso será o resultado da previsão.

Na estimativa de previsão baseado na força de vendas, os vendedores e equipe de vendas informam quais as suas expectativas de vendas acerca do seu conhecimento sobre o mercado, as movimentações de outras empresas e o comportamento dos clientes para os variados tipos de produtos que a empresa oferta.

Como pode ser visto, esse método trás inúmeras vantagens para a consolidação da previsão, mas conforme explicado por Corrêa e Corrêa (2017) essa abordagem requer cuidado, pois pode haver interferências por parte dos membros da força de vendas, com o intuito que as metas estabelecidas para cada um estejam dentro de uma esfera mais confortável para atingimento:

Requer cuidados para que se evite manipulação por parte da força de vendas. Uma manipulação típica é aquela em que a força de vendas subestima suas estimativas, pois sabe que um dos propósitos a que servirão é a fixação de metas para os próprios membros da força de vendas, que evidentemente terão mais facilidade de atingi-las se forem subestimadas (CORREA e CORREA, 2017, p. 214).

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), muitas vezes, quanto mais próximo do cliente externo vierem as informações sobre a demanda, serão mais favoráveis.

2.4.2. Métodos Quantitativos

Métodos quantitativos são normalmente utilizados quando se tem uma base de dados histórica, como um banco de vendas de anos ou meses atrás, ou o consumo no decorrer do tempo de um determinado produto ou insumo, e que a partir dessas informações é possível prever um possível comportamento do futuro.

Esses métodos podem ser utilizados através de modelos causais, quando o conjunto de dados históricos sofrem forte impacto de outros fatores, externos ou internos (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009), como por exemplo, limitação de recursos financeiros e ações governamentais. E os modelos de séries temporais, que basicamente utiliza-se do histórico de dados com a finalidade de prever o comportamento futuro. De acordo com Chopra e Meindl (2003, p. 71), os modelos de séries temporais “baseiam-se na suposição de que o histórico da antiga demanda é um bom indicador de demanda futura”.

Uma forma de previsão utilizando um método causal, é a regressão linear, que relaciona uma variável dependente com a existentes variáveis independentes, através de uma equação linear. Essas variáveis independentes causa impacto sobre a variável dependente, consequentemente, é possível enxergar os efeitos no passado (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009).

Quando se utiliza apenas uma variável independente, pode-se calcular através de uma regressão linear simples, com uma equação de 1º grau:

$$Y = a + bX$$

Onde:

Y = variável dependente

X = variável independente

a = interseção da linha no eixo Y

b = inclinação da reta

Para os cálculos de séries temporais utilizar os modelos de média móvel simples; média móvel ponderada; suavização exponencial simples; suavização exponencial com tendência (método *Holt*) e; suavização exponencial com tendência e sazonalidade (método *Holt-Winters*).

2.4.2.1. Média Móvel

De acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 444), “o método da média móvel simples é usado para estimar a média de uma série temporal de demanda e, dessa forma, remove os efeitos da flutuação aleatória”. É indicado usá-lo quando os dados históricos não apresentam forte tendência ou sazonalidades.

Para calcular basta pegar a soma das demandas dos últimos n períodos, e dividir pela quantidade de períodos, de acordo com a fórmula (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009):

$$F_{t+1} = \frac{\text{Soma das últimas } n \text{ demandas}}{n} \quad (1)$$

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

Onde:

D_t = demanda real no período t

n = número total de períodos da média

F_{t+1} = previsão para o período $t+1$

Quadro 2 – Exemplo do método de Média Móvel Simples

Ano	Demanda Real	Previsão
1	500	0
2	450	475
3	470	460
4	520	495
5	490	505

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No exemplo do Quadro 2, foi calculado com um $n = 2$ períodos, assim no período 2 foi calculado a média dos dois primeiros anos, no ano 3 a média dos dois últimos anos, e assim sucessivamente.

2.4.2.2. Média Móvel Ponderada

A média móvel ponderada tem o mesmo princípio de cálculo da média móvel simples, contudo no cálculo da média móvel simples a importância ou peso dos períodos são iguais, ou seja, as mudanças que ocorrem no decorrer do tempo não influenciam nos resultados de uma demanda de vendas, por exemplo. Admite-se, nesse caso que demanda de vendas em janeiro de 2018 tem a mesma significância na construção do resultado que a demanda de vendas de janeiro de 2019, quando o objetivo é prever as vendas dos meses de fevereiro e março de 2019.

Na média móvel ponderada, segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), cada demanda da base histórica tem seu peso determinado. Ainda segundo os autores, esses pesos precisam ter uma somatória de 1, ou seja, em uma demanda de 3 períodos, pode-se atribuir ao período mais recente um peso de 0,5, ao período 2 um peso de 0,3 e ao primeiro período um peso de 0,2. Assim, o período mais recente, com peso maior, terá maior impacto no resultado do cálculo.

$$F_{t+1} = 0,5D_t + 0,3D_{t-1} + 0,2D_{t-2} \quad (3)$$

No Quadro 3, o objetivo era encontrar a previsão para o ano 6, utilizando-se como referência os anos de 1 a 5, e atribuindo os pesos de 0,1 para os dois primeiros anos, 0,2 para os terceiro e quarto anos, e 0,4 para o quinto ano. Dessa forma, aplicando as informações do Quadro 3 na fórmula (3), o resultado obtido será uma previsão de 489 unidades de medida.

Quadro 3 – Exemplo do método de Média Móvel Ponderada

Ano	Peso	Demanda Real	Previsão
1	0,1	500	-
2	0,1	450	-
3	0,2	470	-

4	0,2	520	-
5	0,4	490	-
6			489

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Aplicando na fórmula:

$$F_6 = (0,1 \times 500) + (0,1 \times 450) + (0,2 \times 470) + (0,2 \times 520) + (0,4 \times 490)$$

$$F_6 = 489$$

2.4.2.3. Suavização Exponencial Simples

Para Corrêa e Corrêa (2017, p. 217), a suavização exponencial é:

Um caso particular de médias ponderadas de dados do passado, com peso de ponderação caindo exponencialmente, quanto mais antigos forem os dados, é aquele resultante do uso da técnica, bastante divulgada, de suavização exponencial.

Para calcular a suavização exponencial se utiliza de uma constante de suavização, chamada de α (alfa), constante que pode colocar mais em evidência os dados mais recentes, como as informações mais passadas.

A ênfase dada aos níveis de demanda mais recentes pode ser ajustada por meio da alteração do parâmetro de suavização. Valores de α mais altos enfatizam níveis recentes da demanda e têm como resultado previsões mais responsivas a alterações na média básica. Valores de α menores lidam com a demanda anterior de modo mais uniforme e têm como resultados previsões mais estáveis (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009, p. 446).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2017), a fórmula para calcular a suavização exponencial é:

$$\text{Nova previsão} = [(\text{demanda real do último período}) \times (\alpha)] + [(\text{última previsão}) \times (1 - \alpha)]$$

Ou segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009):

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

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) sugerem duas formas básicas para utilizar o valor da última previsão que seriam usar a demanda do último

período, para os casos quando não se tem um histórico recente de demanda ou, calcular a média das últimas demandas.

No Quadro 4 tem um exemplo de cálculo de suavização exponencial.

Quadro 4 – Exemplo do método de Suavização Exponencial

Ano	Demanda Real	Previsão	Erro
1	480		
2	510		
3	515		
4	485		
5	505		
6	525	501	
7	489	517	- 28
8	499	499	0
9	512	499	13
10	535	507	28
11	524	525	- 1
12	487	524	- 37
13	488	500	- 12
14	496	492	4
15	475	495	- 20
16	450	482	- 32
17	490	461	29
18	478	480	- 2
19	505	479	26
20	528	496	32
21	512	517	- 5
22	501	514	- 13
23	509	505	4
24	508	508	0
25	510	508	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para esse cálculo o valor de α foi definido encontrando o menor valor do RMSE (*Root mean squared error*) ou Raíz Quadrada do Erro Médio, cuja fórmula é:

$$RMSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_j^2 \quad (5)$$

Dessa forma, o valor do RMSE foi igual a 19,75 e o valor de α foi igual a 0,58. Além do resultado do erro médio, e parametrizado o alfa, antes no cálculo foi utilizado como ponto de partida da previsão a média ponderada dos primeiros

5 anos, onde no ano 5 foi usado um peso de 0,4, nos anos 4 e 3 um peso de 0,2, e nos anos 2 e 1, um peso de 0,1.

2.4.2.4. Suavização Exponencial (com tendência) – Método Holt

Chopra e Meindl (2003) consideram que a demanda observada é composta por componentes sistemáticos mais aleatórios. Os componentes aleatórios da demanda observada consistem em condições imprevisíveis, portanto, não controláveis. Já o componente sistemático é o que será utilizado para medir a demanda esperada, que pode ser composto por um nível, que é a demanda atual dessazonalizada, a tendência, que é a taxa de crescimento ou declínio da demanda e, por fim, a sazonalidade, que são as flutuações previsíveis da demanda.

De acordo com Chopra e Meindl (2003, p. 84), o método *Holt* “é adequado quando a demanda possui um nível e uma tendência no componente sistemático, mas não apresenta sazonalidade”.

No modelo de suavização exponencial com tendência, Chopra e Meindl (2003) apresentam:

Componente sistemático da demanda = nível + tendência

No modelo de suavização exponencial duplo (método *Holt*), segundo Laugeni e Martins (2015), é utilizado quando os dados mostrarem tendência, e dessa forma é possível ajustar a tendência com o componente de suavização α (alfa) para o nível, e o β (beta) como componente de suavização para a tendência.

De acordo com Chopra e Meindl (2003), os valores das constantes de suavização de α e β devem ser maiores que 0 e menores que 1.

Para o cálculo são consideradas no período t do nível e da tendência são utilizadas as seguintes fórmulas:

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)(L_t + T_t) \quad (6)$$

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

Silveira (2008) fala que o β é maior à medida que a variação da tendência cresce e, menor quanto menor for a variação da tendência.

Dessa forma, para calcular a demanda em certo período k , se utiliza da fórmula:

$$F_{t+k} = L_t + kT_t \quad (8)$$

2.4.2.5. Suavização Exponencial com tendência e sazonalidade – Método Holt-Winters

Segundo Chopra e Meindl (2003), o método *Holt-Winters* é indicado quando se existe no modelo fatores de nível, tendência e sazonalidade, e é representado de acordo com a expressão:

Componente sistemático da demanda = (nível + tendência) x fator de sazonalidade

Nesse modelo utiliza-se de 3 componentes de suavização, sendo o α (alfa) o componente de suavização do nível, o β (beta) como componente de suavização da tendência e, o μ (gama) como componente de suavização da sazonalidade. Importante ressaltar que todos os valores de α , β e μ devem ser maiores que zero e menores que 1, conforme abaixo:

$$0 < \alpha < 1$$

$$0 < \beta < 1$$

$$0 < \gamma < 1$$

Para o método *Holt-Winters*, os índices de nível, tendência e sazonalidade são calculados separadamente de acordo com as fórmulas (9), (10) e (11).

$$L_{t+1} = \alpha \left(\frac{D_{t+1}}{S_{t+1}} \right) + (1 - \alpha)(L_t + T_t) \quad (9)$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t \quad (10)$$

$$S_{t+p+1} = \gamma \left(\frac{D_{t+1}}{L_{t+1}} \right) + (1 - \gamma)S_{t+1} \quad (11)$$

$$F_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t+k} \quad (12)$$

Depois de calculados os índices de nível, tendência e sazonalidade, a equação (12) calcula a previsão dos períodos futuros multiplicando o fator sazonal à série com tendência (8).

2.4.3. Erro de Previsão

Após calculados os modelos, é necessário definir qual modelo apresentar a maior previsibilidade possível diante dos resultados obtidos. Dessa forma, calcular o erro é uma forma para se chegar a essa aproximação com a realidade esperada.

De acordo com Corrêa, Gianesi e Caon (2019, p. 281), “nenhum esforço de previsão terá sucesso se os erros não forem apontados e analisados, com o objetivo de reavaliar as hipóteses, modificar o método de previsão e ganhar o comprometimento com a melhoria do processo”. Dessa forma, existem vários modelos de erros de previsão, e dentre eles, existem o RMSE (*Root Mean Squared Error* ou Raíz Quadrada do Erro Médio)

As diferentes formas de cálculo se diferenciam à medida que dão importância ao erro, segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009). E o no RMSE, os erros de maior intensidade recebem mais peso por serem elevados ao quadrado.

Para calcular erro médio quadrático, utiliza-se a expressão:

$$\text{RMSE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_j^2 \quad (5)$$

Valor do erro médio quadrático é encontrado calculando a raiz quadrada dos erros dos valores da demanda real menos a previsão durante o período do primeiro mês de previsão até o último valor utilizado da demanda real.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho no seu transcorrer tem como objetivo observar um problema real em uma empresa de manufatura, e através das inúmeras possibilidades na literatura, propor soluções que promovam mudanças positivas à organização.

Conforme Gil (2017), a pesquisa é dita como aplicada, pois tem como objetivo envolver conteúdos elaborados para resolver problemas enxergados no ambiente social que os pesquisadores estão envolvidos.

Ainda de acordo com Gil (2017, p. 25), as pesquisas aplicadas são “[...] voltadas à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica”. Sendo assim, ainda conforme o referido autor (2017, p. 61), o presente trabalho pode ser classificado como **estudo de caso** com **pesquisa documental**, haja vista que os dados foram obtidos por meio do banco de dados de vendas da empresa, estando esses “[...] disponíveis sob a forma de registros, tabelas, gráficos ou em banco de dados”. Ele ainda completa que nos casos de pesquisa documental com abordagem quantitativa “[...] o processo analítico envolve procedimentos estatísticos, como medidas de tendência central e de dispersão, correlação, regressão e testes de hipóteses”.

Por se tratar de uma abordagem predominantemente **quantitativa**, cuja finalidade é utilizar de métodos matemáticos para analisar a demanda de vendas da empresa estudada, e por sua vez propor a utilização de um método baseado na sua análise de resultados, a pesquisa é classificada, segundo o seu propósito geral, como sendo **exploratória**, pois segundo Gil (2017, p. 25) “as pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”.

3.2. AMBIENTE DA PESQUISA

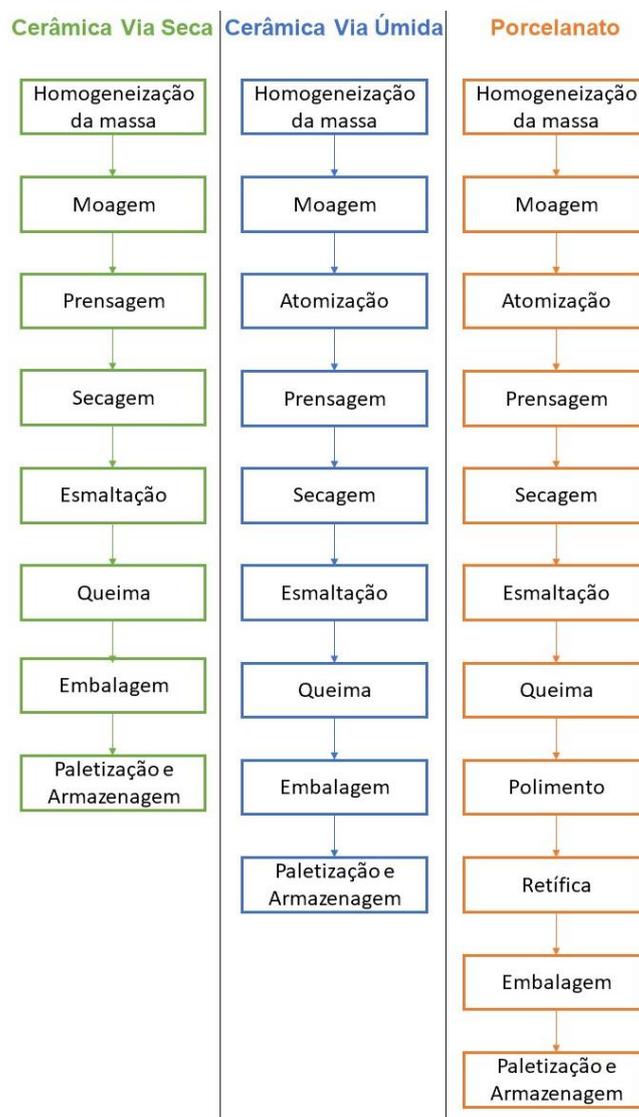
A empresa objeto de estudo é uma indústria manufatureira de revestimentos cerâmicos. Sua matriz está situada no Estado da Paraíba, onde

ainda existe uma outra unidade fabril, além de mais duas filiais, uma no Rio Grande do Norte, e a outra em Santa Catarina.

A empresa fabrica porcelanatos via úmida e cerâmicas via úmida e via seca, com um processo de produção, classificado pelo autor de mista, onde é possível identificar processos de produção por batelada e em massa.

A Figura 7 mostra de maneira resumida os processos de produção nos 3 tipos de fabricação (porcelanatos, cerâmicas via úmida e via seca), ressaltando que esse processo é aplicado para a empresa estudada, visto que outras fábricas do mesmo ramo podem contemplar outras etapas de acordo com suas tecnologias embarcadas.

Figura 7 – Processos de Produção



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A grande diferença entre os processos está no início dos fluxos, onde o processo de via seca não contém água na formulação da massa, dessa forma, não sendo necessário a etapa de atomização, que tem como objetivo retirar água da barbotina – pasta com mistura de água e as matérias-primas após o processo de moagem – e posteriormente enviar à etapa de prensagem.

Outra diferença está nas etapas finais do processo, onde nos porcelanatos polidos e técnicos polidos, utilizam-se da etapa de polimento, e todos os porcelanatos da etapa de retífica. Essa etapa de retífica é o corte lateral das peças, de modo que fiquem retas, diferentemente das cerâmicas que têm suas laterais abauladas.

A fabricante conta com uma capacidade de produção de cerca de 3 milhões de m² por mês, distribuídos em 11 linhas de produção nas 4 unidades distintas, conforme abaixo:

- Matriz: Capacidade aproximada de 500 mil m²/mês – Produção mista de cerâmica via úmida e porcelanatos – 5 linhas de produção – 622 colaboradores;
- Unidade 2 (Paraíba): Capacidade aproximada de 500 mil/mês – Produção exclusiva de porcelanatos – 2 linhas de produção – 365 colaboradores;
- Unidade Rio Grande do Norte: Capacidade aproximada de 1 milhão m²/mês – Produção exclusiva de cerâmica via seca – 1 linha de produção – 255 colaboradores;
- Unidade Santa Catarina: Capacidade aproximada de 1,5 milhão m²/mês – Produção exclusiva de porcelanatos – 3 linhas de produção – 800 colaboradores.

3.3. COLETA DOS DADOS

A coleta dos dados se deu por meio do sistema ERP da empresa (Protheus), que foi possível coletar as informações de vendas dos anos de 2017 a 2021. Os resultados das vendas foram baixados em planilha eletrônica do excel, onde foi possível observar o volume de vendas diário dos produtos da empresa objeto de estudo.

Como o material para a coleta de dados representa a fonte principal do resultado da empresa, e o mesmo é tido como norteador para grande parte das análises sobre as vendas da organização, foi considerado que seria uma fonte confiável e que representava uma fotografia fidedigna das vendas no período mencionado.

O trabalho se ateve a realizar os cálculos das vendas de uma unidade fabril (unidade produtora de porcelanatos da Paraíba) para fins de estudo, e posteriormente, após os resultados da pesquisa poderá ser replicada para as demais filiais da empresa e seus respectivos formatos, ou para os formatos mais rentáveis, como projeto piloto.

A fábrica de porcelanatos da Paraíba produz os formatos 101x101 cm², 74x74 cm², 62,5x125 cm², 50x101 cm² e 62,5x62,5 cm², contudo para o trabalho foi definido calcular os modelos de séries temporais e do erro médio quadrático apenas para o formato 62,5x62,5 cm². Essa definição se deu pois o formato é o único que possui a base de vendas desde 2017, bem como ele representa 50% do faturamento mensal da empresa.

3.4. ANÁLISE DOS DADOS

O completo tratamento dos dados aconteceu utilizando o *software* computacional *Microsoft Office Excel*, tanto para o *download* dos dados de vendas, como para a execução dos cálculos de **séries temporais e erro médio quadrático**, principalmente com as **funcionalidades do solver e análise de dados** nos cálculos das constantes de suavização a fim de encontrar o menor erro.

Para calcular os modelos, foram descartados os anos de 2020 e 2021, pois embora fosse a melhor situação de vendas por se tratarem de dados mais recentes, nesse período houve bastante interferência das consequências do COVID-19 no Brasil. Consequências essas que começaram a serem sentidas a partir de março/2020, quando iniciou uma redução histórica das vendas, devido às incertezas que a pandemia trouxe.

Outro fato foi que em julho/2020 houve uma entrada de pedidos histórica, pois na ocasião surgiu a informação de um ajuste de preços nesse mesmo mês devido aos aumentos nos custos de produção e, como culturalmente a empresa não reajustava preços de pedidos já implantados, deu-se início a uma entrada em massa de pedidos de venda, o que gerou prazos de entrega de 1 ano.

Ainda no mesmo sentido, o ano de 2021 iniciou com prazos de entrega de 6 meses, sentindo reflexo do acontecido em 2020, e dessa forma grande parte das vendas, com o intuito de balizar o prazo de entrega, foram interrompidas, voltando próximo da normalidade por volta dos meses de outubro e novembro de 2021.

Para analisar a demanda e realizar as projeções de vendas futuras foram calculadas a média móvel, a média móvel ponderada, a média móvel com suavização exponencial, o método *Holt* (suavização exponencial com tendência), e o método *Holt-Winters* (suavização exponencial com tendência e sazonalidade). Nesse sentido, para definir qual o método de previsão que melhor se adequa ao modelo de dados da empresa, foi calculado o erro médio quadrático, e por sua vez, o modelo que apresentar o menor valor será essa a proposta para empresa como um ponto de partida de medida de previsão de vendas quantitativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

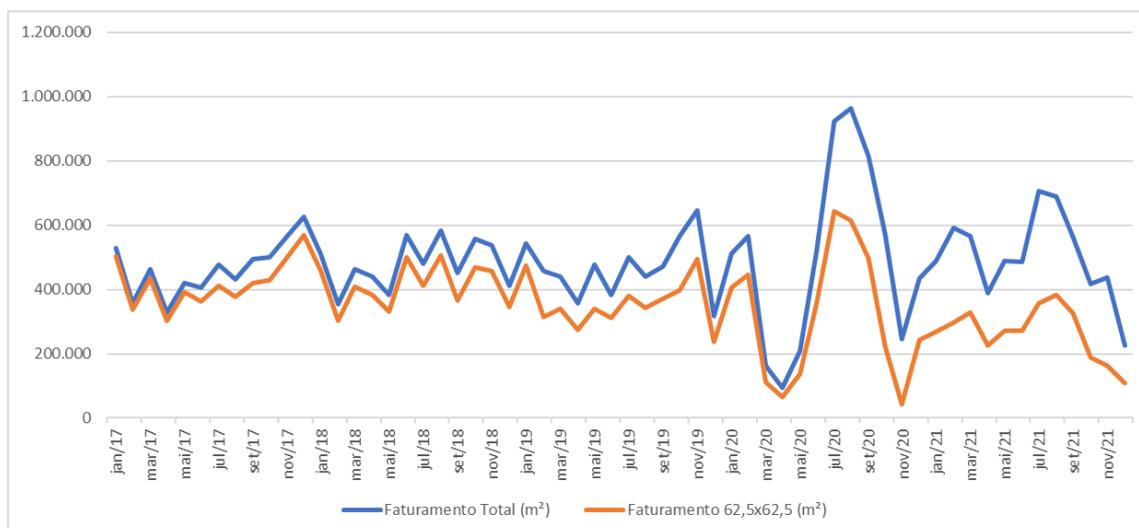
A empresa objeto de estudo está no mercado há mais de 35 anos, e desde sua existência no mercado nunca se colocou em prática a utilização de um processo de previsão de demanda para suporte às áreas de planejamento (S&OP, Comercial, Produção, Compras, Financeiro, Marketing).

Atualmente, a área de S&OP é a responsável pela verificação da demanda e planejamento de produção no longo prazo (1 ano), médio prazo (3 meses) e curto prazo (1 mês), em termos de formato e tipologia no longo e médio prazo e até o nível SKU no curto prazo.

Tendo em vista a condição atual onde não se conhece a previsão de vendas, todas as inferências, quando necessárias, são baseadas em médias de vendas passadas, seja de 3, 6 ou mais meses, a fim de que se chegue a uma estimativa que forneça algum suporte para projeções, sejam elas de vendas ou projeções de faturamento, por exemplo.

A empresa que recebeu a análise do cálculo, ou seja, a unidade fabricante de porcelanatos da Paraíba, fatura em média uma equivalência de 500 mil m² mensais, e desse volume, atualmente o formato que recebeu a análise equivale a 50% total do faturamento, mas que anualmente perde mais poder de participação.

No Gráfico 4 é colocada a situação em termos de faturamento mensal em m², de maneira geral somando todos os formatos, e com a linha apenas com a participação do 62,5x62,5 cm².

Gráfico 4 – Faturamento Total x Faturamento 62,5x62,5 (m²)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Embora a redução na participação do faturamento por parte do formato 62,5x62,5 cm² seja visível no decorrer do tempo, representada pela distância cada vez maior das linhas azul e laranja, ainda representa uma grande fatia, e por isso a sua importância para o estudo. Além disso, torna-se relevante, pois serve como um norteador para tomadas de decisão, seja para o S&OP no planejamento da produção, seja para o Comercial nas estratégias de vendas, bem como nas demais áreas que se utilizam das previsões de demanda.

4.2. APLICAÇÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO

Como já mencionado, o trabalho se ateve a calcular a previsão de vendas nos anos de 2017 a 2019, haja vista que os anos de 2020 e 2021 sofreram forte impacto no seu comportamento devido às consequências da pandemia do COVID-19.

Dito isto, como forma de trabalho, em todas as verificações estão considerando o ano de 2017 como ano base para calcular o L_0 , e a partir de Jan/18 iniciar as previsões. Exceto o cálculo do método *Holt*, onde é necessário calcular uma regressão linear de todos os meses de venda para encontrar o L_0 , com isso os cálculos de previsão já se iniciam em Fev/17.

Importante ressaltar também, que de maneira didática, foi realizado para fins de cálculo os últimos 6 meses de 2019 como horizonte de previsão, onde

teoricamente as vendas ainda iriam acontecer. Como o objetivo do estudo é verificar qual método de cálculo melhor se enquadra na realidade de vendas da empresa, e posteriormente propor o modelo a se utilizar, sabendo que já existem vendas nesses últimos meses de 2019, o erro da previsão com a venda real também está na composição do cálculo.

Diante do exposto, foram calculados os métodos de séries temporais abaixo para prever uma demanda de forma quantitativa e, seus respectivos erros, a fim de se definir por meio do resultado do erro, o cálculo que melhor se enquadra dentro das características dos dados da empresa:

- Média Móvel Simples;
- Média Móvel Ponderada;
- Suavização Exponencial Simples;
- Suavização Exponencial com Tendência (método *Holt*) e;
- Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (método *Holt-Winters*).

4.2.1. Média Móvel Simples

A média móvel simples consiste em realizar cálculos de média no decorrer do tempo, de acordo com os períodos n mais recentes.

Conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 444) esse método “é mais útil quando a demanda não apresenta tendências pronunciadas ou influências sazonais”.

A seguir, no Quadro 5, está o resultado do cálculo da média móvel simples da empresa, com os valores de demanda real, previsão e erro.

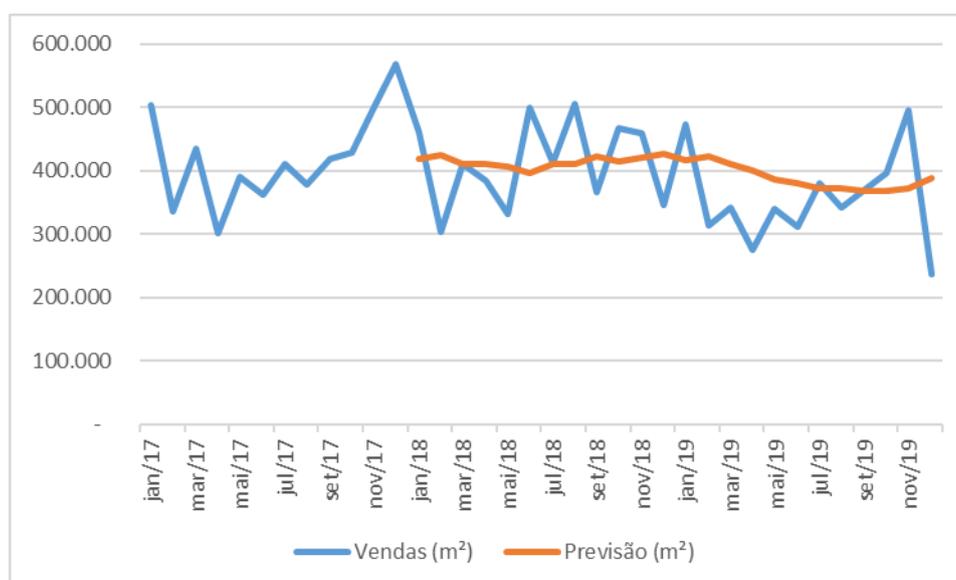
Quadro 5 – Resultados Média Móvel Simples

Mês/Ano	2017			2018			2019		
	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)
Janeiro	503.802			460.750	419.756	40.994	473.659	416.325	57.334
Fevereiro	336.661			303.875	424.805	-120.930	313.276	423.386	-110.111
Março	434.560			410.075	409.911	164	341.557	409.825	-68.268
Abril	302.096			383.578	409.931	-26.353	275.486	401.417	-125.931
Mai	391.047			331.602	406.686	-75.084	339.873	385.907	-46.034
Junho	362.719			500.516	397.438	103.078	311.272	380.237	-68.966
Julho	410.813			412.367	410.133	2.234	379.710	371.744	7.966
Agosto	377.354			506.253	410.409	95.844	342.841	372.725	-29.884
Setembro	419.598			366.018	422.213	-56.195	370.699	369.044	1.655
Outubro	429.420			467.777	415.292	52.485	396.362	369.248	27.114
Novembro	499.807			458.346	421.756	36.590	495.539	372.587	122.952
Dezembro	569.199			345.577	426.262	-80.685	236.520	387.730	-151.210

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ano 2017 foi base para o cálculo da média da previsão de Jan/18, logo não se tem os valores de previsão e erro. Dessa forma, em todos os meses se utilizou a média dos últimos 12 meses, ou seja, previsão de Fev/18, foi calculada a média das vendas de Fev/17 a Jan/18, e assim sucessivamente.

Nota-se que os maiores valores de erro aconteceram nos meses fevereiro e abril em 2018, e fevereiro, abril, novembro e dezembro em 2019, visível no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Média Móvel Simples

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Embora o cálculo da média móvel simples seja relativamente básico, ele demonstrou um resultado significativo diante dos valores de venda.

O Erro Médio Quadrático para esse modelo foi de 75.223 m².

4.2.2. Média Móvel Ponderada

A média móvel ponderada, é bastante semelhante à média móvel simples, onde a grande diferença está que na média móvel ponderada são atribuídos pesos aos períodos passados, e que soma desses pesos deve ser igual a 1.

A distribuição do peso deve ser colocada de maneira que resultará em menor valor de erro, dessa forma, pode ser que um determinado conjunto de dados, os pesos maiores são referentes aos valores mais recentes, como o contrário também pode ser verdade.

Para definir o valor de cada peso foi realizado o cálculo no Solver, e atribuído as restrições, conforme a Figura 8, a seguir:

Figura 8 – Parâmetros do Solver – Média Móvel Ponderada

Parâmetros do Solver

Definir Objetivo:

Para: Máx. Mín. Valor de:

Alterando Células Variáveis:

Sujeito às Restrições:

Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução:

Método de Solução

Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares. Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Ajuda Resolver Echar

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De acordo com a Figura 8, o objeto é o menor valor do RMSE. As células variáveis são os valores dos pesos, então os valores dos 12 pesos, e a restrição é que a soma desses pesos deve ser igual a 1.

Após essa resolução com os parâmetros definidos, os valores dos pesos são colocados a seguir no Quadro 6:

Quadro 6 – Pesos da Média Móvel Ponderada

Soma dos Pesos =	1
1	0,157692
2	0
3	0,311868
4	0
5	0,002627
6	0,148712
7	0,027088
8	0
9	0
10	0,023085
11	0,328929
12	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

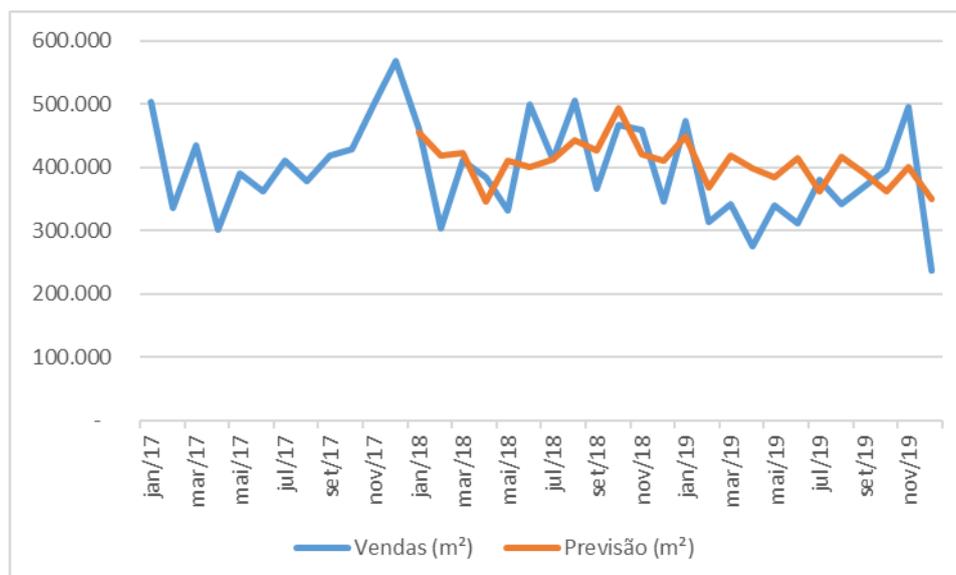
Depois de definidos todos os parâmetros, os resultados são mostrados no Quadro 7.

Quadro 7 – Resultados Média Móvel Ponderada

Mês/Ano	2017			2018			2019		
	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)
Janeiro	503.802			460.750	455.381	5.369	473.659	448.581	25.078
Fevereiro	336.661			303.875	418.334	- 114.459	313.276	368.147	- 54.872
Março	434.560			410.075	423.737	- 13.662	341.557	418.143	- 76.586
Abril	302.096			383.578	346.371	37.208	275.486	398.994	- 123.508
Mai	391.047			331.602	410.185	- 78.584	339.873	383.416	- 43.543
Junho	362.719			500.516	401.393	99.123	311.272	414.063	- 102.791
Julho	410.813			412.367	412.009	358	379.710	362.755	16.954
Agosto	377.354			506.253	443.962	62.290	342.841	415.781	- 72.940
Setembro	419.598			366.018	426.743	- 60.725	370.699	389.829	- 19.130
Outubro	429.420			467.777	493.443	- 25.667	396.362	362.154	34.208
Novembro	499.807			458.346	421.692	36.654	495.539	400.916	94.623
Dezembro	569.199			345.577	410.720	- 65.143	236.520	350.826	- 114.306

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os meses que mostraram os piores resultados foram em fevereiro e junho de 2018 e, abril, junho e dezembro de 2019, conforme demonstrado no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Média Móvel Ponderada

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como resultado, esse método de cálculo resultou em um valor de erro excelente para esse comportamento de vendas da empresa estudada, e mesmo por ser uma forma de cálculo relativamente simples, o fato de poder otimizar variáveis de peso que interferem no valor final, o resultado positivo.

O valor do Erro Médio Quadrático para esse modelo de série temporal foi de 67.977 m².

4.2.3. Suavização Exponencial Simples

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), a suavização exponencial é uma forma sofisticada de calcular a média móvel ponderada, visto que é muito mais simples a forma de cálculo, pois não necessita de uma base de dados anteriores tão grande, havendo a necessidade apenas de uma previsão antecessora, a demanda do período e uma constante de suavização.

Diferentemente da média móvel ponderada, onde os pesos são atribuídos na maneira como se deseja, a suavização exponencial simples atribui peso maior sempre às demandas mais recentes através da constante de suavização alfa.

Após calculada a base de vendas através da suavização exponencial simples, com valor de alfa = 0,12, obteve-se os seguintes valores de previsão de demanda (Quadro 8):

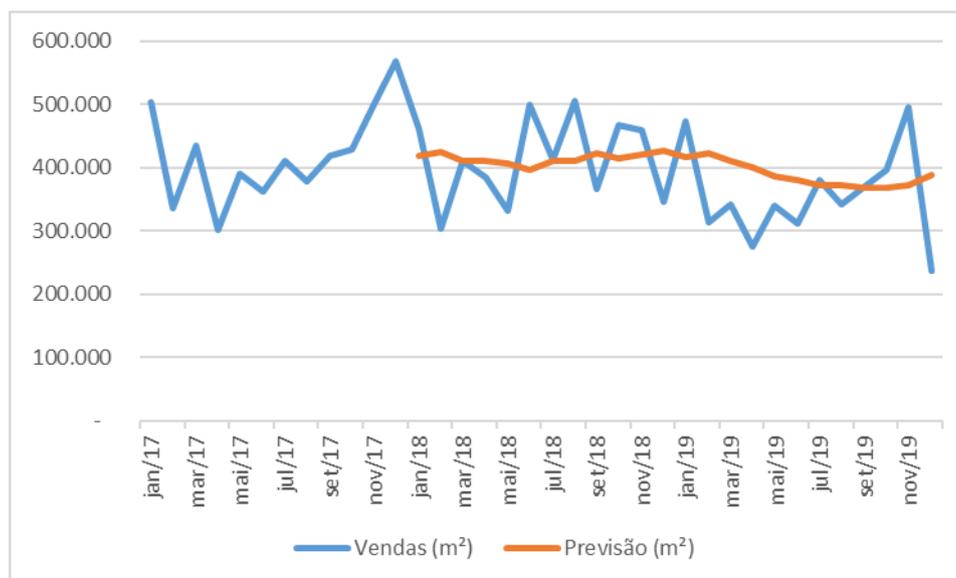
Quadro 8 – Resultados Suavização Exponencial Simples

Mês/Ano	2017			2018			2019		
	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)
Janeiro	503.802			460.750	419.756	40.994	473.659	416.325	57.334
Fevereiro	336.661			303.875	424.805	-120.930	313.276	423.386	-110.111
Março	434.560			410.075	409.911	164	341.557	409.825	-68.268
Abril	302.096			383.578	409.931	-26.353	275.486	401.417	-125.931
Maio	391.047			331.602	406.686	-75.084	339.873	385.907	-46.034
Junho	362.719			500.516	397.438	103.078	311.272	380.237	-68.966
Julho	410.813			412.367	410.133	2.234	379.710	371.744	7.966
Agosto	377.354			506.253	410.409	95.844	342.841	372.725	-29.884
Setembro	419.598			366.018	422.213	-56.195	370.699	369.044	1.655
Outubro	429.420			467.777	415.292	52.485	396.362	369.248	27.114
Novembro	499.807			458.346	421.756	36.590	495.539	372.587	122.952
Dezembro	569.199			345.577	426.262	-80.685	236.520	387.730	-151.210

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os maiores desvios aconteceram nos meses de fevereiro, junho e agosto de 2018 e, em fevereiro, abril, novembro e dezembro de 2019. Esses desvios são mostrados no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Suavização Exponencial Simples



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Muito embora seja um modelo convencionalmente utilizado, haja vista a sua simplicidade e facilidade, tanto no cálculo como na interpretação dos

resultados, para a série de vendas do formato 62,5x62,5 obteve um resultado satisfatório, porém ainda maior que na média móvel simples e ponderada.

Para calcular o menor erro nesse modelo, também se utilizou a ferramenta Solver para buscar o valor de alfa que provesse esse valor mínimo do erro. Como parâmetros de entrada utilizou o valor do RMSE como objetivo a ser definido, alterando a variável alfa, restrita a valores entre 0 e 1.

Como resultado, o Erro Médio Quadrático utilizando a suavização exponencial para prever a demanda foi de 76.020 m².

4.2.4. Suavização Exponencial (com tendência) – Método Holt

O método *Holt* utiliza-se do conceito de que para uma série que possui tendência, e não sazonalidade, é possível suavizar a previsão exponencialmente de acordo com o acréscimo ou decréscimo dos dados.

Como nesse método, além média (suavização exponencial simples), também é verificada a tendência, necessita de duas constantes de suavização, alfa e beta, e que ambas devem ter seus valores entre 0 e 1.

De acordo com Chopra e Meindl (2003), quando se sabe que existe uma certa tendência, é aconselhável que para os valores de nível L_0 seja calculada uma regressão linear entre as informações de demanda e seus períodos.

Nesse caso, os valores de L_0 e de T_0 são os resultados do coeficiente de interseção e o coeficiente de inclinação (ou variável X) da reta, respectivamente.

Nesse sentido, foi realizado o cálculo da regressão linear e os valores dos coeficientes de nível e tendência foram os seguintes:

$$L_0 = 431.783$$

$$T_0 = - 1.967$$

A princípio, baseado no valor da tendência já se observa um leve decréscimo na demanda de vendas do formato.

Após encontrados os valores iniciais de nível e tendência, foi realizado o cálculo da suavização exponencial dupla (ou incluindo tendência ou método *Holt*), e obteve-se os seguintes valores de previsão:

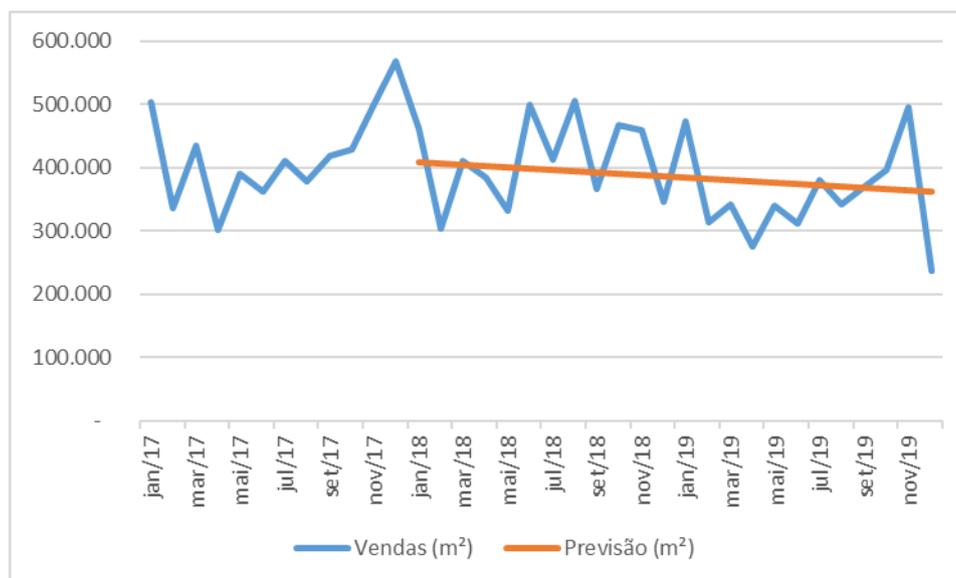
Quadro 9 – Resultados Método Holt

Mês/Ano	2017			2018			2019		
	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)
Janeiro	503.802			460.750	408.181	52.569	473.659	384.581	89.078
Fevereiro	336.661			303.875	406.214	- 102.339	313.276	382.615	- 69.339
Março	434.560			410.075	404.247	5.829	341.557	380.647	- 39.090
Abril	302.096			383.578	402.280	- 18.702	275.486	378.680	- 103.194
Maio	391.047			331.602	400.313	- 68.711	339.873	376.712	- 36.840
Junho	362.719			500.516	398.345	102.171	311.272	374.745	- 63.474
Julho	410.813			412.367	396.379	15.988	379.710	372.778	6.932
Agosto	377.354			506.253	394.413	111.840	342.841	370.811	- 27.970
Setembro	419.598			366.018	392.447	- 26.429	370.699	368.844	1.855
Outubro	429.420			467.777	390.480	77.296	396.362	366.877	29.484
Novembro	499.807			458.346	388.514	69.832	495.539	364.911	130.629
Dezembro	569.199			345.577	386.548	- 40.971	236.520	362.944	- 126.424

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como resultados, os maiores desvios entre previsão e demanda, foram nos meses de fevereiro, junho e agosto de 2018 e, nos meses de abril, novembro e dezembro de 2019.

Gráfico 8 – Método Holt



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como é possível observar no Gráfico 8, a linha de previsão é muito próxima de uma reta, o que significa que os coeficientes de suavização são muito baixos, demonstrando um comportamento estável da demanda.

Após o cálculo através do Solver, os resultados das previsões para o menor valor do RMSE, os valores de alfa e beta foram 0,000010 e 0,000991, respectivamente.

O método *Holt* se mostrou muito satisfatório para o comportamento de vendas do formato estudado, e como resultado, o valor do Erro Médio Quadrático para a previsão baseada nesse método foi de 71.604 m².

4.2.5. Suavização Exponencial (com tendência e sazonalidade) – Método *Holt-Winters*

O método *Holt-Winters* é utilizado para séries que tem além de tendência, também está associado uma sazonalidade. Tubino (2017, p. 41) explica a sazonalidade como a "ocorrência de variações, para cima e para baixo, a intervalos regulares nas séries temporais da demanda".

Para realizar o cálculo através do método *Holt-Winters*, inicialmente foi calculado o índice de sazonalidade de cada mês do primeiro ano. Posteriormente, para encontrar L_0 basta dividir a demanda real no período atual pelo índice de sazonalidade do mesmo mês do ano anterior. Já a tendência utiliza a mesma sistemática da sazonalidade, reduzindo a diferença da demanda do mês anterior sobre o índice de sazonalidade do mesmo período.

Após encontrados esses valores iniciais, a partir do mês de fev/18 as previsões começaram a serem calculadas utilizando-se as fórmulas do nível, tendência e sazonalidade, expostas no tópico 2.4.2.5.

Além dos coeficientes de suavização já conhecidos, alfa e beta, soma-se ao modelo o coeficiente de suavização gama, que é a constante que suaviza o fator de sazonalidade.

Novamente utilizando a ferramenta de cálculo do *Excel*, o Solver, foi colocado como parâmetro de saída o menor valor do RMSE. As variáveis que

otimizam o modelo são as constantes de suavização α , β e μ que só podem assumir valores entre 0 e 1.

Após o cálculo realizado pelo Solver, os valores encontrados das constantes são:

$$\alpha = 0,44$$

$$\beta = 0,11$$

$$\gamma = 0,11$$

Com esses valores de suavização os resultados das previsões são verificados no Quadro 10.

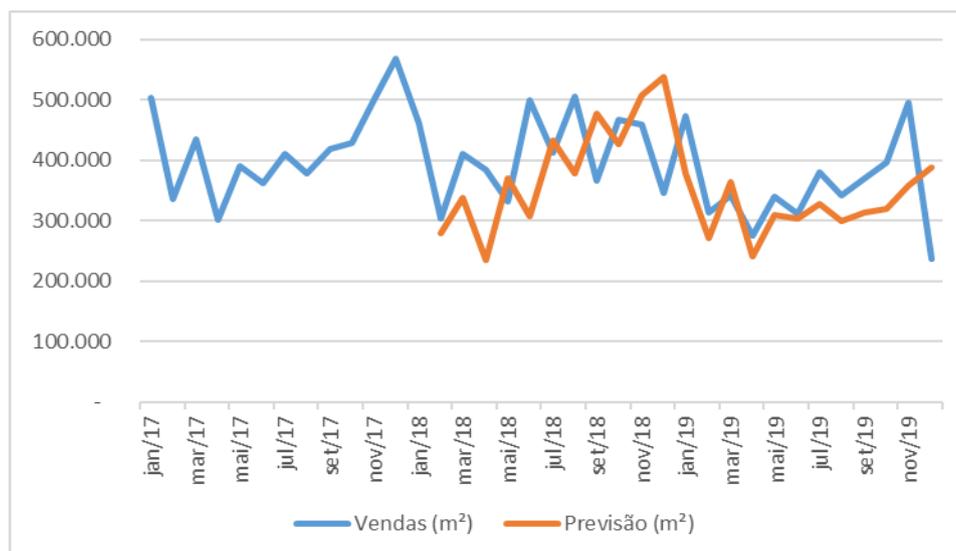
Quadro 10 – Resultados Método *Holt-Winters*

Mês/Ano	2017			2018			2019		
	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)	Vendas (m ²)	Previsão (m ²)	Erro (m ²)
Janeiro	503.802			460.750			473.659	378.442	95.217
Fevereiro	336.661			303.875	279.123	24.752	313.276	270.889	42.387
Março	434.560			410.075	338.895	71.181	341.557	363.908	- 22.351
Abril	302.096			383.578	235.256	148.323	275.486	240.914	34.572
Maio	391.047			331.602	370.299	- 38.697	339.873	310.423	29.449
Junho	362.719			500.516	307.911	192.605	311.272	302.800	8.472
Julho	410.813			412.367	433.932	- 21.564	379.710	328.118	51.592
Agosto	377.354			506.253	378.324	127.929	342.841	299.816	43.025
Setembro	419.598			366.018	477.975	- 111.957	370.699	314.251	56.448
Outubro	429.420			467.777	426.870	40.907	396.362	319.721	76.640
Novembro	499.807			458.346	506.866	- 48.520	495.539	357.883	137.656
Dezembro	569.199			345.577	537.415	- 191.838	236.520	388.488	- 151.968

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como é possível perceber, os meses de abril, junho, agosto, setembro e dezembro de 2018 e, nos meses de novembro e dezembro de 2019, foram os que apresentaram maiores desvios. Além disso, no método *Holt-Winters* para essa série temporal, o volume de desvios acima de 100.000 m² também foi maior em comparação aos demais modelos de previsão já vistos anteriormente.

O Gráfico 9 retrata a curva de demanda em comparação a curva de previsão.

Gráfico 9 – Método *Holt-Winters*

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como resultado, o cálculo da previsão de demanda por meio do método *Holt-Winters* não se mostrou satisfatório. Visualmente, através do Gráfico 9, é possível perceber que não existe uma sazonalidade percebida com periodicidades bem definidas. Os anos de 2017 e 2019 tem comportamentos semelhantes, mas no ano de 2018 até existe um aumento nas vendas a partir de abril, só que nos meses seguintes é mais notório um efeito serrote.

É possível que com uma base de dados com maior amplitude e capilaridade temporal, em termos de base de dados, possa haver um comportamento, além de tendência, também com sazonalidade. Contudo, com esse intervalo de série temporal não é possível inferir a existência dessa sazonalidade.

Dessa forma, o resultado do RMSE para a previsão da demanda do formato 62,5x62,5 da empresa, utilizando o método *Holt-Winters* foi de 94.543 m².

4.3. ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS

Os modelos de previsão, embora diferentes uns dos outros, seja pelas variáveis que são aplicadas, bem como pelas formas que são julgados, normalmente por estimativas de erros, segundo Slack, Brandon-Jones e

Johnston (2015), esses modelos são bastante utilizados nas tomadas de decisão.

Ainda, de acordo com Hogarth e Makridakis *apud* Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015), é mostrado que o desempenho obtido por previsões não é bom, seja com a utilização de modelos qualitativos, seja se utilizando de modelos matemáticos sofisticados. Contudo, os autores (HOGARTH e MAKRIDAKIS *apud* SLACK, BRANDON-JONES e JOHNSTON, 2015, p. 178) “sugerem é que determinadas técnicas de previsão têm melhor desempenho sob certas circunstâncias”.

Nesse sentido, a pesquisa utilizou-se de 5 modelos de previsão, a partir deles foram realizados cálculos de previsão de demanda observando o formato de fabricação do porcelanato 62,5x62,5 cm², em um intervalo de tempo entre os anos 2017 e 2019.

Com isso, após encontrados os diferentes valores de previsões, foi utilizado o método do erro médio quadrático em cada um dos modelos de séries temporais, a fim de escolher, para essa composição de dados históricos, qual modelo se comporta de forma mais adequada. Esses resultados são colocados no Quadro 11.

Quadro 11 – Comparativo dos Modelos

Ordem	Método de Previsão	RMSE (m ²)
1	Média Móvel Ponderada	67.977
2	Método <i>Holt</i>	71.604
3	Média Móvel Simples	75.223
4	Suavização Exponencial Simples	76.020
5	Método <i>Holt-Winters</i>	94.543

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Diante do exposto, o método que mostrou o melhor desempenho nas projeções de previsão de demanda para a série temporal das vendas entre 2017 e 2019 do porcelanato de formato 62,5x62,5 cm², foi a média móvel ponderada.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa foi realizada em uma empresa fabricante de revestimentos cerâmicos, com 4 unidades distribuídas no Brasil, sendo a matriz localizada na Paraíba, junto com outra unidade produtora exclusiva de porcelanatos. Além de uma unidade no Estado de Santa Catarina e outra no Rio Grande do Norte.

O trabalho tem como objetivo propor uma forma de cálculo de previsão de demanda, observando a série temporal de vendas do produto porcelanato 62,5x62,5 cm² da unidade fabricante exclusivamente de porcelanatos no estado da Paraíba, entre os anos de 2017 e 2019.

Como resultado, o método que mostrou o melhor desempenho nas projeções de previsão de demanda para a série temporal das vendas entre 2017 e 2019 do porcelanato de formato 62,5x62,5 cm², foi a média móvel ponderada, com base nos resultados do erro médio quadrático (RMSE).

5.1. RECOMENDAÇÕES PARA A EMPRESA

Diante de tudo que se expôs, do nível de competitividade, cada vez maior em que as empresas estão envolvidas, a evolução das tecnologias, as ações e decisões rápidas que são necessárias se colocar a frente do mercado, processos de suporte decisórios são extremamente importantes.

A previsão de demanda, processo quantitativo e qualitativo, com ferramentas computacionais sólidas e sofisticadas, junto com um time de profissionais que promovam balizamentos assertivos nas previsões, todo esse conjunto é um diferencial extremamente valioso para as grandes empresas.

Dessa forma, recomenda-se a aplicação inicial de um projeto piloto dos formatos com maior participação no faturamento a utilizar as técnicas apresentadas na pesquisa. A partir dos resultados que elas apresentarem, realizar os balizamentos qualitativos para um processo de previsão mais assertivo.

Ademais, caso julgue necessário, depois do apresentado no trabalho de pesquisa, realizar investimentos na formação de um processo de previsão de

demanda sólido e com *softwares* mais completos, onde permita decisões mais orientadas e mais rápidas por parte do S&OP.

5.2. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A principal dificuldade para se realizar o estudo, certamente, se ateuve ao fato da utilização de recursos computacionais para realização dos cálculos de previsão e erros. Haja vista que todo o trabalho foi realizado no *excel*, foi necessário muito tempo e esforço para estudar as variadas formas de cálculo que levam aos resultados do trabalho de conclusão.

Sim, existem alguns sistemas que podem ser utilizados para a realização dos cálculos de previsão, bem como de diferentes maneiras de erros de previsão. No entanto, por limitações nos recursos do pesquisador, o único meio de cálculo, como já mencionado, foi o *excel*.

5.3. SUGESTÃO DE PESQUISA

De acordo com Tubino (2017, p. 26) “apesar da evolução dos recursos computacionais e da sofisticação matemática das técnicas de projeção, a previsão da demanda dos produtos não é uma ciência exata, envolve uma boa dose de experiência e julgamento pessoal [...]”. Dessa forma, além do modelo de previsão quantitativo, uma forma de balizar a previsão da demanda, é o método qualitativo.

Com isso, propõe-se além da utilização do modelo quantitativo, a utilização de técnicas qualitativas, pois a partir delas, é possível identificar situações do mercado, que apenas por meio da *expertise* dos profissionais é incluso ao processo de previsão.

5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As previsões de demanda quantitativas, independente da sofisticação do modelo sempre contará com outras circunstâncias associadas, que elevarão a

cada otimização o nível de confiabilidade da previsão. Mas mesmo as previsões mostrando que podem ser falhas ou ainda estarem um pouco distantes da realidade, elas servem de subsídio para que gestores tomem decisões em seus processos.

A pesquisa se fundamentou em realizar as previsões de demanda baseada em séries temporais, com cálculos de média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial simples, suavização exponencial com tendência e suavização exponencial com sazonalidade.

Muito embora, possam parecer soluções simples, sem muita sofisticação de um *software* para incremento de outras variáveis interferentes no processo de previsão, sejam elas promoções, lançamentos de novos produtos, dentre outras situações, esses modelos servem como projetos piloto para o início da realização da previsão da demanda, principalmente na realidade da empresa, que não possui nenhuma metodologia de previsão de demanda.

Dessa forma, o método que mostrou melhor resultado a partir do histórico de vendas analisado foi o Média Móvel Ponderada. Contudo devido sua maior complexidade na elaboração do cálculo, principalmente no que diz respeito a distribuição dos pesos, pode deixar um pouco a desejar.

Diante do exposto, também é possível considerar a aplicação do método *Holt*, desde que constatada a existência de tendência no histórico de vendas, por se tratar de um método com menos variáveis de entrada, e dessa forma pode facilitar o estudo.

De modo geral, a pesquisa conseguiu, para a série de vendas do porcelanato de formato 62,5x62,5 cm², demonstrar e, dessa forma, propor um modelo de previsão utilizando a média móvel ponderada. Além de ser um modelo de previsão de fácil utilização, não demandará da empresa nenhum investimento para a aplicação dessa metodologia de previsão de demanda, visto que já utiliza os recursos necessários para sua aplicação.

REFERÊNCIAS

ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica de Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/setor-ceramico/numeros-do-setor>>. Acesso em: 01 set. 2022.

BATALHA, Mário O. **Gestão da Produção e Operações**. São Paulo: Editora Atlas, Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597021288. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597021288/>>. Acesso em: 06 nov. 2022.

CHOPRA, S., MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação**. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2003.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações**, 4ª edição. São Paulo: Editora Atlas, Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597013153. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597013153/>>. Acesso em: 06 nov. 2022.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu Gustavo N.; CAON, Mauro. **Planejamento, Programação e Controle da Produção - MRP II / ERP**, 6ª edição. São Paulo: Editora Atlas, Grupo GEN, 2019. E-book. 9788597018554. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597018554/>>. Acesso em: 01 set. 2022.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. Relatório de Produção de Índices de Preços – Grupos de Itens Específicos – Nº 5750/2021. **Instituto Brasileiro de Economia – IBRE**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://brasil.cbic.org.br/acervo-publicacao-fgv-ibre-relatorio-de-producao-de-indices-de-precos>>. Acesso em: 01 set. 2022.

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597012934. Disponível em:

<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597012934/>>. Acesso em: 08 dez. 2022.

KRAJEWSKI, Lee J., RITZMAN, Larry P., MALHOTRA, Manoj K. **Administração de Produção e Operações**. 8ª edição. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2009.

LAUGENI, Fernando P.; Petrônio Garcia. **Administração da produção**. Pinheiros: Editora Saraiva, 2015. E-book. 9788502618367. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502618367/>>. Acesso em: 01 set. 2022.

LAURINDO, F. J. B.; MESQUITA, M. A. D. **Material Requirements Planning: 25 anos de história - Uma revisão do passado prospecção do futuro**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 7, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2000000300009>>. Acesso em: 21 jun. 2021.

LOZADA, G. **Planejamento e Controle da Produção Avançado**. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

PEDROSA, C. B.; SILVA, A. L. D. **Dinâmica de implantação do Sales and Operations Planning: principais desafios**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 22, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0104-530X1754-14>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SILVA, Tamara Cristiane da *et al.* Análises de Modelos de Previsão de Demanda para uma Empresa do Setor Automobilístico. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XLII, Foz do Iguaçu, 2022. Disponível em: <https://www.abepro.org.br/biblioteca/TCE_384_1905_43579.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2022.

Silveira, Danilo S. **Um Modelo de Previsão de Vendas e Reposição de Estoques para o Planejamento Colaborativo no Varejo de Telefonia Celular**. Orientador: Marco Aurélio. 2008. 111 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção, Faculdade de Educação, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/directbitstream/bb785353-8321-4f8f-a8f9->

[8c48eb27f3f1/DaniloSaravaliSilveira%20TCC-PRO08.pdf](#)>. Acesso em: 08 dez. 2022.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; BRANDON-JONES, Alistair. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2015.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção - Teoria e Prática**, 3ª edição. São Paulo: Editora Atlas, Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597013726. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597013726/>>. Acesso em: 05 nov. 2022.

VILELA, Pedro Rafael. Brasil registra saldo positivo de 2,6 milhões novas empresas em 2021. **Agência Brasil**, Brasília, 09 fev. 2022. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-02/brasil-registra-saldo-positivo-de-26-milhoes-novas-empresas-em-2021>>. Acesso em: 01 set. 2022.

VILLAR, A. D. M.; SILVA, L. M. F. E.; NÓBREGA, M. M. **Planejamento, Programação e Controle de Produção**. João Pessoa: Universitária - UFPB, 2008.