



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
BACHARELADO EM ADMINISTRAÇÃO**

RENAN CÉSAR VANIN

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PREVISÃO DE DEMANDA: MODELO GERAL
VERSUS MODELOS SEGMENTADOS**

**CHAPECÓ
2018**

RENAN CÉSAR VANIN

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PREVISÃO DE DEMANDA: MODELO GERAL
VERSUS MODELOS SEGMENTADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Administração da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Éverton Miguel da Silva Loreto

CHAPECÓ

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Vanin, Renan César

ANÁLISE COMPARATIVA DE PREVISÃO DE DEMANDA: Modelo geral versus modelos segmentados / Renan César Vanin. -- 2018.

69 f.:il.

Orientador: Dr. Everton Miguel da Silva Loreto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Administração, Chapecó, SC , 2018.

1. Previsão de demanda. 2. Erros de previsão. 3. Curva ABC. 4. Ciclo de vida. I. Loreto, Everton Miguel da Silva, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

RENAN CESAR VANIN

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PREVISÃO DE DEMANDA: MODELO GERAL
VERSUS MODELOS SEGMENTADOS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Administração apresentado como requisito para a obtenção de grau de Bacharelado em Administração da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS.

Orientador (a) Prof.(a): EVERTON MIGUEL DA SILVA LORETO – UFFS

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca na data de 3 de Dezembro de 2018.



EVERTON MIGUEL DA SILVA LORETO – Doutor



MOACIR FRANCISCO DEIMLING – Doutor



RONEI ARNO MOCELLIN – Mestre

Dedico este trabalho aos meus pais e meus irmãos, pois sem o amor de vocês eu nada seria!

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Célia e meu pai Dulcimar, sou eternamente grato por tudo que vocês ensinaram e proporcionaram para eu e meus irmãos. ‘Confiança eu procuro e eu encontro em vocês’.

Ao meu irmão Andrei, meu primeiro, melhor e eterno amigo. ‘Enquanto houver você do outro lado aqui do outro eu consigo me orientar’.

À minha irmã Daiana, desde sempre é a base que me sustenta. Obrigado por ser ‘a luz que me traz paz’.

Ao professor Éverton, por todo o apoio, ajuda, paciência e incentivo na realização desse trabalho. Pelo conhecimento compartilhado, e por ser um exemplo de pessoa, de amigo e de profissional.

Aos meus companheiros e irmãos da Banda U T I: Mateus, Emanuel, Daniel e Oládio, por estarem comigo e serem parte dos melhores momentos da minha vida. Me orgulho em poder dizer ‘hey mãe, tem uns amigos tocando comigo, eles são legais e além do mais, não querem nem saber’.

Aos amigos que conheci em Chapecó, e aos que mantiveram-se por perto mesmo estando do outro lado do Rio Uruguai, obrigado por todos os momentos compartilhados, muitas vezes eu digo que ‘a amizade é maior do que tudo, já diziam os antigos’, e realmente é.

À todos que fazem parte da Universidade Federal da Fronteira Sul, colegas, técnicos, professores, por terem proporcionado cinco intensos anos de muitos aprendizados, muitas amizades, e momentos marcantes em minha vida.

“Um salve aos que têm coragem”. (REMONATTO, 2014)

RESUMO

O presente estudo apresenta uma análise comparativa entre a utilização de um modelo geral *versus* modelos segmentados de previsão de demanda para a empresa Aпти Alimentos Ltda. Esse estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de caráter quantitativo. O objetivo da pesquisa foi identificar qual é o melhor modelo de previsão considerando a segmentação das famílias de produtos com base na curva ABC e na análise do ciclo de vida dos produtos. Para tanto, inicialmente buscou-se descrever o atual método de previsão utilizado pela empresa. Na sequência, testou-se se a transformação de unidades de caixas vendidas para volume em quilogramas vendidos traz melhores resultados. A partir disso, foram testados cinco modelos de previsão de demanda e calculados os erros de previsão de cada modelo. Em seguida foi feita a agregação de produtos conforme representatividade na curva ABC e no estágio de ciclo de vida, a fim de identificar se os modelos de previsão segmentados trazem menores índices de erros que a aplicação de um modelo geral. Identificou-se que o modelo segmentado conforme o ciclo de vida apresenta menores erros, portanto, para as famílias que encontram-se em fase de crescimento e de maturidade deve-se usar o modelo aditivo de decomposição das séries temporais e o modelo de média móvel de ordem três meses para as famílias que estão na fase de declínio. Com a implantação do modelo a empresa pode ter benefícios na gestão de estoques de matérias-primas e de produtos acabados.

Palavras-chave: Previsão de demanda. Erros de previsão. Curva ABC. Ciclo de vida.

ABSTRACT

The present study presents a comparative analysis between the use of a general model versus segmented models forecasting of demand for the company Aпти Alimentos Ltda. This study is characterized as an applied quantitative research. The objective of the research was to identify the best forecast model considering the segmentation of product families based on the ABC curve and the product life cycle analysis. To do so, we initially sought to describe the current forecasting method used by the company. Subsequently, it was tested whether the transformation of units from boxes sold to volume in kilograms sold yielded better results. From this, five models of demand forecasting were tested and the prediction errors of each model were calculated. Then, the aggregation of products was performed according to the representativeness of the ABC curve and the life cycle stage, in order to identify if the segmented forecast models have lower error rates than the application of a general model. It was identified that the segmented model according to the life cycle presents smaller errors, therefore, for the families that are in phase of growth and of maturity we must use the additive model of decomposition of the time series and the model of moving average of order three months for families who are in the declining phase. With the implantation of the model the company can have benefits in the management of stocks of raw materials and finished products.

Keywords: Forecast of demand. Forecast errors. ABC curve. Life cycle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo geral de produção e operações.....	19
Figura 2 - Efeito do horizonte de previsão sobre os erros	24
Figura 3 - Padrões de demanda	33
Figura 4 – Curva ABC.....	36
Figura 5 – Ciclo de vida do produto	37
Figura 6 – Curva ABC por família na empresa Apti em 2017.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação entre características no processo de previsão de vendas	24
Quadro 2 – Descrição das famílias de produtos com quantidades de itens.....	46
Quadro 3 – Erros de previsão utilizando o modelo multiplicativo com base em caixas vendidas.	47
Quadro 4 – Erros de previsão utilizando o modelo multiplicativo com base em KG vendidos.....	48
Quadro 5 – Comparativo modelo em caixas x quilogramas.....	48
Quadro 6 – Classificação ABC por família na empresa Apti em 2017.....	49
Quadro 7 – Desempenho dos modelos de previsão para produtos classe A.....	51
Quadro 8 – Desempenho dos modelos de previsão para produtos classe B.....	51
Quadro 9 – Desempenho dos modelos de previsão para produtos classe C.....	52
Quadro 10 – Comparativo modelo geral x modelo segmentado	52
Quadro 11 – Classificação conforme fase do ciclo de vida.....	53
Quadro 12 – Desempenho dos modelos de previsão para a fase de crescimento.....	54
Quadro 13 – Desempenho dos modelos de previsão para a fase de maturidade.....	54
Quadro 14 – Desempenho dos modelos de previsão para a fase de declínio	55
Quadro 15 – Comparativo modelo geral x modelo segmentado	55
Quadro 16 – Comparativo entre o modelo atual e os modelos propostos	56

LISTA DE SIGLAS

APO	Administração da produção e operações
MA	Modelo aditivo de decomposição das séries temporais
MAD	Desvio absoluto médio
MM	Modelo multiplicativo de decomposição das séries temporais
MMEP	Média móvel exponencialmente ponderada
MM3	Média móvel de ordem 3 meses
MSE	Erro médio quadrático
MVP	Medida do viés da previsão
RLS	Regressão linear simples
RMSE	Raiz do erro médio quadrático
SP	Sinal de percurso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo geral	16
1.1.2	Objetivos específicos	16
1.2	JUSTIFICATIVA	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E DE OPERAÇÕES	17
2.2	GESTÃO DE ESTOQUES	20
2.3	PREVISÃO DE DEMANDA	22
2.3.1	Horizonte de previsão	23
2.3.2	Modelos quantitativos	25
2.3.2.1	Métodos causais.....	25
2.3.2.2	Séries temporais.....	26
2.3.3	Modelos qualitativos	30
2.3.3.1	Opinião dos executivos.....	30
2.3.3.2	Opinião força de vendas	30
2.3.3.3	Pesquisa junto a clientes	31
2.3.3.4	Método Delphi.....	31
2.3.4	Modelos mistos	32
2.4	PADRÕES DE DEMANDA.....	32
2.5	ERROS DE PREVISÃO.....	34
2.6	CLASSIFICAÇÃO ABC	35
2.7	CICLO DE VIDA DO PRODUTO.....	36
3	METODOLOGIA	39
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	39
3.2	UNIDADE DE ANÁLISE.....	40
3.3	COLETA DE DADOS	40
3.4	PREPARAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS	40
3.5	APLICAÇÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO	41
3.5.1	Regressão Linear Simples (RLS)	41
3.5.2	Modelo Aditivo (MA)	41
3.5.3	Modelo Multiplicativo (MM)	42

3.5.4	Média Móvel de Ordem 3 (MM3)	42
3.5.5	Média Móvel Exponencialmente Ponderada (MMEP)	42
3.6	ERROS DE PREVISÃO	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1	A EMPRESA E SEU ATUAL PROCESSO DE PREVISÃO	44
4.2	MODELOS BASEADOS EM CAIXAS X EM PESO	46
4.3	PREVISÕES CONFORME CURVA ABC	49
4.4	PREVISÕES CONFORME CICLO DE VIDA	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICES	62

1 INTRODUÇÃO

Com as aceleradas mudanças econômicas, industriais e tecnológicas decorridas da globalização, as organizações precisam adaptar-se para manterem-se competitivas no mercado. Diante disso, as empresas necessitam ter um bom planejamento de produção, com o objetivo final de atender aos seus clientes no tempo e na quantidade por eles requeridas.

Toda empresa transforma seus insumos em produtos ou serviços. Tal sistema de transformação de insumos (matérias-primas, pessoal, máquinas e demais recursos) em saídas caracterizadas por serviços ou produtos compete à administração da produção (GAITHER; FRAZIER, 2002).

As principais funções da administração da produção são a coordenação, programação e controle das operações, a fim de que o seu planejamento tenha sinergia com os objetivos da empresa (ARAÚJO, 2009). Além disso, a administração da produção busca implementar a estratégia traçada pela organização, dessa forma, a administração da produção deve desenvolver suas capacitações de modo que permitam à organização aprimorar e refinar seus objetivos estratégicos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

A fim de aprimorar seus processos de produção, as empresas devem ter controles de estoques, pois, dessa forma, torna-se possível ajustar o planejamento de vendas com a programação da produção, buscando diminuir o capital investido em ativo imobilizado, já que este é de alto custo (DIAS, 2010).

A previsão da demanda é o principal subsídio para um bom planejamento de produção, uma vez que, a partir dela, define-se no presente o planejamento de produção dos próximos períodos. Com a estimativa da demanda de seus produtos a empresa passa a planejar a produção com antecedência, a fim de ter todos os recursos produtivos necessários na quantidade e no tempo correto (GAITHER; FRAZIER, 2002). Além de planejar a produção, a previsão de demanda pode diminuir os custos com estoques de produtos acabados e de matérias-primas.

Conforme Moreira (2012), a previsão de demanda trata do processo racional que busca informações relativas à quantidade das vendas futuras dos produtos. Devido à interferência de vários fatores externos à organização no real volume de vendas, torna-se praticamente impossível acertar na previsão. Portanto, frente a uma grande quantidade de fatores, as previsões de demanda devem ser constantemente revistas e atualizadas, para que se busque entender as causas e seja possível avaliar os erros encontrados na previsão, uma vez que, para

obter uma previsão bem sucedida, é fundamental a revisão e atualização de seus modelos (JACOBS; CHASE, 2009).

Diversos autores abordam a previsão de demanda com diferentes métodos de classificação. Por exemplo, Queiroz e Cavalheiro (2003) apontam que a maioria das empresas produzem muitos itens, sendo assim, torna-se inviável fazer previsão individualmente para cada item. Dessa forma, os autores sugerem que os produtos sejam agregados em famílias de produtos semelhantes entre si. Assim, pode-se analisar diversos itens sob a ótica de uma mesma série de dados.

Já Pellegrini e Fogliatto (2001) sugerem uma metodologia que agregue os produtos conforme o modelo de classificação na curva ABC, em que se classificam os produtos conforme as vendas e seus faturamentos. Nessa classificação, a classe A é representada por 80% do faturamento da empresa e cerca de 20% dos itens. Já a classe B representa 15% do faturamento e cerca de 30% dos produtos vendidos pela empresa. A classe C contempla 5% do faturamento e cerca de 50% dos produtos vendidos pela empresa. Dessa forma, para cada classe de produtos pode ser utilizado um diferente método de previsão.

Há também a classificação dos produtos conforme o comportamento da demanda, essa abordagem é feita por Mancuzo (2003), e propõe que os produtos sejam classificados a partir de características encontradas na demanda dos produtos. Podendo ser permanente, para produtos que apresentam demanda constante; sazonal, que está associada a um ciclo de aumento e diminuição de demandas que se repetem nos mesmos períodos do ano; irregular, nesse grupo enquadram-se produtos que não é possível encontrar padrões de tendências; e a demanda em declínio, onde estão os produtos que apresentam um declínio gradual em suas demandas.

Desse modo, constata-se que há diversos modos de calcular a demanda. Tendo isso em vista, a pesquisa será realizada na empresa Apti Alimentos, indústria com sede em Chapecó-SC e com uma filial em Araras-SP. Produz sobremesas e misturas para diversos tipos de consumidores no âmbito geral e produtos da linha *food service*. Em seus estoques contém os mais variados tipos de matérias-primas para a fabricação de mais de quinhentos itens que fazem parte de seu portfólio de produtos. Atualmente trabalha com um modelo único de previsão de demanda, que é calculada através do modelo multiplicativo de decomposição das séries temporais para todos os seus itens.

Dessa forma, o presente trabalho buscará identificar modelos de previsão de demanda que sejam mais adequados considerando os diferentes métodos de classificação dos produtos apresentados anteriormente. Assim sendo, definiu-se como problema de pesquisa: **O atual modelo de previsão de demanda utilizado pela empresa Apti é o mais adequado?**

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Identificar o modelo mais adequado de previsão de demanda para a empresa Aпти.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Descrever o atual sistema de previsão de demanda da empresa;
- b) Comparar o atual modelo de previsão considerando caixas vendidas versus quilogramas vendidos;
- c) Testar modelos quantitativos de previsão de demanda;
- d) Verificar qual modelo de previsão de demanda melhor se adéqua a cada grupo de produtos.

1.2 JUSTIFICATIVA

A justificativa de uma pesquisa trata-se de apresentar razões para sua existência. Conforme Roesch (2012) é necessário justificar o estudo sob três aspectos, que são: sua importância, oportunidade e viabilidade.

É importante melhorar as práticas ou políticas organizacionais, sendo este o propósito dos métodos e técnicas da administração (ROESCH, 2012). Sendo assim, tal trabalho encontra sua relevância para a empresa uma vez que busca encontrar previsões mais precisas de sua demanda, auxiliando, portanto, em um melhor planejamento e controle de produção.

Em se tratando da oportunidade, a empresa em questão já foi objeto de um estudo na área, sendo que atualmente utiliza o modelo que apresentou o melhor resultado naquela pesquisa. Assim sendo, torna-se oportuno para a empresa novos estudos que visem aprimorar seus resultados.

A pesquisa mostra-se viável na medida em que não gerará despesas financeiras para a elaboração do estudo. Ademais, a empresa disponibilizará acesso aos dados e informações necessárias para o desenvolvimento do estudo.

Considerando-se a esfera acadêmica este trabalho torna-se importante, pois, possibilita a ligação entre a teoria vista em sala de aula com a prática empresarial. Além disso, tal estudo é relevante visto o pequeno número de estudos voltados à temática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresentado a seguir tem como intuito proporcionar a base conceitual para os apontamentos posteriores deste trabalho. Nessa seção são tratados temas referentes à administração da produção, e, em seguida, abordagens sobre previsão de demanda.

2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E DE OPERAÇÕES

A produção de materiais e os sistemas de produção sempre existiram, entretanto, a administração da produção e de operações vem evoluindo e se adequando aos desafios de cada nova era. Gaither e Frazier (2002) apontam seis importantes marcos na administração da produção, apresentados na sequência.

O primeiro grande marco da administração da produção surgiu com a revolução industrial, até então os sistemas de produção eram conhecidos como sistemas caseiros, pois, a produção de bens se dava nas casas dos artesões. A partir da revolução industrial no século XVIII, se estabelece o sistema fabril, marcado principalmente pelo surgimento da força mecanizada e pela divisão do trabalho (GAITHER; FRAZIER, 2002).

O segundo momento da administração da produção se deu no início do século XX, com o final da guerra civil americana. O cenário para a expansão da capacidade produtiva acontece nos EUA com o êxodo rural para os centros urbanos. Nesse período, ocorrem grandes obras de ferrovias e a expansão do capital e o aumento da capacidade de produção (GAITHER; FRAZIER, 2002).

Em seguida, surge o terceiro grande marco, a administração científica. Caracterizada por engenheiros e pesquisadores que estudavam os problemas fabris buscando aumentar a eficiência produtiva. Com os estudos de Taylor, Henry Ford, entre outros, surge o produto padronizado, a produção em massa, linhas de montagem mecanizadas e a especialização da mão de obra, a fim de alcançar a máxima eficiência da produção, reduzindo desperdício de tempo, esforços e de materiais (GAITHER; FRAZIER, 2002).

A quarta grande transformação na administração da produção se dá a partir de estudos das relações humanas no trabalho. Nessa fase, percebe-se que os fatores humanos interferem na motivação dos trabalhadores e conseqüentemente na sua produção (GAITHER; FRAZIER, 2002).

O quinto grande marco da administração da produção ocorre na segunda guerra mundial, com o surgimento da pesquisa operacional. A pesquisa operacional surge com o objetivo de auxiliar a tomada de decisão, buscando identificar uma solução ótima através de análise e utilização de técnicas matemáticas (GAITHER; FRAZIER, 2002).

O sexto e atual momento da administração da produção é caracterizado pela grande expansão dos serviços. Atualmente, os serviços representam cerca de 2/3 do PIB americano, e o setor de serviços também é o que mais emprega. Gaither e Frazier (2002) complementam que atualmente, as empresas para manterem-se competitivas no mercado precisam oferecer produtos de qualidade, entregar rapidamente, no tempo certo, a preços e custos baixos. Aliada a essas exigências dos consumidores, os gestores de produção também preocupam-se com a escassez de capital, materiais e outros recursos de produção.

O atual sistema de administração da produção e de operações (APO) agrupa características de todos os momentos vistos anteriormente. Conforme Corrêa e Corrêa (2007), a gestão de operações e de produção, trata das atividades de gerenciamento de recursos escassos, sejam eles, humanos, tecnológicos, ou materiais, para a transformação desses recursos em produtos ou serviços que serão entregues aos clientes.

Para GAITHER; FRAZIER (2002, p. 5) “a administração da produção e operações é a administração do sistema de produção de uma organização, que transforma os insumos nos produtos e serviços da organização”. Portanto, a principal função da administração da produção é a gestão eficaz de tais atividades para que as empresas alcancem seus objetivos organizacionais (MARTINS; LAUGENI, 2005).

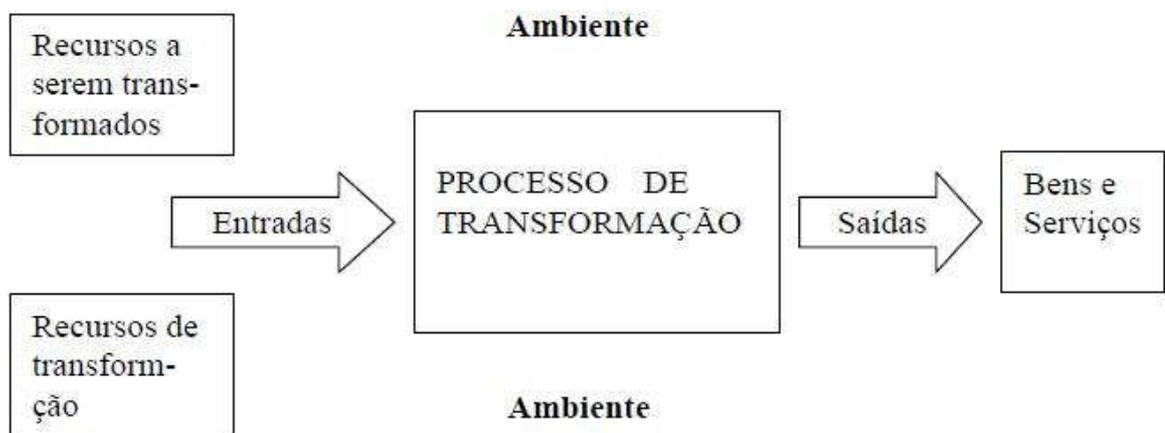
Na Figura 1, apresenta-se o modelo geral da administração da produção e de operações, proposto por Slack; Chambers e Johnston (2009), os quais ressaltam que em toda e qualquer organização existe tal processo, composto por: *inputs*, que são os recursos necessários para transformá-los em *outputs*, que são as saídas de bens e serviços.

Gaither e Frazier (2002) apresentam o sistema de produção em entrada, transformação e saídas. Na entrada, encontram-se todos os insumos necessários para a produção, como, materiais, recursos humanos, capital, além de informações sobre o mercado. Já o processo de transformação é onde os insumos são modificados, gerando assim as saídas, que são os produtos ou serviços finais.

Além de gerir o processo produtivo, cabe ao setor de produção das organizações pôr em prática a estratégia organizacional. Ademais, a administração da produção pode ter um profundo efeito na redução de custos organizacionais, no aumento de receitas, conforme aumenta a satisfação dos clientes, além de poder reduzir o investimento através de melhorias

nos processos, a administração da produção é vital, visto que, é na produção que estão alocados a maioria dos bens e dos funcionários das organizações. Além disso, tal função agrega competitividade à empresa e desenvolve capacitações que a colocarão à frente de seus concorrentes (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Figura 1 - Modelo geral de produção e operações



Fonte: Adaptado de SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 1.

Dentre as funções da administração da produção e de operações destacam-se a realização do planejamento estratégico, coordenação, programação e controle das operações, a fim de que o seu planejamento tenha sinergia com os objetivos da empresa (ARAÚJO, 2009).

Conforme Slack; Chambers e Johnston (2009) o papel fundamental da produção é o de implementação da estratégia empresarial. Nesse sentido, a administração da produção deve buscar implementar a estratégia através de quatro fases. A primeira é a correção de problemas, em seguida, a função administração deve buscar adotar melhores práticas, na sequência deve apoiar a estratégia, ligando as estratégias com as operações, e na fase final guia a estratégia, para dar vantagem competitiva à organização.

Moreira (2012) diz que as decisões tomadas no planejamento e no desenvolvimento da estratégia de produção das empresas afetam a organização como um todo. Na mesma perspectiva, Gaither e Frazier (2002) dizem que as decisões da APO são classificadas em três níveis, a saber: decisões estratégicas, definem produtos que devem ser feitos, processos e

instalações necessárias, as decisões possuem alto impacto organizacional e são de longo prazo. Decisões operacionais, são de médio prazo, nesse nível é feito o planejamento da produção, define-se quanto estoque é necessário manter. Já as decisões de controle, dizem respeito ao planejamento e controle de curto prazo, nesse nível é controlado a qualidade dos produtos e a produtividade dos empregados.

Desta forma, a previsão de demanda se mostra fundamental na fase da definição da estratégia, visto que ela é um *input* fundamental para o planejamento, sendo a base para se desenvolver o planejamento da produção, e o planejamento de estoques.

O objetivo final das organizações é satisfazer às exigências dos consumidores, entretanto, para atender o objetivo final, é necessário atender cinco objetivos básicos, a saber: o primeiro é qualidade, trata-se da conformidade com as expectativas do cliente, ou seja, fazer certo as coisas. O segundo é a velocidade, trata-se do tempo decorrido entre a requisição e a entrega dos produtos ou serviços. Já o terceiro é a confiabilidade, está ligada ao cumprimento dos compromissos assumidos. O quarto objetivo é a flexibilidade, diz respeito à habilidade de mudar, seja na variedade de produtos ou no lançamento de novos itens. O último trata do custo, no qual busca-se alcançar os objetivos organizacionais ao menor custo possível. Apesar de apresentar os objetivos isoladamente, todos eles se relacionam, sendo necessário haver sinergia entre eles para que se possa alcançar a satisfação dos consumidores (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009)

No sentido de atender tais objetivos organizacionais, a administração da produção conta com o planejamento e controle da produção, trata-se da atividade caracterizada por decidir sobre o melhor emprego dos recursos de produção, garantindo assim, a execução do que foi previsto.

Os autores Fernandes e Godinho Filho (2010) também apontam que o planejamento e controle de produção envolvem decisões para definir o que, quanto e quando produzir. Além de decisões a respeito de quando, quanto e de quem adquirir os insumos necessários.

Nessa perspectiva, conforme Moreira (2012), para que todos os processos sejam atendidos se faz necessário uma apurada gestão de estoques. Tanto de insumos para atender as necessidades necessárias para que a produção não pare, quanto de produtos acabados para que seja possível atender aos pedidos dos clientes.

2.2 GESTÃO DE ESTOQUES

A gestão de estoques é considerada um elemento gerencial primordial na administração atual, Corrêa e Corrêa (2007) afirmam que estoques são acúmulos de recursos materiais entre

as fases de transformação dos produtos, e que eles fazem-se necessários para que haja independência entre as fases da produção.

Neste aspecto, Francischini e Gurgel (2004) ressaltam que a administração dos estoques torna-se uma ferramenta importante para que haja um equilíbrio entre os estoques, para que não falte matéria-prima, mas que também não haja excessos. Apontam ainda, que a administração de estoques busca harmonizar as necessidades de suprimentos com a otimização da área financeira e operacional nas empresas.

Na mesma perspectiva Dias (2010), corrobora que a administração de estoques deve conciliar os objetivos de quatro departamentos das organizações, a saber: o departamento de compras, busca conseguir descontos a partir de compras em grandes quantidades, por sua vez, com alto estoque de matéria-prima o setor de produção não corre risco com a falta de materiais, já o departamento de vendas, com um alto estoque garante rápidas entregas e melhores vendas. Por outro lado, o departamento financeiro argumenta que manter altos níveis de estoques gera um alto capital investido, além de aumento nos custos de armazenagens.

Dessa forma, a gestão de estoques deve buscar atender as necessidades reais e efetivas de cada departamento, para tanto, todas as atividades que estão envolvidas com estoques devem ser controladas em um mesmo sistema. Assim, a administração de estoques conseguirá estabelecer uma relação lógica entre todas as partes envolvidas (DIAS, 2010).

A questão central da gestão de estoques está relacionada à quantidade ideal de insumos ou materiais acabados que a empresa deve manter armazenada (GAITHER; FRAZIER, 2002). Visto que mantê-los gera custos, além de representar riscos, pois, podem se deteriorar ou se tornarem obsoletos. Entretanto, manter estoques gera um nível de segurança, visto que a empresa pode continuar produzindo e entregando produtos conforme os clientes demandarem (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Para encontrar a quantidade ideal de estoques, a administração de materiais deve dimensionar o equilíbrio em relação a quatro variáveis, a saber: capital investido; disponibilidade de estoques; custos envolvidos; consumo e demanda (DIAS, 2010).

A gestão de estoques depende de um eficiente modelo de previsão de demanda. Pois através da previsão será possível definir uma margem correta de estoques a serem mantidos, para que não falem insumos no processo produtivo.

2.3 PREVISÃO DE DEMANDA

Para conceituar previsão de demanda torna-se importante entender o conceito de demanda, que se trata da procura por determinado bem ou serviço. Para Kotler e Armstrong (2009), demandas são desejos por determinados bens ou serviços, que os indivíduos estão dispostos a comprá-los, no entanto, afirmam ainda que tais desejos tornam-se efetivamente demandas apenas quando os consumidores decidem pela compra de tais bens.

Já o conceito de previsão pode ser definido como sendo “o processo metodológico para determinação dos dados futuros baseados em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida” (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 226). Os autores complementam ainda que a previsão torna-se fundamental para as empresas, pois, a partir dela é possível realizar toda a programação de produção, desde a reposição de materiais na quantidade e momentos adequados até na melhor utilização das máquinas.

Além de dar base às decisões de produção, as previsões de demanda são o ponto de partida para o planejamento da organização como um todo. As áreas de finanças e contabilidade se baseiam na previsão para planejar seus orçamentos e custos de produção, já o marketing precisa da previsão para planejar novos produtos, definir campanhas e ajustar forças de vendas (JACOBS; CHASE, 2009).

Moreira (2012) afirma que, planejar é uma atividade comum a qualquer tipo de empresa, seja ela industrial ou prestadora de serviços, independentemente de seu porte, ou do ramo em que atua, e a previsão de demanda, é a base para elaboração deste planejamento. Visto que é a partir da expectativa de vendas futuras que a empresa passa a tomar decisões de quanta matéria-prima deve comprar, quantos produtos devem fabricar, quais produtos devem oferecer, quais as necessidades de futuros investimentos, de contratação e treinamento de pessoal, da ampliação do espaço físico, entre outras. Dessa forma, a previsão de vendas é o ponto de partida para praticamente todas as decisões organizacionais. Martins e Laugeni (2005) ressaltam a importância da previsão de vendas:

A previsão de vendas é importante para utilizar as máquinas de maneira adequada, para realizar a reposição dos materiais no momento e na quantidade certa, e para que todas as demais atividades necessárias ao processo industrial sejam adequadamente programadas. Apesar de as previsões serem importantes e úteis para o planejamento das atividades, elas apresentam erros em suas estimativas, devendo-se ser cuidadoso tanto na coleta como na escolha do modelo de previsão para diminuir os erros (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 226).

Deve-se ainda, considerar algumas importantes variáveis nas previsões de demanda, a saber: dados históricos de vendas passadas de cada período; informações que expliquem comportamentos atípicos de vendas; dados de influência do tipo de demanda sobre as vendas passadas; informações sobre o mercado em que a empresa atua, seus concorrentes, seus clientes e conjuntura econômica, entre outras (CORRÊA; CORRÊA, 2007).

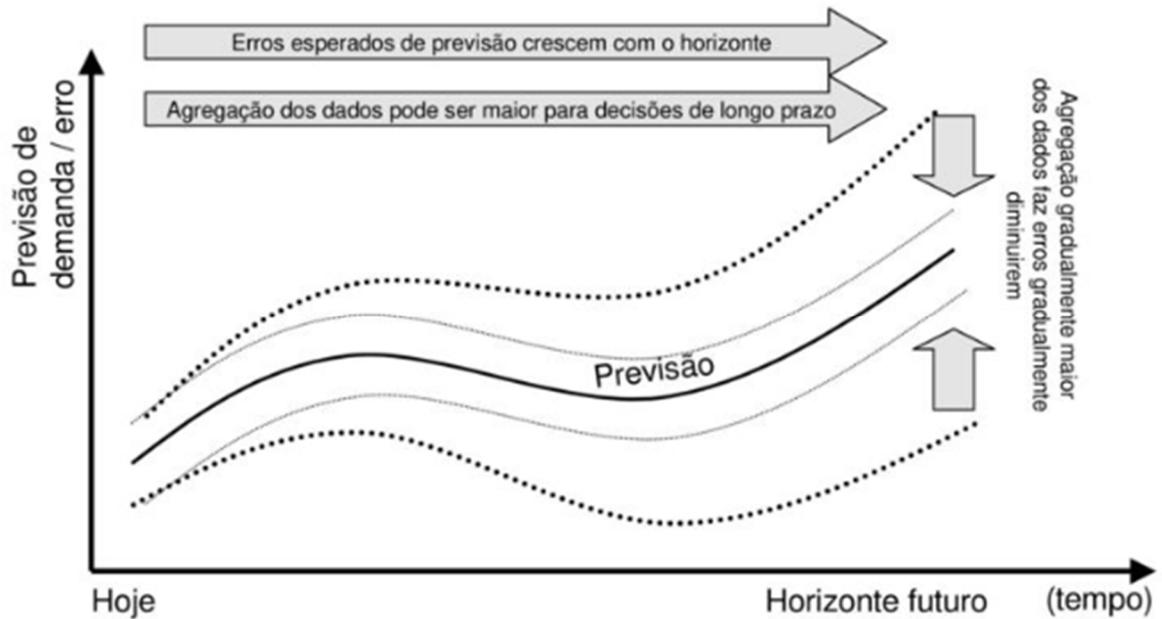
Como visto até então, a previsão é a base para tomada de decisões que afetarão a organização de imediato ou daqui alguns anos, portanto, torna-se importante considerar o horizonte da previsão, se ela é de longo ou de curto prazo. Entretanto, há que se ressaltar que as vendas dependem de vários fatores, por isso, as previsões apresentam divergências entre o previsto e o realizado. Na sequência serão abordados tais fatores.

2.3.1 Horizonte de previsão

Para a realização da previsão de demanda é necessário saber quanto tempo está sendo considerado: há previsões de curto prazo (até um ano), médio prazo (1 a 2 anos) e longo prazo (2 a 10 anos) (MOREIRA, 2012). Fernandes e Godinho Filho (2010) corroboram que as previsões são classificadas de acordo com o horizonte de tempo necessário para a implementação do que foi planejado. No longo prazo, as decisões definem o planejamento de novos produtos, expansão de instalações, aumento de capital investido, entre outros, sendo que tais decisões cabem ao nível estratégico das organizações. As previsões de médio prazo acarretam em decisões que servem de base para o planejamento de produção e das capacidades produtivas, as previsões de médio prazo são definidas pelos gerentes do nível tático da organização. Já as previsões de curto prazo auxiliam a programação de compras, distribuição dos recursos produtivos e análise de capacidades produtivas, essa etapa da previsão é de responsabilidade dos gerentes e supervisores do nível operacional.

Na elaboração da previsão, o horizonte de tempo levado em consideração também afeta os níveis de erro de tal previsão, uma vez que, quanto maior o prazo mais incerto são as variáveis que a afetam. Moreira (2012) aponta que os métodos de previsões não apontam resultados perfeitos, sendo que a chance de erros aumenta conforme aumenta o horizonte da previsão, uma vez que fatores econômicos, sociais, e aleatórios interferem no resultado. Corrêa e Corrêa (2017) apontam que conforme aumenta o horizonte de previsão maior são as incertezas e conseqüentemente, maior serão os erros previstos, conforme, exemplificado a seguir pela Figura 2.

Figura 2 - Efeito do horizonte de previsão sobre os erros



Fonte: CORRÊA; CORRÊA, 2017, p. 186.

Além disso, as previsões servem de base para diversas decisões dentro das organizações, sejam elas de curto ou longo prazo, a seguir apresenta-se o Quadro 1 relacionando as características inerentes ao horizonte de previsão.

Quadro 1 - Relação entre características no processo de previsão de vendas

Horizonte de planejamento da decisão	Nível da organização envolvido na previsão	Nível de exatidão da previsão
Longo prazo	Estratégico	Médio
Médio prazo	Tático	Médio/Alto
Curto prazo	Operacional	Alto

Fonte: Adaptado de Fernandes e Godinho Filho (2010).

Moreira (2012) aponta que os modelos de previsão, que serão tratados nos próximos tópicos, devem ser utilizados conforme o horizonte a ser considerado, sendo que os modelos causais se adaptam melhor as previsões de médio e longo prazo, e os modelos das séries temporais se adequam melhor às de curto prazo. A seguir apresenta-se os modelos de previsão, que são divididos em métodos quantitativos e métodos qualitativos.

2.3.2 Modelos quantitativos

Os modelos quantitativos de previsão de demanda são modelos matemáticos que tem como base os dados históricos. Tais modelos supõem que os dados do passado serão relevantes para prever o futuro da demanda (GAITHER; FRAZIER, 2002). Conforme Corrêa e Corrêa (2007) os métodos quantitativos de previsões, baseiam-se nos dados passados, a fim de encontrar padrões de comportamentos para se projetar o futuro, ou seja, os métodos quantitativos pressupõem que o que aconteceu no passado continuará a acontecer no futuro.

Moreira (2012) complementa que os métodos quantitativos são métodos que utilizam modelos matemáticos para encontrar valores previstos, sendo que tais métodos permitem controle do erro de previsão, entretanto, necessita informações quantitativas preliminares dos períodos passados.

Slack; Chambers e Johnston (2009) apontam que há duas abordagens de previsões quantitativas: uma trata da análise das séries temporais, sendo que examinam padrões de comportamento do passado de modo a estimar o comportamento futuro a partir dos resultados passados, enquanto o outro trata de métodos causais, sendo que essa é uma abordagem que descreve e avalia comportamentos de causa e efeito entre variáveis. A seguir serão abordados tais métodos.

2.3.2.1 Métodos causais

Na abordagem quantitativa por métodos causais, consideram-se variáveis internas ou externas à organização que estão relacionadas à demanda de um item, são exemplos de variáveis causais a população, o produto interno bruto, situação econômica, o consumo de certos produtos, entre outros (MOREIRA, 2012). Fernandes e Godinho Filho (2010) complementam que na abordagem causal, são identificadas variáveis independentes, que não estão ligadas ao produto, mas que ajudam a prever a demanda futura do produto em questão, sendo que essas afetam as variáveis dependentes, dessa forma, a abordagem causal busca prever os impactos que as variáveis irão causar na demanda, em uma relação de causa e efeito.

2.3.2.1.1 *Regressão linear simples*

Conforme Krajewski; Ritzman e Malhotra (2009) na regressão linear a variável dependente, está relacionada com uma ou mais variáveis independentes por meio de uma equação linear, dessa forma, busca prever uma variável a partir da outra. Chase; Jacobs e Aquilano (2006) complementam que tal relação é desenvolvida a partir dos dados observados nos períodos anteriores, em seguida os dados são colocados em um gráfico para encontrar uma forma linear, e, a partir disso formar uma linha reta.

Conforme Moreira (2012), a regressão linear simples significa no plano gráfico, traçar uma reta que mais se aproxime dos valores de X (variável independente) e Y (variável dependente). Essa reta se chama reta média sendo definida pela equação:

$$y=a+b.x \tag{1}$$

Em que: a (inclinação) é o termo independente e b (intercepção) é o coeficiente angular da reta.

Cabe ressaltar que há vários outros métodos de regressões utilizadas para as previsões, entre os quais, pode-se mencionar: regressão polinomial, potencial, logarítmica, geométrica, entretanto, não são objetos de estudo para esse trabalho.

2.3.2.2 Séries temporais

A segunda abordagem dos métodos quantitativos se dá através da análise das séries temporais. Nessa abordagem são examinados os padrões de comportamentos que ocorreram ao longo do tempo, e, a partir disso, é previsto o comportamento futuro (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Fernandes e Godinho Filho (2010) acrescentam que esse modelo parte do pressuposto de que os fatores que influenciarão a demanda no futuro são os mesmos que influenciaram no passado, ainda conforme os autores, este método é eficiente para previsões de curto prazo, e que nesta abordagem é necessário identificar o padrão de comportamento da demanda. Tal abordagem apresenta um ponto negativo, uma vez que ela baseia-se simplesmente pelos dados históricos e acaba ignorando variáveis causais que podem ser consideradas em outras abordagens (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.3.2.2.1 *Modelo de decomposição das séries temporais*

O modelo de decomposição das séries temporais é composta por quatro fatores: tendência; sazonalidade; ciclos; e, flutuações irregulares. A ideia central de tal modelo é a possibilidade de isolar os componentes para que se possa tratar os efeitos de cada componente separadamente (MOREIRA, 2012).

Ballou (2006) ressalta que tal modelo é de simples elaboração, grande aceitação pelas empresas, e oferece alta precisão às previsões. O autor acrescenta que o padrão histórico de vendas é decomposto em quatro variáveis: a tendência, representa movimentos de longo prazo que é causado nas vendas por fatores do mercado que afetam na demanda do produto. O segundo fator é a variação sazonal, que diz respeito a altos e baixos da demanda dentro do espaço de doze meses. O terceiro componente é a variação cíclica, que consiste em alterações de longo prazo, acima de um ano, na demanda padrão. O último componente é a variação aleatória ou índice residual, que representa a parte das vendas totais que não pode ser explicada pelos demais componentes apresentados anteriormente.

Moreira (2012) apresenta que há dois modelos de decomposição da série temporal, um é o modelo aditivo e o outro o modelo multiplicativo. No modelo aditivo trata-se a série temporal como sendo a soma dos componentes, neste modelo todos os elementos são representados por unidades de demanda e todos os elementos são independentes, já, no modelo multiplicativo, a série é o produto dos quatro componentes, visto que todos os elementos são dependentes, estão correlacionados e que o índice (T) é expresso em unidades de demanda, sendo que as demais variáveis são expressas em porcentagem sobre a tendência. A seguir, apresenta-se as equações de ambos os modelos:

$$\text{Modelo aditivo: } Y = T + S + C + I \quad (2)$$

$$\text{Modelo multiplicativo: } Y = T \cdot S \cdot C \cdot I \quad (3)$$

Em que Y representa a demanda prevista; T significa a tendência; S representa a sazonalidade; C o componente cíclico e I representa as flutuações irregulares.

2.3.2.2.2 *Média móvel simples*

Moreira (2012) ressalta peculiaridades dos modelos de previsão baseados nas médias, sendo que em tais métodos a previsão leva em consideração valores reais que ocorreram no passado para prever o próximo período. Essa é uma limitação de tal modelo, uma vez que através do modelo das médias só é possível prever um único período à frente, e que em tais

modelos as médias são móveis, sendo que a cada nova previsão se acrescenta o período mais recente e exclui-se os valores mais antigos.

A previsão a partir da média móvel simples consiste na previsão para o período imediatamente futuro obtido através da média aritmética dos valores reais dos períodos passados (MOREIRA, 2012).

Krajewski; Ritzman e Malhotra (2009) acrescentam que tal método remove efeitos de flutuações aleatórias, e que torna-se útil quando a demanda não apresenta tendências pronunciadas ou influências de sazonalidade. Corroboram ainda, ao dizer que tal método pode considerar tantos períodos passados quanto forem julgados necessários, mas ressaltam que deve-se usar grandes períodos de tempos para demandas estáveis, uma vez que torna as previsões menos suscetíveis a variações aleatórias. Já para demandas que possuem histórico de alterações, recomenda-se considerar um menor período de tempo, visto que, dessa forma evita-se que dados antigos não afetem no resultado da média.

Entretanto, a média móvel simples torna-se um bom modelo quando a demanda varia em torno de um valor médio. Para demandas que aumentam ou diminuem ao longo do tempo, a tendência é que a previsão alcançada através do modelo esteja com certo atraso em relação aos valores reais. Dessa forma, as previsões darão valores cada vez menores em relação aos valores verdadeiros e, além disso, não é um bom modelo para identificar as variações sazonais, podendo até maquiá-las, dependendo da quantidade de períodos (n) escolhidos. (MOREIRA, 2012)

2.3.2.2.3 *Média móvel ponderada*

O método de média móvel ponderada é semelhante à média móvel simples, entretanto, neste modelo pode-se atribuir pesos diferentes a cada período. Conforme Martins e Laugeni (2005, p. 228) “no método da média móvel simples, atribui-se o mesmo peso para todos os meses. Já no método da média móvel ponderada, atribui-se um peso a cada um dos dados, sendo que a soma dos pesos deve ser igual a 1”. Dessa forma, pode-se atribuir pesos maiores aos dados mais recentes, pois podem estar revelando uma tendência.

A principal vantagem da média ponderada sobre a média simples é que os dados mais recentes podem estar demonstrando alguma tendência e passam a receber maior importância, ou também, pode-se atribuir maior peso em períodos anteriores que referem-se à mesma época do ano, considerando assim, os efeitos sazonais (MOREIRA, 2012).

2.3.2.2.4 Média móvel exponencialmente ponderada

O modelo da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) busca prever a demanda do próximo período considerando a demanda real do período atual e a previsão que foi feita anteriormente para o período atual (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Para a utilização de tal método, são necessários três informações, a saber, a previsão mais recente, a demanda real que ocorreu nesse período previsto e uma constante de suavização (α) (JACOBS; CHASE, 2009). Cabe ressaltar que o valor da constante de suavização (α) deve possuir um valor entre 0 e 1, sendo que valores elevados de α dão ênfase aos níveis mais recentes da demanda e consequentemente o resultado da previsão é mais responsivo as alterações da média, e valores menores consideram as demandas anteriores de modo mais uniforme o que resulta em previsões mais estáveis (KRAJESWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009). Tal modelo pode ser calculado conforme equação a seguir:

$$D_t = D_{t-1} + \alpha(Y_{t-1} - D_{t-1}) \quad (4)$$

Em que D_t é a previsão para o período t , D_{t-1} é a previsão para o período anterior ($t - 1$), α é a constante de suavização ou de alisamento (fração do erro) e Y_{t-1} é a demanda real para o período anterior ($t - 1$).

Moreira (2012) resalta que com esse modelo é necessário fazer a previsão para o primeiro período utilizando outro método, assim sendo, o autor apresenta as duas formas mais utilizadas. Uma é a utilização para a previsão inicial como sendo igual ao valor real da demanda para o período, a outra, sugere que para a previsão do primeiro período se utilize dos modelos ou de média aritmética simples ou ponderada.

A partir da análise de tais modelos de previsão Andrin (2015) testou 9 modelos quantitativos de previsão na empresa Apti Alimentos, a saber: regressão linear simples; regressão polinomial; modelo multiplicativo de decomposição das séries temporais; modelo aditivo de decomposição das séries temporais; média móvel de ordem 6 meses; média móvel de ordem 12 meses; média móvel ponderada; média móvel exponencialmente ponderada de 1ª ordem e média móvel exponencialmente ponderada de 2ª ordem. Em tal estudo os 526 produtos foram agrupados em 37 famílias de produtos, sendo seus dados históricos e previsões realizadas em unidades de caixas vendidas. A partir da projeção das demandas e cálculo dos erros de previsões identificou-se que o modelo multiplicativo era o que apresentava melhores resultados para a previsão.

2.3.3 Modelos qualitativos

Conforme Fernandes e Godinho Filho (2010), os modelos qualitativos de previsão possuem caráter subjetivo, visto que, baseiam-se em opiniões pessoais dos tomadores de decisões, além de que tal método de previsão é geralmente usado quando não há dados históricos disponíveis.

Krajeswski; Ritzman e Malhotra (2009) ressaltam que tal modelo de previsão é comumente usado quando um novo produto é lançado no mercado, uma vez que, não existem dados históricos disponíveis. Gaither e Frazier (2002) corroboram ao apontar que os modelos qualitativos partem de julgamentos a respeito da probabilidade de ocorrência de fatores que impactarão as vendas de produtos ou de serviços. A seguir, são abordados os modelos qualitativos de previsão que são usados com maior frequência.

2.3.3.1 Opinião dos executivos

A previsão a partir da opinião de executivos é o modelo qualitativo mais usado pelas organizações. Tal modelo de previsão é realizado reunindo diretores dos vários departamentos da organização, para que possam gerar uma previsão de vendas futura (GAITHER; FRAZIER, 2002). Esse modelo tem como principal vantagem a união de diversos talentos da organização, com diferentes pontos de vista. Entretanto, pode-se citar como ponto negativo o fato de que, em tal tipo de reunião um dos diretores pode vir a influenciar o grupo, devido a sua personalidade e pelo seu cargo, de tal modo que sua opinião seja imposta aos demais (MOREIRA, 2012).

2.3.3.2 Opinião força de vendas

A previsão de vendas realizada pela força de vendas consiste na projeção de vendas futuras a partir da opinião dos vendedores da empresa, uma vez que os mesmos conhecem o histórico dos produtos, percebem as evoluções do mercado, além de possuir contato diário com os clientes e com os produtos da empresa (MOREIRA, 2012). As vantagens de tal modelo de previsão se devem ao alto conhecimento dos produtos pelos vendedores que poderão estimar as vendas futuras, além disso, as previsões podem ser feitas por membros individuais e após serem agrupadas para chegar a estimativas regionais ou nacionais. No entanto, são observadas algumas desvantagens na utilização desse método, uma vez que as propensões individuais dos

vendedores pode alterar a previsão, por outras vezes, a equipe de vendas que possuem metas estabelecidas, pode menosprezar a venda para que consigam alcançar a meta que lhe foi estipulada (KRAJESWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

2.3.3.3 Pesquisa junto a clientes

A previsão realizada através de pesquisa junto aos clientes consiste na coleta de dados através de questionários aplicados a uma amostra representativa dos clientes potenciais da empresa, a partir disso, usa-se técnicas estatísticas para analisar os dados (KRAJESWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009). A vantagem desse modelo se deve ao fato de que são os consumidores que irão determinar a demanda no futuro, por isso torna-se importante saber o quanto eles buscarão por tal produto. Porém, tal método de previsão consome altos recursos humanos e financeiros, uma vez que, requer conhecimentos técnicos e presença de profissionais especializados para a formulação, execução e interpretação dos resultados (MOREIRA, 2012).

2.3.3.4 Método Delphi

O método Delphi pode ser comparado ao modelo opinião dos executivos, no entanto, neste método os especialistas das diversas áreas da organização respondem questões referentes a previsão de forma anônima, a partir dessas primeiras respostas elabora-se um resumo das respostas e as questões são enviadas novamente aos especialistas, para que possam reconsiderar suas respostas frente aos dados e argumentos elaborados por outros especialistas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). No mesmo sentido, Gaither e Frazier (2002, p. 57) apontam que tal método “resulta em previsões com as quais a maioria dos participantes concordou apesar de ter ocorrido a discordância inicial”. Moreira (2012) ressalta que para obter-se opiniões consensuais tal processo deve ter por volta de três a quatro rodadas.

Pode-se apontar como vantagens no uso de tal método o fato de ser possível obter opiniões pessoais sem que haja distorção dos resultados por interferência dos outros especialistas. Por outro lado, o modelo apresenta a desvantagem de não ser possível debater opiniões, críticas, dúvidas e ideias, uma vez que não existe o contato entre os participantes (MOREIRA, 2012).

2.3.4 Modelos mistos

Como visto até então, há inúmeros métodos para prever demanda, entretanto, conforme Krajewski; Ritzman e Malhotra (2009) as empresas não precisam contar com um único modelo, já que grandes empresas combinam várias previsões diferentes para chegar a uma previsão final. Os autores acrescentam que há duas técnicas de previsão para abordagens colaborativas, a saber: Previsões combinadas; e, previsões focalizadas.

As previsões combinadas “são previsões geradas pelo cálculo da média de previsões independentes, tendo por referência métodos ou dados diferentes ou ambos” (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009, p. 458). Os autores ressaltam que nas duas últimas décadas estudos sugerem que combinação de técnicas geram previsões mais precisas, uma vez que, as previsões combinadas são mais precisas que qualquer técnica considerada isoladamente, e que a combinação torna-se mais efetiva quando as previsões individuais trazem diferentes informações para serem consideradas no processo de previsão.

Já a previsão focalizada consiste na seleção da melhor previsão entre um grupo de previsões geradas individualmente. A cada período decorrido, todas as técnicas são usadas para fazer novas previsões, a partir disso, as previsões são comparadas com a demanda real do período, e o método que apresenta menor erro é usado para a previsão do próximo período. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

2.4 PADRÕES DE DEMANDA

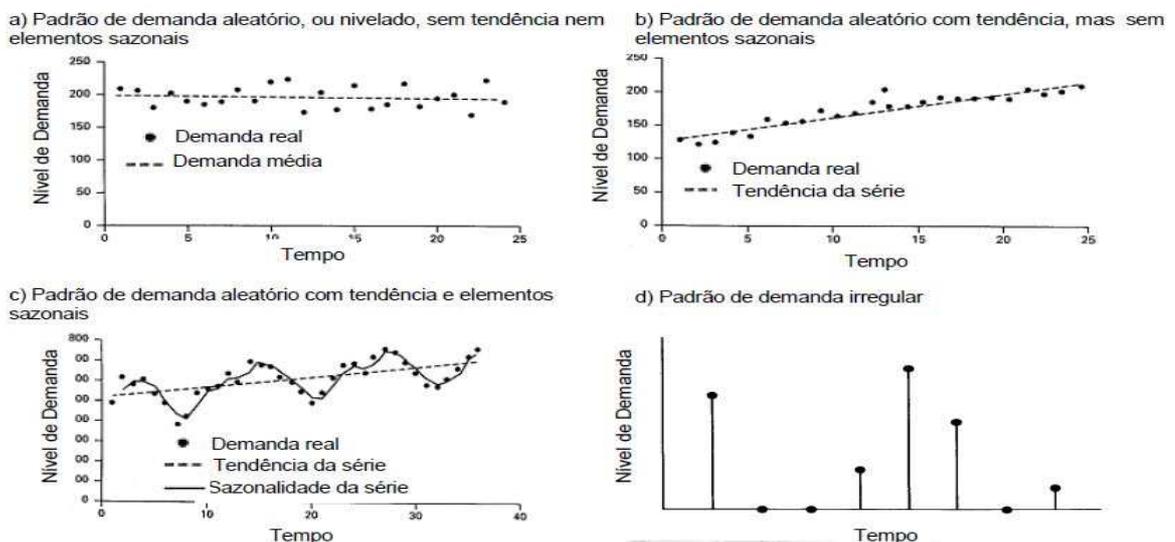
Gonçalves (2010) expõe que a partir da análise de dados passados é possível identificar padrões de comportamento da demanda, sendo que a mesma, pode mostrar padrões de tendência, ciclos, sazonalidade ou até padrões irregulares. Moreira (2012) corrobora que analisando um período suficientemente longo, é possível observar quatro comportamentos de demanda, a saber:

- a) **Tendência:** representa a movimentação da demanda de crescer, decrescer ou manter-se estável ao longo do tempo, mantendo-se em torno de uma linha média (MOREIRA, 2012). Jacobs e Chase (2009) indicam que as tendências podem ser divididas entre lineares e exponenciais, sendo que, as lineares possuem um relacionamento contínuo e reto, já a tendência exponencial, possui aumentos percentuais constantes conforme os períodos de tempo.

- b) **Sazonal:** demanda apresenta crescimento ou decréscimo em certos períodos, por exemplo, um dia da semana, do mês ou em meses específicos de cada ano (MARTINS; LAUGENI, 2005). Moreira (2012) corrobora que neste efeito as demandas apresentam comportamentos semelhantes em épocas bem definidas do ano, como em estações, férias escolares, datas comemorativas, entre outros. Krajewski; Ritzman e Malhotra (2009) afirmam que os padrões sazonais são alterações regularmente repetitivas nas demandas, sendo considerados períodos inferiores a um ano.
- c) **Cíclico:** caracterizado por aumentos ou reduções graduais na demanda em períodos longos de tempo, geralmente anos ou décadas, possuem duas influências, a primeira está ligada ao ciclo econômico, inclui fatores ligados a expansão ou recessão da economia, já a segunda, está atrelada ao ciclo de vida do produto, refletindo nas fases da demanda (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).
- d) **Aleatórios:** caracterizado por variações imprevisíveis, resultado de causas eventuais, que não podem ser previstas (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009). Moreira (2012) complementa que como o nome indica, tais variações se devem a causas não identificadas e que não seguem padrões ao longo do tempo, ocorrem no curto prazo, e pelo fato de ocorrerem ao acaso, não há como prever tais variações através dos modelos de previsões.

Dessa forma, através da análise dos dados temporais, é possível identificar os padrões de demanda para cada produto, a seguir na Figura 3, apresenta-se, os principais padrões de demandas.

Figura 3 - Padrões de demanda



Através da Figura 3, é possível ver graficamente as características encontradas em cada tipo de padrão de demanda, sendo que nas tendências a demanda real fica em torno de uma linha de tendência média, nos padrões sazonais identifica tendências de crescimento ou decréscimo conforme o período do ano, já na demanda irregular, representa variações de causas não identificadas.

2.5 ERROS DE PREVISÃO

Chase; Jacobs e Aquilano (2006) apontam que a demanda é gerada por meio de diversos fatores complexos o que dificulta a precisão das previsões, portanto, as previsões irão apresentar certa parcela de erro. Para os autores, o erro é a diferença entre o valor previsto e aquele que realmente ocorreu, os erros também podem ser chamados de resíduos.

Krajewski; Ritzman e Malhotra (2009) acrescentam que as previsões sempre apresentam erros, e que esses podem ser classificados como erros sistemáticos ou aleatórios. Os erros sistemáticos são resultados de equívocos constantes, oriundos de negligência na estimação dos padrões de demanda ou utilização errônea de relacionamento entre as variáveis. Já os erros aleatórios resultam de fatores imprevisíveis e que desviam a previsão da demanda real.

As principais formas de calcular o erro são através dos indicadores do erro médio quadrático (MSE), a raiz do erro médio quadrático (RMSE) e o desvio absoluto médio (MAD), sendo os mais utilizados (MOREIRA, 2012).

Conforme Jacobs e Chase (2009) o desvio médio absoluto calcula-se usando a diferença entre a demanda real e demanda prevista, este modelo não leva em consideração se os desvios são positivos ou negativos. Já o erro médio quadrático, estima a dispersão dos elementos e evita que os dados se anulem, é a maneira utilizada para evitar a compensação dos negativos e positivos. E a raiz do erro médio quadrático consiste em extrair a raiz do MSE para que o erro seja expresso na unidade de medida original.

As equações propostas por Moreira (2012) para calcular os erros através desses métodos apresentam-se a seguir:

$$MAD = \frac{\sum|Y-D|}{n} \quad (5)$$

$$MSE = \frac{\sum(Y-D)^2}{n-1} \quad (6)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Y-D)^2}{n-1}} \quad (7)$$

Sendo que, Y representa o valor real da demanda; D representa o valor previsto; n representa o número de períodos considerados.

Conforme Martins e Laugeni (2005), quando se encontra o modelo de previsão que melhor se adéqua, apresentando os menores erros, aos dados existentes este modelo deve então ser o utilizado para prever os valores da demanda futura. Entretanto, não há garantias que o modelo selecionado continue sendo o adequado, portanto, é importante manter o acompanhamento do desempenho do modelo escolhido.

A partir da escolha do modelo que apresentou os menores erros, deve-se acompanhar o desempenho do mesmo. Moreira (2012) apresenta como medidas de desempenho do modelo a medida do viés da previsão (MVP) e o sinal de percurso (SP), representados pelas equações:

$$MVP = \frac{\sum(Y-D)}{n} \quad (8)$$

$$SP = \frac{MVP}{MAD} \quad (9)$$

Sendo que, Y representa o valor real da demanda; D representa o valor previsto; n representa o número de períodos anteriores.

Conforme Moreira (2012) através da medida do viés da previsão, é possível identificar quando a previsão está constantemente superestimada ou subestimada, comparando-se com a demanda real. Já o sinal de percurso serve para monitorar quantitativamente a previsão, visto que o sinal de percurso apresenta o mesmo sinal da medida do viés da previsão, dessa forma é possível identificar vieses existentes. Para tanto, é necessário fixar uma faixa de valores aceitáveis para o sinal de percurso, caso o resultado extrapole tal valores, o modelo é julgado como inadequado.

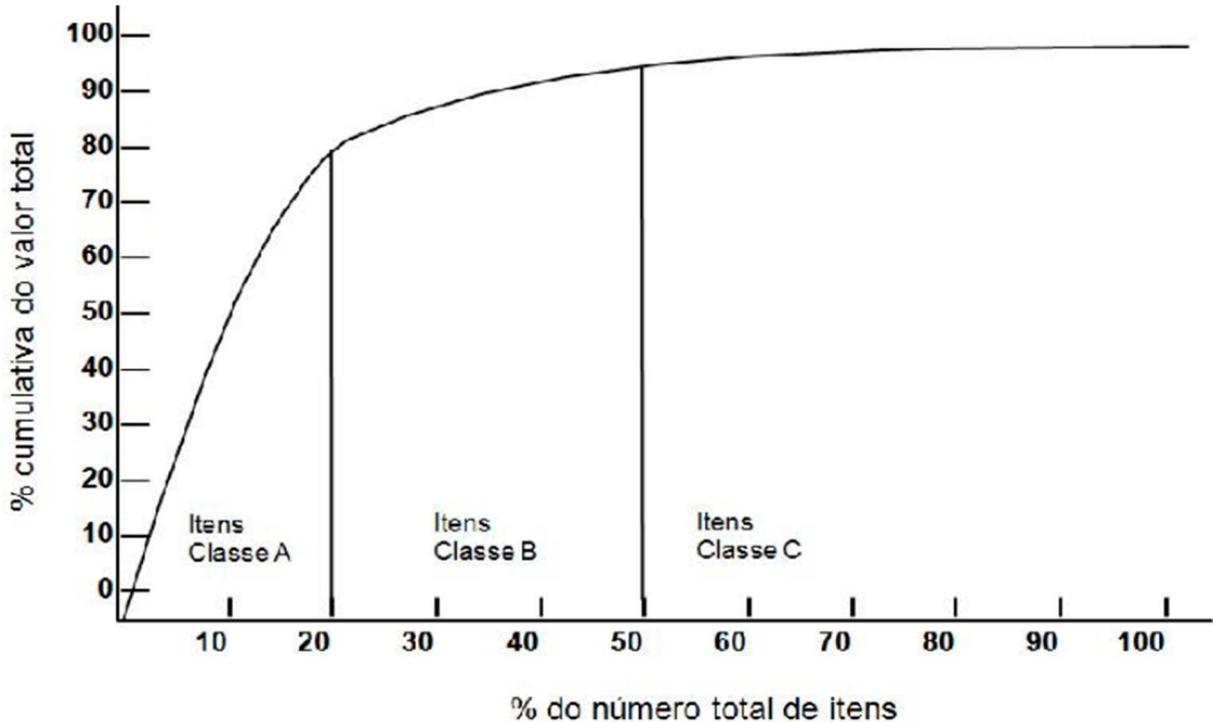
2.6 CLASSIFICAÇÃO ABC

A classificação ABC é um método muito utilizado para a classificação de itens, consiste na ordenação dos itens em função de seu valor financeiro para a organização. A partir desse critério, é possível identificar a importância de cada item em relação ao faturamento total da empresa. Para a ordenação conforme a classe é considerado o valor unitário do item multiplicado por sua quantidade demandada (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Nesse método de classificação, os itens classe A são de alto valor representando 80% do faturamento total da empresa e cerca de 20% dos itens da empresa se enquadram nessa classe. Os itens classe B, são responsáveis por cerca de 10% do faturamento da empresa, sendo que aproximadamente 30% dos itens enquadram-se nessa classe. Já os itens C representam 10%

do faturamento e cerca de 50% dos produtos fazem parte dessa classe SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Gráficamente tal método pode ser identificado conforme a Figura 4, apresentada a seguir.

Figura 4 – Curva ABC



Fonte: SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 379.

Os autores Pellegrini e Fogliatto (2001), Lemos (2006) sugerem que seja utilizado dessa classificação para agregação dos produtos no processo de previsão de demanda, uma vez que, para cada classe de produtos pode ser utilizado um diferente método de previsão. Considerando ainda, que itens classificados como A e B merecem maior atenção no processo de previsão, uma vez que tais produtos tem prioridade estratégica para a organização.

2.7 CICLO DE VIDA DO PRODUTO

A análise do ciclo de vida do produto é outra forma de classificação dos produtos, tal classificação, representa estágios distintos no histórico de vendas de cada item, podendo ser classificadas em quatro ciclos: introdução no mercado; crescimento no volume; maturidade e declínio (CORRÊA; CORRÊA, 2017). Moreira (2012) afirma que por meio de tal modelo pode-

se associar a demanda dos produtos a uma das fases do ciclo de vida, e, a partir disso estudar as implicações dessa fase para esforços de produção e marketing.

A seguir apresenta-se as características de cada um dos estágios, conforme Corrêa e Corrêa (2017), Martins e Laugeni (2005) e Moreira (2012).

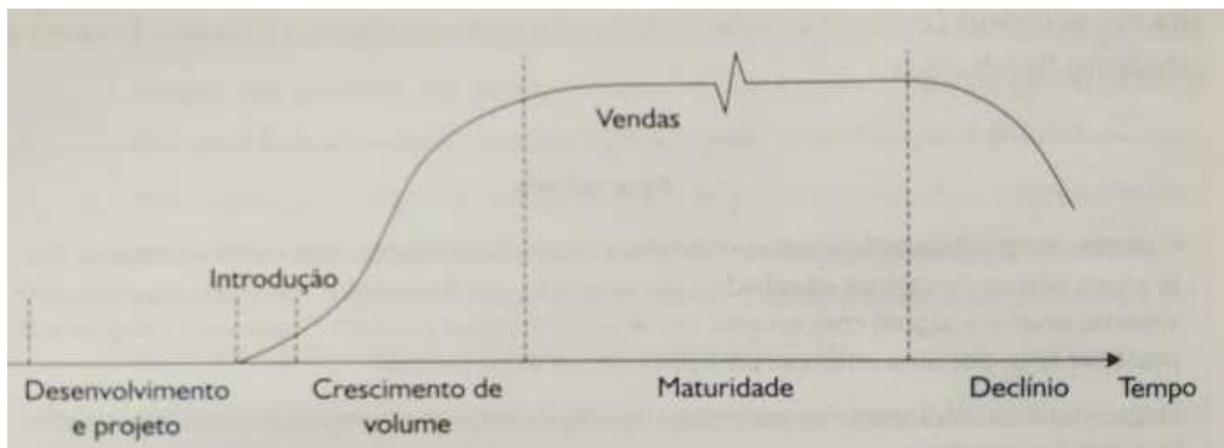
A fase de introdução no mercado é caracterizada pelo desenvolvimento do produto e sua inserção no mercado, dessa forma, o número de vendas é baixo, por conta do mercado ainda não estar familiarizado com o produto.

Na fase de crescimento é possível identificar um rápido crescimento de vendas, resultante da sua inserção no mercado através de campanhas publicitárias, nesse estágio o produto torna-se competitivo.

No estágio de maturidade, identifica-se uma desaceleração na taxa de crescimento, visto que, o produto já atingiu a maioria dos potenciais clientes. Produtos que encontram-se nesse etapa do ciclo de vida apresentam taxas de demanda estáveis.

O estágio de declínio é representado pela queda no número de vendas, devido à queda de sua participação no mercado. Nessa fase, cabe a decisão por parte da empresa em modificar o projeto, substituir o produto, descontinuar sua produção ou aguardar sua morte natural. Tais estágios podem ser identificados como no exemplo da Figura 5, apresentada a seguir.

Figura 5 – Ciclo de vida do produto



Fonte: CORRÊA; CORRÊA, 2017, p. 246

A análise do ciclo de vida no processo de previsão de demanda torna-se útil, visto que para cada estágio de ciclo de vida a organização terá diferentes bases de dados e diferentes decisões a tomar. Lemos (2006) apresenta o ciclo de vida em cinco estágios e propõe diferentes análises de previsão para cada estágio, a saber: no primeiro estágio deve-se obter informações sobre o potencial de mercado para o produto, e obter informações de produtos similares no

mercado. Para mercados estabelecidos propõe-se comparar com similares de concorrentes ou da organização, e pode-se usar métodos quantitativos desde que seja possível obter séries históricas. Já para mercados indefinidos deve-se utilizar métodos qualitativos. Para o estágio de introdução no mercado deve estimar quando iniciar o estágio de crescimento rápido de demanda, a taxa de penetração de mercado e a demanda no estágio de crescimento rápido. Ainda não há dados da demanda e não é possível utilizar quantitativos, os métodos indicados são: Delphi e pesquisa de intenção. Na fase de crescimento rápido, deve-se analisar a taxa prevista e prever quando o produto atingirá a estabilidade de crescimento, já sendo possível a utilização de métodos quantitativos. Na fase de estabilidade de mercado tendências e taxas de demanda tornam-se estáveis e deve-se utilizar métodos que as levem em consideração. No estágio de declínio, a demanda apresenta tendência decrescente. O autor sugere utilizar métodos simples, devido ao baixo valor para a organização, sugere que seja utilizado o último valor observado.

3 METODOLOGIA

Nesta seção são abordados os procedimentos metodológicos adotados na condução da pesquisa, tratando o tipo de pesquisa, a unidade de análise, a técnica de coleta de dados e a técnica de análise e interpretação dos dados, que serão os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento deste estudo.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A fim de classificar o tipo de pesquisa a ser utilizado no presente trabalho, utiliza-se da classificação proposta por Gehhardt e Silveira (2009), na qual as pesquisas podem ser classificadas quanto à sua abordagem, sua natureza ou finalidade, seus objetivos e quanto aos procedimentos ou meios de investigação.

O estudo é caracterizado quanto a sua abordagem como quantitativa, uma vez que essa visa quantificar ou mensurar os dados e generalizar tal procedimento em relação a todos os elementos (MALHOTRA, 2012). A abordagem quantitativa é caracterizada dentro do espaço científico por utilizar dados matemáticos, fazendo com que a pesquisa se torne objetiva. De acordo com Fonseca (2002) a abordagem quantitativa:

[...] se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc (FONSECA, 2002, p. 20).

Quanto aos objetivos da pesquisa, a mesma tem caráter descritivo, visto que, para Gil (2008) busca identificar possíveis relações ou até mesmo proporcionar uma visão ampliada do problema. Triviños (1987) complementa que as pesquisas descritivas pretendem descrever os fatos e fenômenos de uma determinada realidade.

Quanto à finalidade da pesquisa pode-se caracterizá-la como uma pesquisa aplicada, segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010), a mesma tem por objetivo gerar conhecimento para aplicação na prática, é voltada para solução de problemas de ordem mais específica e envolve interesses locais sobre o assunto. Conforme define Vergara (2013), este tipo de pesquisa é fundamentalmente motivado pela necessidade de resolver problemas concretos.

Com relação aos meios de investigação, classifica-se como estudo de caso que se concentra na análise de um único caso e tem caráter de detalhamento e aprofundamento

(VERGARA, 2013). Gil (2002, p. 54) aponta que o estudo de caso tem como de um dos seus propósitos “descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação” e assim, por meio dela ampliar o detalhamento do conhecimento. Conforme Gil (2008) o estudo de caso é um estudo empírico que busca investigar um fenômeno atual dentro do seu contexto e de sua realidade.

Para coleta de dados a pesquisa é documental, uma vez que, serão obtidos informações dos dados históricos de vendas através da coleta de documentos da empresa, para Lakatos e Marconi (2003) a pesquisa documental se caracteriza como uma fonte de coleta de dados que estão limitados a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias. Estas podem ser feitas no momento em que o fato ou fenômeno ocorre ou depois.

3.2 UNIDADE DE ANÁLISE

A unidade utilizada para a análise dos dados é a empresa Apti Alimentos Ltda, uma indústria de alimentos com matriz em Chapecó – SC e filial em Araras – SP, que produz mais de quinhentos tipos de produtos e emprega mais de seiscentos funcionários. A pesquisa se dará a partir dos volumes históricos de vendas mensais, cerca de quinhentos itens que são produzidos na matriz serão levados em consideração para o estudo.

3.3 COLETA DE DADOS

Os dados serão coletados através da disponibilização por parte da empresa de planilhas eletrônicas que possuem informações do volume de venda mensal de cada produto, compreendendo o período de janeiro de 2010 até agosto de 2018. A partir disso, padronizou-se os dados, transformando-os de unidades vendidas para volume (em quilogramas) de produtos vendidos.

3.4 PREPARAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS

Os dados serão agrupados em famílias de produtos, conforme suas peculiaridades, sendo considerada uma família, produtos com características semelhantes, dessa forma, os itens produzidos serão classificados em 24 famílias de produtos.

A partir disso, classifica-se as famílias conforme sua representatividade na curva ABC, conforme é proposto por Pellegrini e Fogliatto (2001) e por Lemos (2006), dessa forma, será

encontrado o quanto cada família de produto representa sobre o volume total de vendas da empresa, para isso, utiliza-se os volumes totais de vendas do ano de 2017, e, em seguida divide-se o volume de vendas do ano de cada família pelo volume total do ano.

Outra forma de classificação utilizada é através do estágio de ciclo de vida de cada família de produtos, procedimento que é proposto por Lemos (2006) para tanto, realiza-se uma análise sobre o comportamento das vendas mensais ao longo do período de janeiro de 2010 até agosto de 2018. Classifica-se, então, as famílias nos estágios de crescimento, maturidade e declínio.

3.5 APLICAÇÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO

Como visto no referencial teórico, há várias formas de realizar a previsão de demanda, entretanto, nesse trabalho serão utilizados os modelos quantitativos, sendo testados os modelos apresentados a seguir: regressão linear simples, modelo multiplicativo, modelo aditivo, média móvel de ordem 3 meses, e média móvel exponencialmente ponderada de ordem 6 meses. Para tais previsões utilizou-se como base os dados históricos de vendas de janeiro de 2013 até dezembro de 2017, sendo feitas as previsões para acompanhamento do desempenho de janeiro a agosto de 2018.

3.5.1 Regressão Linear Simples (RLS)

Como visto na seção 2.3.2.1.1 a regressão linear simples determina a tendência que a série possui, calculando-se uma equação de regressão de 1º grau. Neste trabalho utiliza-se da função estatística da planilha eletrônica: Previsão, sendo que tal função retorna o valor ao longo de uma linha de regressão. Dessa forma é gerada a previsão para o mês utilizando-se a regressão obtida a partir dos 36 meses anteriores à previsão.

3.5.2 Modelo Aditivo (MA)

No modelo aditivo de decomposição das séries temporais, determina-se os componentes conforme apresentados na equação (2), a saber, tendência, sazonalidade, ciclos e irregulares, no entanto, os componentes ciclos e irregulares não foram considerados, portanto, recebem valor 0. Na determinação da tendência, utiliza-se os valores obtidos na regressão linear simples,

conforme apresentado na seção anterior. Para o componente sazonal, calcula-se a diferença entre o valor realizado e a tendência projetada, em seguida, foi feita a sazonalidade média para cada mês, considerando os anos de 2016, 2017 e 2018, e na sequência é feita a previsão, somando o fator sazonal com a tendência projetada para os meses de janeiro a agosto de 2018.

3.5.3 Modelo Multiplicativo (MM)

No modelo multiplicativo de decomposição das séries temporais, conforme a equação (3) deve-se determinar os mesmos componentes que no modelo aditivo, entretanto, para o modelo multiplicativo ciclos e irregularidades devem ser considerados como 1, uma vez que não são analisados. Na determinação da tendência, utiliza-se os valores obtidos a partir da regressão linear simples, conforme apresentado na seção 3.5.1. Para o componente sazonal, é calculada a razão entre o valor real e tendência projetada, a partir disso, calcula-se a sazonalidade média para cada mês, dessa forma obtém-se o índice sazonal, na sequência, pode ser feita a previsão de janeiro a agosto de 2018, multiplicando a tendência com o índice sazonal.

3.5.4 Média Móvel de Ordem 3 (MM3)

No modelo de média móvel de ordem 3, considera-se os três períodos mais recentes para gerar a previsão do próximo período, por tanto, para a previsão de janeiro de 2018 deve-se fazer a média dos valores observados nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2017, e a cada mês novo o período mais antigo deve ser eliminado.

3.5.5 Média Móvel Exponencialmente Ponderada (MMEP)

Na média móvel exponencialmente ponderado (MMEP) utiliza-se os seis meses anteriores para o cálculo sendo que a cada mês novo o mais antigo é eliminado, como nesse método pondera-se os meses, os dados mais recentes recebem maior importância, portanto, utiliza-se para o mês -1 50%, para o mês -2 25%, para o mês -3 12,5% para o mês -4 6,25 e para os meses -5 e -6 3,13%. Para encontrar o componente de suavização α (alfa), utiliza-se da ferramenta 'Atingir Meta' a fim de zerar o RMSE do ano de 2017, com tal ferramenta o alfa fica definido em 0,838. No primeiro mês deve-se utilizar da média móvel ponderada, conforme pesos

citados, e nos próximos períodos utiliza-se o valor previsto mais o valor de alfa multiplicado pelo resultado do valor real menos a previsão do mês anterior.

3.6 ERROS DE PREVISÃO

Para acompanhar o desempenho dos modelos de previsão testados, utiliza-se dos indicadores desvio absoluto médio e a raiz do erro quadrático médio, conforme equações (5) e (7). Para tanto, calcula-se tais indicadores no período compreendido entre janeiro e agosto de 2018. O desvio absoluto médio (MAD) pode ser calculado pela soma dos valores absolutos dos desvios divididos pelo número de períodos. Já a raiz de erro quadrático médio (RMSE) pode ser calculada através da soma dos desvios da previsão elevada ao quadrado dividido pelo número de períodos previstos menos 1, e em seguida extraindo sua raiz quadrada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo são apresentados os resultados da pesquisa, bem como, as análises realizadas. Aqui é relatado um breve histórico da empresa em estudo e como é o atual procedimento de previsão, na sequência foi feito um comparativo entre a previsão realizada em unidades de caixas vendidas versus a previsão em quilogramas vendidos, logo em seguida são abordados as previsões segmentadas considerando a representatividade na curva ABC e por final, as previsões segmentadas conforme o estágio de ciclo de vida dos produtos.

4.1 A EMPRESA E SEU ATUAL PROCESSO DE PREVISÃO

A Apti Alimentos Ltda é uma indústria com sede na cidade de Chapecó-SC, foi fundada no ano de 1985 que em 2007 cria uma nova unidade fabril no município de Araras-SP juntas as duas unidades possuem mais de 600 colaboradores diretos, possuem área construída de mais de 30.000m² e capacidade produtiva de 7.500 toneladas por mês. A empresa atua no ramo alimentício, com a industrialização de produtos das linhas de achocolatados, cereais, condimentos, confeitos, misturas, refrescos, sobremesas, entre outros.

A empresa figura como uma das principais empresas do mercado nacional em seu ramo de atuação, para tanto, conta com mais de 160 representantes comerciais, além de distribuidores e atacadistas em todo o país.

Atualmente a empresa utiliza do método multiplicativo de decomposição das séries temporais, para prever a demanda de todos os seus itens, tal modelo foi proposto por Andrin (2015) em um estudo realizado na empresa. Tal estudo, agrupou os itens em 37 famílias de produtos e identificou que o modelo multiplicativo era o que apresentava melhores resultados para a previsão. Ressalta-se que o estudo e no modelo atual de previsão utilizado pela empresa, a série de dados históricos e as previsões são com base em unidades de caixas vendidas.

A partir da implantação do modelo proposto por Andrin (2015), a empresa obteve uma significativa redução nos erros de previsão e, até então se utiliza de tal método para prever suas demandas. O modelo proposto por Andrin (2015) classifica os produtos em 37 famílias, algumas delas possuem o mesmo processo produtivo e são da mesma família mas tiveram que ser separados em outra família devido ao fato de terem unidades de medida diferentes, como por exemplo, refrescos e refrescos KG.

A coleta de dados para o presente estudo se deu através da disponibilização por parte da empresa de planilhas eletrônicas contendo os dados históricos de vendas mensais de cada um de seus produtos, tais planilhas possuem os dados de janeiro de 2010 até agosto de 2018. Utilizou-se como base para fazer as previsões os períodos de janeiro de 2013 até dezembro de 2017, sendo utilizados o período de janeiro a agosto de 2018 para comparação entre os valores previstos e os realizados.

A empresa conta com ampla variedade de produtos, neste estudo foram utilizados dados de 655 produtos que foram classificados em 24 famílias, conforme suas similaridades. Portanto, no presente estudo houve uma redução substancial no número de famílias, o que ajuda no processo de gestão na empresa. Cabe ressaltar que o número de 655 produtos não é total de itens produzidos atualmente pela empresa, visto que, ao longo dos períodos analisados muitos deixaram de ser produzidos e deram espaço para a inserção de outros produtos em seu lugar, o que não afeta os dados da família como um todo. A seguir apresenta-se o Quadro 2 com o nome de cada família e a quantidade de itens que a compõem.

A partir da classificação por famílias de produtos, foi possível aplicar os modelos de previsão, conforme descrito na seção 3.5. Após aplicados os modelos de previsão pôde-se fazer os comparativos entre os vários modelos. Dessa forma, apresenta-se no apêndice A o valor realizado para cada família de produto no período compreendido de janeiro a agosto de 2018, e na sequência, os apêndices B, C, D, E e F, apresentam os valores obtidos a partir das previsões realizadas.

Quadro 2 – Descrição das famílias de produtos com quantidades de itens

FAMÍLIA	QUANTIDADE DE ITENS
ACHOCOLATADOS	26
AÇUCARES	14
AMIDOS	13
AVEIAS	7
BOLOS	77
CALDOS	40
CHOCOLATES	14
COCOS	2
COLORIFICOS	8
CONDIMENTOS	74
FAROFAS	3
FERMENTOS	12
FLANS	14
GELATINAS	103
MARIA MOLE	8
MILK SHAKES	10
MOUSSES	5
PÃO DE QUEIJO	3
PIPOCAS	6
PUDINS	69
REFRESCOS	120
SAGUS	11
SOPAS	7
SORVETES	9
TOTAL	655

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Na próxima seção, é apresentado um comparativo entre a utilização dos dados históricos em unidades de caixas vendidas e em quilogramas vendidos.

4.2 MODELOS BASEADOS EM CAIXAS \times EM PESO

Até então a empresa faz suas previsões com base em número de caixas vendidas, entretanto, isso pode acarretar distorções, visto que, muitos de seus produtos, apresentam volumes bem distintos entre um e outro, para tanto, buscou-se transformar todos os dados históricos de volume de caixas vendidas para volume de peso vendido, a fim de identificar se tal ajuste diminui os erros de previsões.

Por tanto, testou-se o modelo multiplicativo de decomposição das séries temporais com os dados históricos em caixas e em quilogramas, conforme exposto pelos Quadros a seguir.

O Quadro 3 apresenta os erros de previsão para cada uma das famílias utilizando o modelo multiplicativo, que é utilizado atualmente pela empresa, considerando unidades de caixas vendidas.

Quadro 3 – Erros de previsão utilizando o modelo multiplicativo com base em caixas vendidas

FAMÍLIAS	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
1	400	3373	1128	655	12209	9151	1032	3214	3895	12,88%	6064	20,04%
2	68	33	39	138	859	776	396	38	293	6,42%	466	10,22%
3	2120	1270	2917	1097	7142	5846	85	4576	3132	13,46%	4174	17,94%
4	2504	2647	5962	1936	6181	4199	5114	6447	4374	18,27%	5016	20,95%
5	3194	15349	13391	4971	16014	39161	18366	4327	14346	13,63%	19257	18,30%
6	10	1496	917	1513	11999	8629	2930	1188	3585	11,26%	5779	18,15%
7	393	557	442	92	1143	2623	966	1171	923	15,57%	1263	21,29%
8	793	155	957	184	1747	1057	903	119	739	9,98%	971	13,11%
9	28	498	82	20	842	175	109	116	234	4,20%	382	6,86%
10	1531	136	2578	1448	5746	4808	1739	943	2366	10,33%	3188	13,91%
11	333	220	1819	1752	3674	1129	693	1430	1381	18,25%	1845	24,38%
12	671	378	2432	468	3700	2932	576	1369	1566	11,54%	2112	15,56%
13	328	190	277	877	183	1384	83	421	468	20,69%	668	29,53%
14	55675	52259	39384	1286	55921	54049	16489	1717	34598	19,63%	44251	25,11%
15	1454	65	209	3615	9	5365	1562	5516	2224	23,74%	3314	35,37%
16	358	902	823	715	405	764	518	540	628	73,01%	701	81,47%
17	69	245	193	161	558	303	129	291	244	21,80%	301	26,89%
18	392	460	458	367	1004	676	1403	880	705	16,56%	838	19,69%
19	600	798	1012	279	1089	2924	360	718	972	19,97%	1335	27,41%
20	2216	395	716	723	6263	8110	2318	2160	2863	11,25%	4160	16,34%
21	299	2467	12305	11206	3000	21316	11497	467	7819	12,79%	11205	18,32%
22	83	146	235	126	1142	618	18	89	307	9,78%	506	16,13%
23	547	860	733	9563	21101	14930	423	4287	6555	29,06%	10554	46,78%
24	2750	3470	2877	1146	96	1327	915	1946	1816	13,47%	2255	16,73%
TOTAL	76814	88371	91884	44335	162027	192250	68624	43968	96034	15,83%	130605	21,52%

Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

Na sequência o Quadro 4 apresenta os erros de previsão com a utilização do modelo multiplicativo considerando os dados transformados em quilogramas vendidos.

Quadro 4 – Erros de previsão utilizando o modelo multiplicativo com base em KG vendidos

FAMÍLIA	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
1	5107	33764	13633	10686	105543	72770	6551	23562	33952	13,06%	51407	19,78%
2	357	256	276	388	3010	2873	1332	145	1080	6,28%	1670	9,72%
3	13404	6360	19083	11845	50907	42393	2543	28163	21837	13,27%	29063	17,67%
4	4482	4138	10563	8208	10899	14021	7948	20647	10113	17,60%	12077	21,02%
5	17004	63762	66700	31881	80825	204447	88489	20727	71729	13,43%	97403	18,24%
6	2560	4572	61	35971	99738	37513	43201	1775	28174	15,73%	45585	25,45%
7	1030	1903	1497	1150	6246	15824	5436	6573	4957	13,49%	7274	19,80%
8	1903	372	2297	442	4193	2537	2166	285	1774	9,98%	2331	13,11%
9	1453	1997	299	2773	3834	4549	3649	1894	2556	6,63%	3075	7,98%
10	2290	171	4399	2157	6202	3145	2837	1937	2892	11,47%	3574	14,17%
11	999	661	5457	5255	11022	3386	2080	4291	4144	18,25%	5536	24,38%
12	2348	2216	9160	1031	9038	7664	1755	4317	4691	13,42%	6066	17,36%
13	110	2034	219	1296	687	3396	1269	350	1170	21,16%	1674	30,28%
14	45873	52556	67753	1459	56455	57412	24393	148	38256	16,83%	48605	21,38%
15	6179	4787	3787	250	2221	1910	570	7650	3419	44,64%	4519	59,00%
16	1167	2542	2465	1964	1164	1836	1359	1441	1742	93,75%	1942	104,51%
17	58	206	162	136	468	255	109	244	205	21,80%	252	26,89%
18	1175	1381	1374	1100	3013	2029	4208	2640	2115	16,56%	2515	19,69%
19	3332	4583	15316	5584	21033	20204	1937	5822	9726	25,67%	13017	34,36%
20	2660	414	1150	778	9036	5946	452	532	2621	8,69%	4254	14,10%
21	20697	5371	37350	54764	19647	97783	55164	25420	39524	15,51%	51392	20,16%
22	474	144	1024	402	3584	2484	432	45	1074	9,83%	1718	15,73%
23	1494	2853	1820	23396	52479	36216	1118	10458	16229	27,40%	26015	43,93%
24	3172	4728	4212	1946	415	1386	1394	2611	2483	14,26%	3042	17,47%
TOTAL	139328	201773	270056	204862	561660	641978	260393	171677	306466	14,92%	424007	20,64%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Como os dois valores encontram-se em unidades distintas, a comparação entre os dois modelos só foi possível considerando o percentual total de erro entre os dois. Dessa forma, conforme exposto pelo Quadro 5 apresentado na sequência, com a utilização do modelo com os dados transformados em quilogramas obtém-se uma melhoria de cerca de 5%.

Quadro 5 – Comparativo modelo em caixas x quilogramas

COMPARATIVO MODELOS	MAD	RMSE
MODELO GERAL EM CAIXAS	15,83%	21,52%
MODELO GERAL EM KG	14,92%	20,64%
MELHORIA	5,73%	4,11%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A partir da constatação de que é possível diminuir os erros de previsão utilizando os dados transformados em volume total de vendas em quilogramas, decidiu-se testar os modelos de previsão utilizando-se como base os dados históricos em quilos.

4.3 PREVISÕES CONFORME CURVA ABC

Conforme proposto por Pellegrini; Fogliatto (2001) e Lemos (2006), uma forma de classificação dos produtos para a previsão de demanda é a partir da curva ABC, dessa forma buscou-se classificar as famílias conforme sua representatividade sobre o volume total de vendas, para isso, utilizou-se como base os volumes totais do ano de 2017, tal classificação pode ser visualizada conforme o Quadro 6.

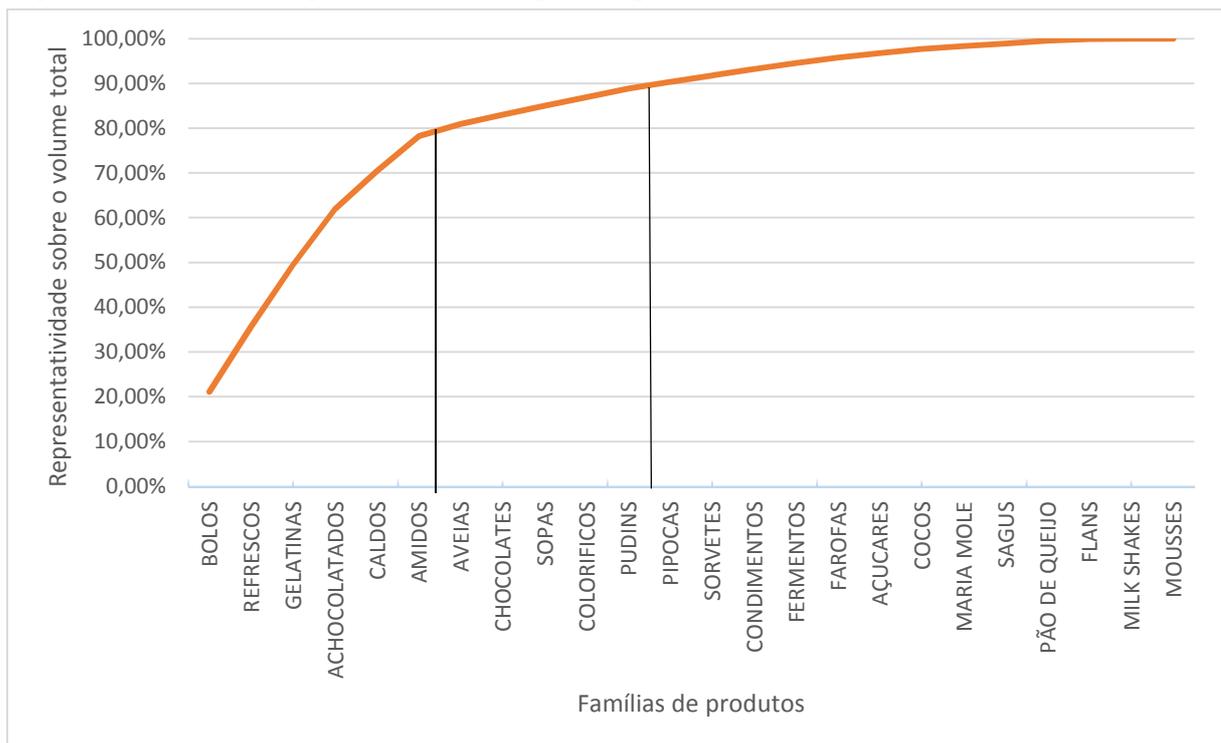
Quadro 6 – Classificação ABC por família na empresa Apti em 2017.

CLASSES	FAMÍLIA	Volume 2017	Representatividade da família	Cumulativo da representatividade
CLASSE A	BOLOS	4730625	21,11%	21,11%
	REFRESCOS	3275785	14,62%	35,73%
	GELATINAS	3079113	13,74%	49,47%
	ACHOCOLATADOS	2785313	12,43%	61,90%
	CALDOS	1891795	8,44%	70,34%
	AMIDOS	1769086	7,89%	78,24%
CLASSE B	AVEIAS	596460	2,66%	80,90%
	CHOCOLATES	468939	2,09%	82,99%
	SOPAS	453255	2,02%	85,01%
	COLORIFICOS	427416	1,91%	86,92%
	PUDINS	426987	1,91%	88,83%
C	PIPOCAS	334936	1,49%	90,32%
	SORVETES	324741	1,45%	91,77%
	CONDIMENTOS	324350	1,45%	93,22%
	FERMENTOS	305395	1,36%	94,58%
	FAROFAS	268110	1,20%	95,78%
	AÇUCARES	214608	0,96%	96,74%
	COCOS	207545	0,93%	97,66%
	MARIA MOLE	142538	0,64%	98,30%
	SAGUS	139852	0,62%	98,92%
	PÃO DE QUEIJO	137964	0,62%	99,54%
	FLANS	77353	0,35%	99,88%
	MILK SHAKES	13963	0,06%	99,94%
	MOUSSES	12357	0,06%	100,00%
	VOLUME TOTAL	22408485		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Conforme, apresentado pela literatura, os itens classificados como A representam 80% do faturamento total das vendas sendo que 20% dos itens encontram-se nessa classificação, para o estudo utilizou-se 25% dos produtos, representados por 6 famílias, que correspondem à 78% do volume total de vendas da empresa. Já os itens classe B são representados por 30% dos itens que corresponderão à 10% do faturamento da empresa, para o presente estudos, utilizou-se 20,8% dos produtos que são responsáveis por 10,59% do total de vendas, sendo 5 famílias classificadas como tais itens. Já os produtos classe C, correspondem à 10% do faturamento da empresa e cerca de 50% dos itens encontram-se nessa classificação, entretanto, para esse estudo, utilizou-se que 54,2% dos produtos, representados por 13 famílias, que são responsáveis por 11,17% do total de vendas da empresa. Apresenta-se a composição da curva ABC conforme a Figura 6, apresentada a seguir.

Figura 6 – Curva ABC por família na empresa Apti em 2017.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A partir da identificação das famílias de produtos conforme sua classificação na curva ABC, buscou-se identificar qual dos modelos de previsão apresenta os menores erros para cada classe da curva. Assim sendo, comparou-se a utilização do modelo multiplicativo de decomposição das séries temporais para todos os itens com a utilização dos modelos que apresentam os menores indicadores de erro para cada uma das classes.

Conforme o cálculo do MAD e RMSE identificou-se, conforme o Quadro 7, na sequência, o modelo que apresenta menores taxas de erro para cada uma das classes da curva ABC.

Quadro 7 – Desempenho dos modelos de previsão para produtos classe A

CLASS E A	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
MM	104645	166385	204580	146606	413115	512318	220341	99793	233473	14,42%	323456	19,97%
MA	82732	168599	230116	188496	437710	562547	248892	137653	257093	15,87%	345993	21,36%
MM3	317756	172471	214222	110696	414813	645545	36943	179825	261534	16,15%	376261	23,23%
RLS	375911	203811	297149	215683	581281	835760	354334	294216	394768	24,37%	531491	32,82%
MMEP1	415552	363000	325976	451720	360513	1225008	1143131	1129078	676747	41,78%	898024	55,45%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Conforme pode ser visto no Quadro 7, para os produtos classificados como A o modelo de previsão que apresenta menor erro de previsão é o modelo multiplicativo de decomposição das séries temporais.

Já para os produtos da classe B, conforme apresenta o Quadro 8, o modelo de previsão que apresenta menores taxas de erro é o modelo aditivo de decomposição das séries temporais.

Quadro 8 – Desempenho dos modelos de previsão para produtos classe B

CLASSE B	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
MA	16642	11222	13997	20057	60350	80754	15196	38097	32039	14,42%	47006	21,16%
MM	11119	11305	15329	36305	82494	76557	18603	40105	36477	16,42%	52695	23,72%
MM3	45868	20641	27210	25633	32308	114271	34433	63460	45478	20,47%	64556	29,06%
RLS	70065	29306	26769	35312	56509	163033	33447	53842	58535	26,35%	90038	40,53%
MMEP1	76648	43098	54991	54163	85158	244539	230230	205855	124335	55,97%	165705	74,60%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para os produtos classe C, o modelo que apresenta os menores erros é o aditivo de decomposição das séries temporais, conforme pode ser observado no Quadro 9, a seguir.

Quadro 9 – Desempenho dos modelos de previsão para produtos classe C

CLASSE C	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
MA	17924	21732	36396	18580	58527	60325	22944	29975	33300	15,65%	45421	21,34%
MM	23563	24082	50147	21951	66051	53104	21449	31779	36516	17,16%	47856	22,49%
MMEP1	49541	64244	54816	56322	36797	143776	154792	154329	89327	41,98%	108603	51,03%
MM3	66443	54379	76078	64539	86013	152459	113893	120272	91760	43,12%	116034	54,53%
RLS	331077	312112	334775	315392	308234	428131	323492	328864	335260	157,54%	370708	174,20%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Assim sendo, propõem-se utilizar o modelo multiplicativo para os produtos da classe A, e o modelo aditivo para as classe B e C. Dessa forma, as taxas de erros obtidas são apresentadas no Quadro 10 a seguir.

Quadro 10 – Comparativo modelo geral x modelo segmentado

Modelo por classe	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
CLASSE A – MM	104645	166385	204580	146606	413115	512318	220341	99793	233473	14,42%	323456	19,97%
CLASSE B - MA	16642	11222	13997	20057	60350	80754	15196	38097	32039	14,42%	47006	21,16%
CLASSE C - MA	17924	21732	36396	18580	58527	60325	22944	29975	33300	15,65%	45421	21,34%
MODELO SEGMENTADO	139211	199339	254973	185243	531992	653397	258481	167865	298812	14,83%	415883	20,82%
MODELO GERAL	139328	201773	270056	204862	561660	641978	260393	171677	306466	14,92%	424007	20,64%
MELHORIA	-117	-2434	-15083	-19619	-29668	11419	-1912	-3812	2,50%	0,60%	1,92%	-0,89%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Conforme exposto no Quadro 10, a utilização de modelo segmentado de previsão conforme a classificação ABC apresenta leve melhoria nas taxas de erro encontradas, visto que, com o modelo geral tem-se um MAD de 306466 kg enquanto que com a segmentação por classes obtém-se o MAD de 298812 kg, o que gera uma redução no erro de 2,5% para o MAD e 1,92% no RMSE.

4.4 PREVISÕES CONFORME CICLO DE VIDA

Conforme proposto por Lemos (2006) outra forma de classificar os produtos é a partir da análise de seu ciclo de vida, pois, a utilização de tal análise torna-se determinante na escolha dos modelos de previsão, haja visto que, para diferentes estágios do ciclo de vida podem ser testados diferentes modelos, e ainda, um modelo que torna-se adequado para um estágio, pode

ser deficitário para outro, dessa forma, pode-se segmentar o melhor modelo para cada estágio do ciclo de vida.

Portanto, para esse estudo classificou-se as famílias conforme o estágio de ciclo de vida, utilizou-se os estágios de crescimento, maturidade e declínio, a fim de identificar o modelo que melhor se adequa para cada um dos estágios.

Para a classificação entre as fases de crescimento, maturidade e declínio, utilizou-se de análise visual sobre os dados históricos de cada família de produtos, compreendendo o período de janeiro de 2013 à agosto de 2018. A partir de tal análise, identificou-se como sendo produtos em crescimento aqueles que demonstram uma crescente no volume de vendas, já os produtos em maturidade apresentaram suas demandas estáveis, e os produtos classificados no estágio de declínio demonstraram queda recorrente no volume de vendas. Conforme tal classificação 11 famílias encontram-se em crescimento, 10 na fase de maturidade e 3 estão em declínio, conforme apresentado no Quadro 11 a seguir.

Quadro 11 – Classificação conforme fase do ciclo de vida

FASE CICLO DE VIDA	FAMÍLIAS
CRESCIMENTO	AVEIAS
	BOLOS
	CALDOS
	COCOS
	CONDIMENTOS
	FAROFAS
	FERMENTOS
	GELATINAS
	PIPOCAS
	SOPAS
	SORVETES
MATURIDADE	ACHOCOLATADOS
	AÇUCARES
	AMIDOS
	COLORIFICOS
	FLANS
	MARIA MOLE
	MOUSSES
	PÃO DE QUEIJO
	PUDINS
	SAGUS
DECLÍNIO	CHOCOLATES
	MILK SHAKES
	REFRESCOS

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Conforme visto no Quadro 12, os modelos de decomposição apresentam melhor desempenho para as famílias que estão na fase de crescimento, nesse caso o modelo aditivo apresentou os menores indicadores de erro, o que vai ao encontro com o que é apresentado por Lemos (2006), pois ele sugere que para produtos que estão na fase de crescimento ou maturidade a utilização de métodos que considerem tendências e sazonalidades são os mais indicados.

Quadro 12 – Desempenho dos modelos de previsão para a fase de crescimento

CRESCIMENTO	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
MA	71124	124042	169425	104198	312431	401991	175472	100343	182378	15,04%	250040	20,61%
MM	85456	140611	187738	117330	352301	387931	177318	73016	190213	15,68%	263251	21,70%
MM3	259623	146549	190904	79561	244179	557260	64848	210790	219214	18,07%	309910	25,55%
RLS	273962	135784	220868	220685	389339	741815	293503	270564	318315	26,24%	445898	36,76%
MMEP1	284408	323773	222583	294194	336575	1083017	1060779	1069710	584380	48,18%	767261	63,26%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para as famílias que se encontram na fase de maturidade novamente os modelos de decomposição apresentaram os melhores resultados. Cabe ressaltar que para esse estágio os indicadores de erro diminuirão significativamente, se comparados com o estágio de crescimento. O Quadro 13 apresenta os resultados para esta fase.

Quadro 13 – Desempenho dos modelos de previsão para a fase de maturidade

MATURIDADE	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
MA	27917	49049	41774	28709	178158	140820	25136	65961	69691	12,71%	99503	18,15%
MM	30977	51345	41006	29654	182303	138605	21115	65226	70029	12,78%	100148	18,27%
MM3	84920	62829	90066	18215	147070	253155	36602	66247	94888	17,31%	133155	24,29%
RLS	161324	59583	92429	38846	197111	311713	99705	92323	131629	24,02%	175593	32,04%
MMEP1	134004	46242	132347	102359	135400	493838	412601	376874	229208	41,82%	308863	56,35%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Já para os produtos que estão na fase de declínio o melhor método a ser utilizado é o modelo de médias móveis de ordem 3 meses, conforme exposto no Quadro 14 apresentado na sequência. Para o caso de produtos em declínio, Lemos (2006) indica a utilização de modelos mais simples devido à queda de importância de tais produtos para a organização. Dessa forma, o presente caso corrobora com o que o autor identificou em sua pesquisa.

Quadro 14 – Desempenho dos modelos de previsão para a fase de declínio

DECLÍNIO	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
MM3	66737	15541	5639	64166	96224	31927	5078	6119	36429	12,41%	56760	19,34%
MM	22894	9817	41312	57878	27056	115442	61959	33434	46224	15,75%	60609	20,65%
MA	18257	28462	69309	94226	65998	160815	86423	39421	70364	23,97%	88877	30,28%
RLS	76964	79349	67200	47753	132303	68497	64971	29859	70862	24,14%	86000	29,30%
MMEP1	307304	328969	318615	231265	137656	243282	180207	207040	244292	83,23%	280340	95,52%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Assim sendo, propõem-se utilizar o modelo aditivo para as famílias que se encontram na fase de crescimento e de maturidade, e o modelo das médias móveis para a fase de declínio. Dessa forma, as taxas de erros obtidas são apresentadas no Quadro 15 na sequência.

Quadro 15 – Comparativo modelo geral x modelo segmentado

CICLO – MODELO	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
CRESCIMENTO - MA	71124	124042	169425	104198	312431	401991	175472	100343	182378	15,04%	250040	20,61%
MATURIDADE – MA	27917	49049	41774	28709	178158	140820	25136	65961	69691	12,71%	99503	18,15%
DECLÍNIO – MM3	66737	15541	5639	64166	96224	31927	5078	6119	36429	12,41%	56760	19,34%
MODELO SEGMENTADO	165778	188632	216838	197073	586813	574738	205686	172423	288498	13,39%	406303	19,37%
MODELO GERAL	139328	201773	270056	204862	561660	641978	260393	171677	306466	14,92%	424007	20,64%
MELHORIA	26450	-13141	-53218	-7789	25153	-67240	-54707	746	5,86%	10,28%	4,18%	6,17%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A partir da análise do Quadro 15, nota-se a vantagem na utilização de modelos segmentados conforme a classificação de fase no ciclo de vida, uma vez que, utilizando o modelo geral para todos os produtos obtém-se MAD de 306466 kg enquanto que com o modelo segmentado MAD reduz-se para 288498 kg. Uma redução de 5,8% pode ser obtida com a implementação de modelos segmentados conforme as fases do ciclo de vida.

A seguir no Quadro 16 apresenta-se o comparativo entre o atual modelo utilizado frente aos modelos testados neste estudo, dessa forma, é possível identificar que o modelo que apresentou melhor desempenho foi o segmentado conforme o ciclo de vida do produto.

Quadro 16 – Comparativo entre o modelo atual e os modelos propostos

MODELOS	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18	MAD		RMSE	
MODELO GERAL EM CAIXAS	76814	88371	91884	44335	162027	192250	68624	43968	96034	15,83%	130605	21,52%
MODELO GERAL EM KG	139328	201773	270056	204862	561660	641978	260393	171677	306466	14,92%	424007	20,64%
MODELO SEGMENTADO POR ABC	139211	199339	254973	185243	531992	653397	258481	167865	298812	14,83%	415883	20,82%
MODELO SEGMENTADO POR CICLO DE VIDA	165778	188632	216838	197073	586813	574738	205686	172423	288498	13,39%	406303	19,37%
MELHORIA										15,42%		10,02%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Conforme exposto pelo Quadro 16 é possível otimizar o MAD em 15,42% e o RMSE em 10,02% a partir da utilização do modelo segmentado pela fase do ciclo de vida, frente ao atual modelo utilizado pela empresa. Ressalta-se que só é possível comparar tais modelos pelo percentual de erro, visto que, no modelo utilizado atualmente pela empresa os dados são apresentados em caixas vendidas, enquanto que nos demais, os dados estão em quilogramas vendidos.

Dessa forma, sugere-se que o modelo proposto, através da segmentação conforme o ciclo de vida, e com dados em quilogramas vendidos, seja implementado pela empresa, visto que com uma previsão de demanda mais precisa, a empresa poderá ter benefícios decorrentes de seu melhor planejamento de produção, uma vez que se torna possível um melhor controle de estoques, tanto de matérias-primas como de produtos acabados, além de gerar melhorias no planejamento do processo produtivo como um todo.

Além disso, empresas que contam com previsões acuradas possuem vantagens competitivas, visto que possibilita um melhor atendimento das demandas que surgem do mercado, além de poder contar com melhor controle de estoques, podendo reduzir despesas com estoques desnecessários, ou otimizar os processos de compras de matérias-primas. Com a melhoria na gestão de estoques é possível diminuir o valor do capital investido no mesmo, e tais valores poderão ser utilizados de outras formas que tragam retorno à organização.

Cabe ressaltar que os modelos de previsão necessitam de acompanhamento constante, visto que, com mudanças nos padrões de consumo ou alterações de outros fatores podem afetar o desempenho do modelo. Para tanto, sugere-se que se o modelo for implantado, haja atualização mensal dos dados, além de revisão da classificação conforme o ciclo de vida trimestralmente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa alcançou seus objetivos de forma satisfatória, visto que, foi possível identificar melhorias nos indicadores de erro com a utilização de modelos segmentados conforme as características das famílias de produtos.

Conforme o objetivo específico de descrever como é o atual sistema de previsão de demanda, verificou-se que o mesmo é feito através do modelo multiplicativo de decomposição das séries temporais, sendo utilizado como base as unidades de caixas vendidas, sendo que os produtos são classificados em 37 famílias.

Quanto ao objetivo que buscou comparar o modelo em caixas x em quilogramas, identificou-se que com a utilização dos dados em KG, é possível reduzir as taxas de erros, visto que, o modelo em quilogramas apresentou melhores resultados, dessa forma, utilizou-se dos dados convertidos em quilogramas para a sequência do trabalho, a partir da transformação dos dados para volume de vendas, foi possível agrupar famílias que até então estavam separadas pelo fato de seus volumes serem diferentes, dessa forma, foi possível reduzir o número de famílias de 37 para 24.

Em seguida, foram testados cinco modelos quantitativos de previsão, a saber: média móvel, média móvel exponencialmente ponderada, regressão linear simples, modelo aditivo de decomposição das séries temporais e o modelo multiplicativo de decomposição das séries temporais, para que na sequência fosse identificado qual modelo apresentaria melhores resultados para cada grupo de família de produtos.

Quanto a verificação dos resultados de cada modelo de previsão frente à segmentação das famílias, identificou-se que considerando a classificação ABC os modelos que apresentaram melhores resultados foram o multiplicativo para as famílias da classe A e o modelo aditivo para as famílias classificadas como B e C, utilizando tal segmentação é possível obter uma redução de 2,50% no MAD e 1,92% na RMSE, quando comparado com a utilização do modelo geral.

Já para a segmentação a partir da análise do ciclo de vida do produto, o modelo aditivo apresentou os melhores resultados para as fases de crescimento e de maturidade, e o modelo de média móvel apresentou melhor resultado para as famílias que encontram-se na fase de declínio, com a segmentação conforme o ciclo de vida obtém-se uma redução de 5,86% no MAD e de 4,18% na RMSE, frente a utilização do modelo geral.

Como visto nos resultados apresentados, foi possível identificar o modelo mais adequado a realidade da empresa, verificou-se que o modelo com os menores indicadores de erro de previsão se dá a partir da segmentação pelo ciclo de vida das famílias de produtos, sendo que para as fases de crescimento e de maturidade deve-se utilizar do modelo aditivo de decomposição das séries temporais e para a fase de declínio o método da média móvel de ordem três meses é o mais indicado. Com a utilização de tal modelo obtém-se uma redução de 15,42% no MAD e de 10,02% para a RMSE, frente a utilização do atual modelo de previsão da empresa.

Por fim, apresenta-se como sugestões para pesquisas futuras, a aplicação do estudo em outras realidades empresariais, a fim de identificar se a vantagem encontrada na segmentação conforme o ciclo de vida se mantém. Sugere-se também que sejam realizados estudos que busquem identificar e mensurar quais as vantagens obtidas a partir da implementação do modelo proposto na empresa, além de estudos que avaliem os impactos financeiros decorrentes da implementação do modelo.

REFERÊNCIAS

- ANDRIN, Édina Regina. **Previsão de demanda:** um estudo de caso na empresa Apti Alimentos Ltda. 2015, 99 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Administração, Chapecó, 2015.
- APTI ALIMENTOS. **A Apti.** Disponível em <<http://www.apti.com.br/>>. Acesso em: 07 out. de 2018.
- ARAUJO, Marco Antonio de. **Administração de produção e operações:** uma abordagem prática. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial.** 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CHASE, Richard B.; JACOBS, Robert; AQUILANO, Nicholas J. **Administração da produção e operações para vantagens competitivas.** 11ª ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações:** manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações:** o essencial. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais:** uma abordagem logística. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- FERNANDES, Flavio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e controle da produção:** dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010.
- FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da Pesquisa Científica.** Fortaleza: Uec, 2002. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2017.
- FRANCISCHINI, Paulino G.; GURGEL, Floriano do Amaral. **Administração de materiais e do patrimônio.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações.** 8ªed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GONÇALVES, Paulo Sergio. **Administração de materiais.** 3ª ed. 4 reimpressões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

JACOBS, F. Robert; CHASE, Richard B. **Administração da produção e de operações: o essencial**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Itabuna- SP. Via Litterarum, 2010.

KOTLER, Philip; ARMSTRONG, Gary. **Princípios de marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

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

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo. Atlas. 2003.

LEMO, Fernando de Oliveira. **Metodologia para seleção de métodos de previsão de demanda**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2006.

MALHOTRA, Naresh. **Pesquisa de marketing: Uma orientação aplicada**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MANCUZO, Fernando. **Análise de previsão de demanda: Estudo de Caso em uma Empresa Distribuidora de Rolamentos**. 2003. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de pós-graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2003.

MARTINS, Petronio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2ªed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PELLEGRINI, Fernando R.; FOGLIATTO, Flávio S. Passos para implantação de sistemas de previsão de demanda técnicas e estudo de caso. **Produção**. Porto Alegre. v. 11. n. 1, p. 43-64, nov. 2001.

QUEIROZ, Abelardo Alves; CAVALHEIRO, Darlene. Método de previsão de demanda e detecção de sazonalidade para o planejamento da produção de indústrias de alimentos. In: ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 2003. Ouro Preto. **Anais**. Ouro Preto: ABEPRO, 2003.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 14. Ed. São Paulo: Atlas, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A - REALIZADO FAMÍLIAS

FAMÍLIAS	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18
1	160641	239501	277229	249840	158949	410168	294403	288324
2	16105	15427	17950	15812	11570	22787	18698	19162
3	116177	142986	169474	159550	90921	237857	186849	212299
4	28121	45806	45382	63797	43176	74246	60374	98796
5	319909	443875	511971	497583	391402	851938	619862	634824
6	120745	143275	203175	151621	120570	274061	184377	234892
7	25343	30977	35141	32203	24106	57177	45290	43711
8	11407	14462	17042	17666	12571	24446	21821	22757
9	32039	35206	38481	39765	25160	49007	48364	40282
10	23050	24611	26767	23412	18492	33984	25225	26198
11	23262	23166	26439	20685	15849	30354	20916	20997
12	19509	32589	41979	31999	23134	52271	37078	40988
13	5588	4745	5483	6467	3976	9142	2829	6005
14	275233	231956	255842	226318	101150	250150	170119	307629
15	4659	6297	5695	8306	5256	8366	5785	16909
16	676	2277	2162	2179	1311	2516	1778	1968
17	1106	1286	1182	823	378	1286	811	639
18	8769	8292	13404	13878	11766	18747	19056	8262
19	26080	31169	41566	39695	36722	71954	22927	32969
20	29210	25152	30365	31934	18725	42435	30937	32548
21	329637	345988	338604	246943	158863	221000	192764	205405
22	8631	10064	11747	10507	6640	15049	11710	13047
23	25394	36216	48178	54491	50239	140340	61590	57324
24	42325	30519	18490	11426	8186	7374	4695	16269

APÊNDICE B - PREVISÕES MÉDIA MÓVEL DE ORDEM 3 MESES

FAMÍLIAS	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18
1	191121	196705	225790	255523	228673	272986	287840	330965
2	19496	16755	16494	16396	15111	16723	17685	20215
3	141424	136076	142879	157337	139982	162776	171876	212335
4	57354	50106	39770	51662	50785	60406	59266	77806
5	421734	398201	425252	484476	466985	580308	621067	702208
6	161757	147297	155732	166024	158455	182084	193003	231110
7	33752	29405	30487	32773	30483	37828	42191	48726
8	15858	14408	14304	16390	15760	18228	19613	23008
9	33475	33419	35242	37818	34469	37977	40844	45885
10	27593	24837	24809	24930	22890	25296	25900	28469
11	26832	24941	24289	23430	20991	22296	22373	24089
12	25441	25183	31359	35522	32371	35802	37495	43446
13	6118	5615	5272	5565	5308	6528	5316	5992
14	336547	292349	254344	238039	194437	192539	173806	242633
15	16441	8441	5550	6766	6419	7309	6469	10353
16	225	984	1705	2206	1884	2002	1868	2087
17	1228	1212	1191	1097	794	829	825	912
18	10363	9278	10155	11858	13016	14797	16523	15355
19	27427	28184	32938	37476	39328	49457	43868	42617
20	35511	30105	28243	29151	27008	31031	30699	35307
21	387514	358665	338076	310512	248137	208935	190876	206390
22	12670	11045	10147	10773	9631	10732	11133	13269
23	24904	28186	36596	46295	50969	81690	84056	86418
24	48231	42206	30445	20145	12700	8995	6752	9446

APÊNDICE C - PREVISÕES MÉDIA EXPONENCIALMENTE PONDERADA

FAMÍLIAS	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18
1	82944	249862	204280	304770	201073	167215	509468	121157
2	16939	17405	15100	19787	13321	12567	26933	11622
3	102239	145499	136614	181053	138888	83563	309586	81141
4	62994	19048	69587	26026	86876	12720	112595	17223
5	480346	255753	574189	413293	552435	300356	1104091	227043
6	135515	138249	151247	218368	107520	152809	308680	91917
7	23546	32715	29579	37743	28073	24897	69646	23622
8	17380	9772	18463	14591	19322	8978	32409	11809
9	40833	26253	41851	33629	43185	16460	67544	28295
10	21661	27075	23219	29009	20091	20203	39252	14734
11	33877	16681	29781	22746	21364	14842	37827	8700
12	18907	23703	35388	40482	26454	25412	62678	17378
13	6693	5067	5077	5744	6551	2807	12348	-3056
14	303340	291505	224997	291001	192065	97607	338318	48684
15	-10112	24013	-5459	16626	1079	9905	5945	6402
16	-253	1117	2279	1637	2412	712	3598	431
17	1391	932	1526	920	937	228	1876	11
18	9654	9210	8331	15505	11208	12624	20551	15978
19	18984	32066	27724	46798	31569	41415	80097	-9110
20	43866	22416	32363	28705	33650	12244	58786	8812
21	209034	443417	263429	406512	164288	223384	221362	184353
22	9672	10454	10403	12328	9380	6469	19006	5672
23	8865	39128	28321	55979	45698	52344	168214	-11145
24	38308	48503	23275	24323	9187	13332	5601	6701

APÊNDICE D - PREVISÕES REGRESSÃO LINEAR SIMPLES

FAMÍLIAS	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18
1	239336	227674	224398	235458	238943	233755	254512	263047
2	19049	18889	18112	18352	18087	17272	17719	17906
3	161599	156702	152363	156320	156132	148426	157180	161450
4	54301	52164	51589	52263	54927	54912	57865	58891
5	441810	429702	427344	442242	451972	449371	496762	518073
6	168585	167231	165603	174456	176019	174476	189709	193370
7	38828	36201	33780	33589	32105	30051	32125	32992
8	17853	17227	17018	17299	17443	17121	18163	18748
9	36001	35777	35643	36581	37180	36484	37985	39730
10	29118	28910	28389	28723	28099	27159	28104	28084
11	25155	25555	25553	26373	26272	25869	26789	26513
12	28887	27873	28200	30464	30941	31052	33854	34545
13	6671	6507	6082	5858	5933	5596	5772	5210
14	295570	301673	298648	303142	299159	279844	277171	264544
15	16358	15391	14460	13584	13002	12035	11337	10519
16	-1087	-1425	-1475	-1116	-944	-784	-739	-441
17	1045	1066	1073	1125	1070	974	1001	940
18	11507	11087	10307	10685	11021	11232	12165	13171
19	33050	32801	32950	34267	35208	35605	39766	38798
20	40243	39308	37159	36758	35879	33587	33932	32959
21	267921	275565	276401	290014	280911	259071	242053	222136
22	12317	12045	11624	11810	11714	11107	11494	11464
23	40798	39213	38608	40107	42655	45137	57193	59579
24	30781	33301	33649	32866	29938	26603	23332	19633

APÊNDICE E - PREVISÕES MODELO ADITIVO DE DECOMPOSIÇÃO

FAMÍLIAS	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18
1	158143	207242	262563	239115	259685	334987	286278	265124
2	15787	15245	18222	16225	14604	19916	17372	19000
3	129440	137166	150807	148421	141886	194003	182533	183139
4	36734	50038	53959	55855	53300	60504	65279	75851
5	317885	389040	446801	464551	463174	632928	531344	597634
6	134964	147212	192813	179054	195002	226527	212466	226692
7	23896	27420	33461	30141	30873	42823	41489	37424
8	9909	14207	18868	16933	16429	21461	22988	22433
9	31149	36940	37873	37042	29791	51138	44197	41876
10	25677	25046	30557	25925	24821	30696	27940	28029
11	22996	24317	29682	25501	25036	26970	23593	25166
12	19114	29771	32833	31162	30905	42821	37325	36566
13	5649	6777	5608	4851	4458	5341	3854	5730
14	310575	281571	312405	243605	184599	216112	209931	298843
15	10709	10572	9429	8322	7508	6196	4734	8969
16	-747	-495	-779	-1096	-1564	-1014	-813	-50
17	1152	1090	1010	666	864	980	708	879
18	7568	9688	12048	12772	14667	16715	14834	10942
19	26884	32319	46287	39411	51479	50032	27436	30221
20	32150	26024	31641	31402	27829	36469	31363	33102
21	314250	368122	403292	158054	102507	78070	112733	174288
22	9284	10345	12646	10216	10206	12541	12084	12891
23	28147	35387	46323	61289	79964	95778	59693	50607
24	44906	35305	22661	8903	7157	5298	5631	13258

APÊNDICE F - PREVISÕES MODELO MULTIPLICATIVO DE DECOMPOSIÇÃO

FAMÍLIAS	jan-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18	jul-18	ago-18
1	155533	205737	263596	239154	264492	337398	287852	264762
2	15748	15171	18227	16199	14580	19914	17366	19016
3	129581	136626	150391	147706	141828	195464	184306	184136
4	32603	49944	55944	55589	54075	60225	68322	78149
5	302905	380113	445271	465702	472228	647491	531373	614097
6	123305	138703	203114	187592	220308	236548	227579	236667
7	26373	29073	33644	31053	30352	41353	39854	37138
8	9505	14091	19339	17224	16764	21910	23987	23041
9	30586	37203	38183	36992	28994	53556	44715	42176
10	25339	24440	31166	25569	24695	30839	28061	28135
11	22263	23827	31896	25940	26871	26968	22996	25288
12	17162	30372	32819	30968	32172	44607	38833	36671
13	5698	6779	5702	5170	4663	5746	4098	5654
14	321105	284512	323595	227777	157605	192738	194512	307481
15	10839	11084	9482	8056	7477	6456	5216	9258
16	-491	-265	-303	215	147	681	419	526
17	1164	1080	1020	688	846	1031	703	884
18	7594	9673	12030	12778	14779	16718	14848	10902
19	22748	35752	56882	45278	57756	51751	24864	27147
20	31870	25566	31516	31156	27761	36488	31388	33081
21	308940	351359	375954	192179	139217	123217	137600	179985
22	9105	10208	12771	10105	10224	12565	12142	13002
23	23900	33363	49998	77887	102718	104123	60472	46866
24	45496	35247	22702	9480	7771	5988	6089	13658