



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GALDIR FIGUEIREDO DE SÁ JUNIOR

**ANÁLISE DO USO DA MODELAGEM BOOTSTRAP APLICADA A GESTÃO DE
ESTOQUES: ESTUDO DE CASO EM UMA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS**

MOSSORÓ

2021

GALDIR FIGUEIREDO DE SÁ JUNIOR

**ANÁLISE DO USO DA MODELAGEM BOOTSTRAP APLICADA A GESTÃO DE
ESTOQUES: ESTUDO DE CASO EM UMA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de produção.

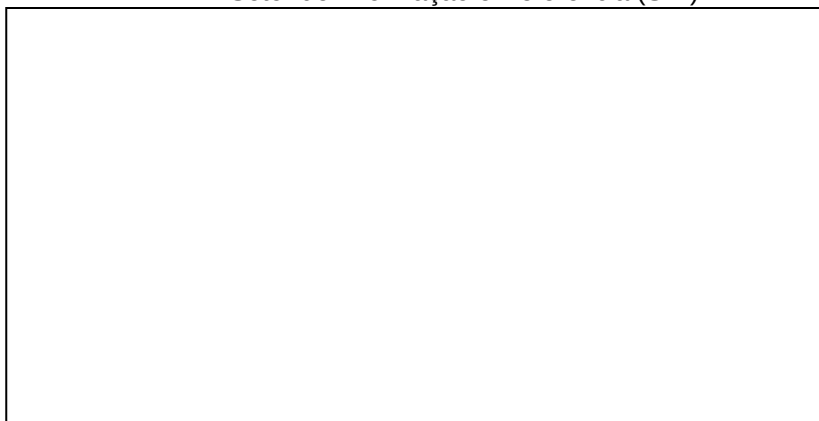
Orientador: Dr. Breno Barros Telles do Carmo

MOSSORÓ

2021

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)



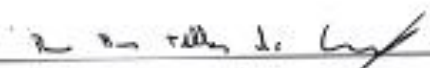
Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

**ANÁLISE DO USO DA MODELAGEM BOOTSTRAP APLICADA A GESTÃO DE
ESTOQUES: ESTUDO DE CASO EM UMA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semiárido, como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de produção.

Defendida em: 27 / 10 / 2021

BANCA EXAMINADORA


Professor Dr. Breno Barros Telles do Carmo (UFERSA)
Orientador – UFERSA – (Centro de engenharias)

**Miriam Karla
Rocha** Assinado digitalmente por
Miriam Karla Rocha
Data: 2021-12-03 09:41:43

Professora Dra. Miriam Karla Rocha
Membro Examinador – UFERSA – (Centro de engenharias)

THOMAS EDSON ESPINDOLA Assinado de forma digital por THOMAS EDSON
GONCALO:05354414440 ESPINDOLA GONCALO:05354414440
Data: 2021.12.03 10:00:30 -03'00'

Professor Dr. Thomas Edson Espindola Gonçalves
Membro Examinador – UFERSA – (Centro de engenharias)

MOSSORÓ
2021

RESUMO

Os modelos de gestão de estoques difundidos na literatura pressupõem o comportamento normal para a definição do tamanho do estoque de segurança. Entretanto, a depender do caso, essa premissa pode não ser respeitada, dado o comportamento dos dados, comprometendo a aplicabilidade do modelo em problemas reais. Assim, esta pesquisa propõe um modelo de gestão de estoques em revisão contínua adaptado, utilizando o modelo estatístico *bootstrap* para a definição do estoque de segurança. A fim de apurar a aplicabilidade, ambos os modelos (tradicional e adaptado) foram submetidos à simulação com dados de uma distribuidora de alimentos situada no estado do Rio Grande do Norte, considerando os anos de 2018 e 2019 e um nível de confiança de 99%. Para comparar o resultado dos modelos foram propostos cinco indicadores de desempenho, sendo eles, nível de estoque, períodos com rupturas, quantidade total de rupturas, número de pedidos e custo total. Os resultados demonstraram que o modelo tradicional apresenta uma capacidade maior de atender a demanda, gerando menos rupturas, entretanto mantém um nível de estoque maior, gerando um custo de estocagem elevado (% a mais do que o modelo adaptado). Por outro lado, o modelo adaptado com o *bootstrap* mantém um nível de estoque mais próximo do real, porém apresenta uma falha maior em relação a rupturas de estoque. Logo é interessante agregar os conhecimentos gerados através do comparativo dos modelos, para gerar expertise na aplicação prática da gestão de estoques.

Palavras-chave: Gestão de estoques, distribuidora de alimentos, modelo bootstrap.

ABSTRACT

Stock management models disseminated in the literature presuppose normal distribution. However, depending on the case, this premise may not be respected, given the distribution of the data, compromising the applicability of the model to real problems. Thus, this study proposes a adapted stock management model based on continuous review system, using the bootstrap statistical model to define the safety stock. In order to ascertain the applicability, both models (traditional and adapted) were subjected to simulation with data from a food distributor located in the state of Rio Grande do Norte, considering the years 2018 and 2019 and a 99% confidence level. To compare the results of the models, five performance indicators were proposed, being them, stock level, periods with ruptures, total amount of ruptures, number, number of orders and total cost. The results showed that the traditional model has a higher capacity to meet the demand, generating less ruptures, however it maintains a higher stock level, generating a high storage cost (% more than the adapted model). On the other hand, the model adapted with the bootstrap maintains a level of inventory closer to the real, but presents a bigger failure in relation to stock ruptures. So it is interesting to aggregate the knowledge generated through the comparative of these models, to generate expertise in the practical application of stock management.

Keywords: Stock management, food distributor, bootstrap model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Método de Pesquisa	31
Figura 2 - Esquema representativo de adaptação do modelo bootstrap.	33
Figura 3 – Relatório de demanda por data.	34
Figura 4 – Estoque de segurança por produto.....	38
Figura 5 – Ponto de ressuprimento por produto	39
Figura 6 – Indicador nível de estoque por produto.	41
Figura 7 – Indicador nível de estoque por produto	42
Figura 8 – Indicador demanda de ruptura por produto.....	43
Figura 9 – Demanda de ruptura percentual	44
Figura 10 – Indicador número de pedidos por produto	45
Figura 11 – Indicador custo total por produto	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – fatores de segurança.....	16
Tabela 2 – Dados necessários para simulação do modelo Bootstrap e Tradicional.	38
Tabela 3 – Simulação do Modelo tradicional para o produto 00001	40
Tabela 4 – Simulação do Modelo bootstrap para o produto 00001.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Restrições do LEC.....	17
Quadro 2 – Relação de código e descrição do produto	34
Quadro 3 – Relação de código e descrição do produto	37

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1.	OBJETIVO GERAL	13
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1.	GESTÃO DE ESTOQUES	14
2.1.1.	Restrições do modelo de revisão contínua	17
2.1.2.	Contribuições aos modelos tradicionais	17
2.1.3.	Método <i>Bootstrap</i>	19
2.1.4.	Introdução à estimação intervalar	19
2.1.5.	O estimador <i>bootstrap</i> do erro padrão	21
2.1.6.	Intervalos de confiança utilizando método <i>bootstrap</i>	23
2.2.	INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	25
2.2.1.	Caracterização da Indústria de Alimentos	25
2.2.2.	Técnicas de Gestão de Estoques na Indústria de Alimentos	27
3.	METODOLOGIA	29
3.1.	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	29
3.2.	CARACTERIZAÇÃO DO CASO A SER ESTUDADO	29
3.3.	PROCEDIMENTO E TÉCNICAS	31
3.3.1.	Adaptação do modelo de estoque tradicional	32
3.3.2.	Levantamento de dados	33
3.3.3.	Implementação dos modelos propostos	35
3.3.4.	Comparação dos resultados	36
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1.	LEVANTAMENTO DE DADOS	38
4.2.	IMPLEMENTAÇÃO DOS MODELOS PROPOSTOS	39
4.3.	COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	41
4.3.1.	Comparativo dos resultados por indicador	41
4.3.1.1.	Nível de estoque	41
4.3.1.2.	Número de Rupturas	42
4.3.1.3.	Demanda de Ruptura	42
4.3.1.4.	Número de pedidos	44
4.3.1.5.	Custo total	45

4.4.	DISCUSSÃO GERAL	46
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48

1. INTRODUÇÃO

A logística é uma atividade estratégica para a competitividade e desenvolvimento industrial, caracterizada pelo processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações coligadas, abrangendo a totalidade da cadeia de suprimentos, com objetivo de atender as expectativas do consumidor. (ANTUNES, 2004).

Operar com baixos níveis de estoque pode levar a perdas em economia de escala e eventual falta de disponibilidade de produtos. Por outro lado, o excesso de estoque acarreta a perda de eficiência em relação aos custos operacionais e oportunidades de capital. Assim, estabelecer o ponto de equilíbrio desse sistema é um desafio, dada a competição globalizada e a variedade de produtos, causada pelo aumento do número de SKU's (*Stock Keeping Unit*) (GARCIA, 2006).

Diversas empresas consideram a gestão de estoques como um elemento estratégico para a organização, associando-o com o ganho de competitividade e buscando o seu acompanhamento ao longo de toda a cadeia de suprimentos (GARCIA, 2006).

Existem dois principais modelos de gestão de estoques que auxiliam as empresas nas decisões de gerenciamento em relação a quanto e quando comprar: (i) revisão contínua e (ii) reposição periódica. Para avaliar o melhor modelo a ser utilizado, alguns critérios precisam ser analisados como, custos envolvidos, tempos de entrega, demanda e taxa de consumo do estoque, além de analisar a sistemática de toda operação logística da empresa, avaliando a melhor opção caso a caso. (CORRÊA; CORRÊA, 2007; MOREIRA, 2008).

Nos referidos modelos, algumas premissas são estabelecidas para que o modelo funcione. Os efeitos de custos e nível de eficiência ao assumir essas premissas devem ser levados em consideração. As seguintes premissas são normalmente consideradas: assumir um determinado tipo de distribuição de demanda (geralmente distribuição normal) e definir que os parâmetros de distribuição são conhecidos, como, média e desvio padrão. Em situações reais, nem sempre os pressupostos estabelecidos pelo modelo mantêm-se estritamente da forma em que foram assumidos, onde a demanda e outros parâmetros podem

simplesmente não serem aderentes a distribuição normal (CORRÊA; CORRÊA, 2007; WANKE, 2005).

Assim, surge o questionamento discutido nessa pesquisa: O uso de ferramentas estatísticas para dimensionar o estoque de segurança que não exijam que os dados sigam uma distribuição normal é capaz de melhor gerir os níveis de estoques considerando o modelo tradicional baseado na distribuição normal?

1.1. OBJETIVO GERAL

Propor um modelo de gestão de estoques adaptado do modelo de revisão contínua por meio do *bootstrap* para o cálculo do estoque de segurança que seja capaz de ser utilizado com dados que não seguem uma distribuição normal.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adaptar a forma de calcular o estoque de segurança do modelo de revisão contínua por meio da técnica *bootstrap*;
- Implementar o modelo adaptado e o modelo tradicional considerando uma base de dados real;
- Comparar os resultados entre o modelo adaptado e o tradicional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. GESTÃO DE ESTOQUES

Por um lado, os estoques são custosos e algumas vezes demandam considerável quantidade de capital, além de serem arriscados porque itens mantidos em estoques podem se deteriorar. Por outro lado, proporcionam alguma segurança em um cenário complexo e incerto. Assim, esse é o dilema da gestão de estoques: apesar do custo e de outras desvantagens associadas à manutenção dos estoques, eles equilibram a oferta e a demanda (SLACK et al., 2006). A variabilidade natural dos processos de demanda e suprimentos impede que a oferta e a demanda sejam perfeitamente sincronizadas, dado que a necessidade de estoque é resultado do grau de variabilidade entre os processos de demanda e suprimento. A gestão de estoques consiste em agir sobre o processo de suprimentos, já que pouco pode ser feito em relação ao processo de demanda; essa ação se resume em o que suprir, em que quantidade e em que momento. (GIANESI; BIAZZI, 2011).

Há três respostas principais que os gerentes de produção buscam responder em relação ao planejamento e controle dos estoques: quando pedir, quanto pedir e como planejar e controlar o estoque. A decisão de quanto pedir está associada aos custos de estocagem em relação aos custos de emissão de um pedido. A decisão de quando pedir está associado com o comportamento da demanda e a necessidade de manter um estoque de segurança para se proteger da imprevisibilidade. (ANTUNES, 2004).

Segundo Giansesi e Biazzi (2011), para decidir sobre o dimensionamento de estoques é necessário conhecer o estoque atual, a estimativa de demanda futura e o estoque final desejado. Esse último depende dos objetivos que se quer atender: as expectativas de demanda, necessitando de maiores níveis de estoques para tal, ou reduzir os custos de manutenção de estoques, que está relacionado à liderança em custos. Deve-se então, analisar na estratégia competitiva da empresa, qual objetivo pretende-se otimizar.

Determinar o modelo ou política de ressuprimento consiste em definir quanto e quando comprar o material. Por sua vez, a forma escolhida para

acompanhar os estoques influencia nos estoques crítico e de segurança. Existem vários sistemas de ressuprimento de estoques, dentre eles: revisão contínua, reposição periódica, duas gavetas e kanban de abastecimento, dentre outros. (PEINADO; GRAEML, 2007).

Peinado e Graeml (2007) definem o sistema de ressuprimento em revisão contínua como um modelo onde os níveis de estoque são continuamente monitorados até que se atinja um nível pré-determinado, denominado ponto de ressuprimento. Quando o estoque atinge este nível, é realizado um pedido de compra ou de fabricação de tamanho fixo. O pedido realizado não será atendido imediatamente, dado que existe um tempo de espera entre a emissão do pedido e sua entrega, denominado *lead time*.

O estoque de segurança serve para proteger contra a variabilidade da demanda e suprimento, se houver um eventual atraso na entrega ou uma demanda inesperada (PEINADO; GRAEML, 2007). A equação 01 apresenta a formulação geral do modelo de revisão contínua e a equação 02 apresenta a forma de definição do estoque de segurança, partido da hipótese que dados seguem uma distribuição normal.

$$PR = (\bar{D} \times TR) + ES \quad (01)$$

Onde, PR = Ponto de ressuprimento; $\bar{D}$ = Demanda média; TR = Tempo de ressuprimento (*lead time*).

$$ES = Z \times \sqrt{TR} \times \sigma_p \quad (02)$$

Onde, Z = Número de desvios padrão; TR = Tempo de ressuprimento; σ_p = Desvio padrão da demanda. Observação: O valor de Z varia em função do nível de serviço que se deseja atribuir, sendo determinado pela tabela 1. Destaca-se que a variável Z é estabelecida a partir do pressuposto que os dados seguem uma distribuição normal.

Tabela 1 – fatores de segurança	
Nível de serviço	Fator de serviço
50,00%	0
60,00%	0,254
70,00%	0,525
80,00%	0,842
85,00%	1,037
90,00%	1,282
95,00%	1,645
96,00%	1,751
97,00%	1,880
98,00%	2,055
99,00%	2,325
99,90%	3,100
99,99%	3,620

Fonte: Corrêa e Corrêa (2008)

A definição do tamanho do lote a ser encomendado é estabelecido pela equação de Wilson. O lote econômico de compras é basicamente a quantidade de material a encomendar de cada vez para obter o menor custo total possível, considerando as despesas de armazenamento, juros do capital e despesas gerais de compra. O cálculo do lote econômico de compra leva em consideração a relação inversa entre o custo de estocagem e o custo com pedidos. Também assume que os pedidos são entregues de uma única vez, em um só momento. As premissas necessárias para a utilização do modelo de cálculo do lote econômico de compra estão descritas no Quadro 1. Utilizando-se das premissas estabelecidas o LEC pode ser calculado pela equação 03 (MACHLINE, 1992; PEINADO; GRAEML, 2007).

$$LEC = \sqrt{\frac{2 \times D \times Cp}{t \times Cu}} \quad (03)$$

Onde, D = demanda no período; Cp = custo unitário de um pedido; t = taxa de juros ou custo de oportunidade; Cu = custo unitário do material.

Quadro 1 – Restrições do LEC

Item	Restrição
A)	O custo do pedido é o mesmo pra cada pedido, independente do tamanho do lote;
B)	O custo unitário do material é o mesmo, independente do tamanho do lote;
C)	Há apenas um único material ou produto e
D)	A demanda no período é conhecida, constante e linear ao longo do período;
E)	O lead time de entrega ou de produção não varia;
F)	Cada pedido é atendido de uma só vez (entrega de todo pedido em um único instante).

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007).

2.1.1. Restrições do modelo de revisão contínua

O estoque de segurança estabelecido no sistema de revisão contínua representa custo. O dilema dos gerentes responsáveis pela administração de estoques consiste em manter o nível de estoque mais baixo possível para diminuir o custo de estocagem, porém que atenda o nível de serviço exigido pelos clientes, ou seja, o estoque deve ser suficiente para que não falte material para atender a demanda. O grau de variabilidade da demanda durante o *lead time* é medido através do desvio padrão; dessa forma, os modelos de cálculo de estoque de segurança consideram como premissa que o comportamento da variabilidade segue uma curva de distribuição normal. (PEINADO; GRAEML, 2007).

Segundo Rechatiko e Lemos (2016), a demanda e o *lead time* nem sempre tem comportamento determinístico, gerando ciclo de pedidos em períodos não uniformes e fazendo com que estoque sofra influência dessa variabilidade. Com relação às premissas adotadas, Wanke (2005) concluiu que já foi demonstrado que assumir a distribuição normal na demanda e no *lead time* de ressuprimento pode levar a significativas distorções na gestão de estoque, como, por exemplo, a determinação inadequada dos níveis de serviço caso essa distribuição não siga o comportamento normal.

2.1.2. Contribuições aos modelos tradicionais

Rosa (2010), analisando os modelos tradicionais de acompanhamento de estoques, simulou o efeito produzido por variações no desvio padrão do tempo

médio de ressuprimento, que por sua vez no modelo tradicional é considerado não variável, para duas situações, revisão contínua e revisão periódica. Realizou-se a análise para vários valores de tempo médio de ressuprimento e desvios padrão, a fim de identificar qual alternativa se torna mais vantajosa, associada ao uso do lote econômico de compras. O resultado da simulação mostrou que, na maioria das situações analisadas, o sistema de revisão contínua ofereceu melhores resultados em relação a estoque médio e custo total.

Ferguson, Jayaraman e Souza (2007), propuseram um modelo de gestão de estoques baseado no lote econômico de compras, considerando o custo de manutenção como uma função não linear do tempo, onde o valor dos itens decresce à medida que permanecem em estoque, em produtos perecíveis, como laticínios, frutas e vegetais. O modelo utilizou a regressão quadrática para estimar os custos de manutenção no decorrer do tempo e demonstrou que fornece uma melhoria média de 40% nos custos, em relação ao modelo do LEC tradicional.

Hariga e Haouari (1999) contribuíram para o modelo tradicional ao apresentarem um modelo para quantificar o lote ótimo a ser pedido quando a capacidade do fornecedor não é determinística, ou seja, é suscetível a acontecimentos inesperados, como falha em máquinas, greves, imprevisibilidade climática, etc. Os autores utilizaram o modelo proposto em três situações de distribuição da capacidade e compararam os resultados de custos com o modelo tradicional do LEC, concluindo que, as negligências estabelecidas pelo modelo tradicional produzem resultados praticamente insignificantes quando comparados ao modelo de lote mínimo proposto, demonstrando a solidez do método tradicional como uma solução aproximada.

O modelo tradicional se mostra interessante para mensuração de gestão de estoques, principalmente onde os dados estudados seguem uma distribuição normal, porém em casos reais as demandas podem não respeitar essa premissa, além de que a forma como os dados se comportam pode mudar em determinados períodos específicos. Dessa forma existe uma lacuna a ser preenchida de modo a permitir uma aplicação mais ampla na gestão de estoques, atendendo as variadas formas de distribuição dos dados.

2.1.3. Método *Bootstrap*

O *bootstrap* é um método de simulação computacional baseado em amostragens aleatórias onde nenhuma premissa paramétrica é assumida sobre a população analisada. Nessa abordagem, a amostra é obtida como uma estimativa da população. Essa estimativa é chamada de distribuição empírica $\hat{F}$ onde cada x_i tem uma função massa de probabilidade de $1/n$, portanto cada x_i tem a mesma probabilidade de ser selecionado em uma nova amostra retirada de $\hat{F}$. O método Bootstrap se destaca porque, além de oferecer estimativas de parâmetros e seus desvios-padrões, também possibilita obter intervalos de confiança e distribuições empíricas para os parâmetros analisados. (EFRON; TIBISHIRANI, 1993; MARTINEZ; MARTINEZ, 2001).

Dessa forma, o método *bootstrap* trata-se de uma técnica de reamostragem, ideal para ser utilizada em situações onde não está definido um modelo para a população e não é possível a extração de uma grande quantidade de amostras. Nesse caso, se considera uma amostra disponível e dela extrair diversas reamostras para construir a distribuição *bootstrap*, que será utilizada no lugar da distribuição amostral. Na maioria dos casos, essa técnica se aproxima da mesma forma e dispersão da distribuição amostral, sendo possível o cálculo dos erros padrões original, bem como chegar a normalidade dos dados que não podem ser facilmente manipulados. (SILVA FILHO, 2010).

2.1.4. Introdução à estimação intervalar

Para Martinez e Louzado Neto (2001), é interessante contribuir com alguns princípios para o entendimento da estimação intervalar por *bootstrap*, que o faremos nesse tópico. Segundo os autores, para um processo de inferência estatística, apenas uma simples estimativa pontual de um parâmetro θ pode não ser suficiente para fornecer evidências que auxiliem em suas deduções. Dessa forma, são necessárias também medidas de precisão desta estimativa, que possibilitem ao pesquisador produzir conclusões baseadas em suas observações. Essas medidas de precisão são o erro padrão e os intervalos de confiança.

O erro padrão refere-se à medida da incerteza associada à estimação estatística. Já os intervalos de confiança também expressam uma avaliação do erro que se comete na estimação pontual. Dessa forma, de posse de uma amostra aleatória $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ composta por n observações, de uma distribuição F , tais intervalos são escritos na forma

$$(L_I(x); L_S(x)) \quad (04)$$

Onde $L_I(x)$ e $L_S(x)$ são chamados, respectivamente, Limite superior e inferior do intervalo. Considerando X uma variável aleatória e x uma observação amostral de X , a interpretação de (1) torna-se clara na compreensão da expressão:

$$P_F [L_I(X) \leq \theta \leq L_S(X)] = 1 - \alpha, 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (05)$$

logo, em um grande número de possibilidades de um experimento que objetiva gerar uma estimativa $\hat{\theta}$ de θ , ao se considerar amostras de tamanho n , a cada 100, $100(1 - \alpha)$ produzirão intervalos de confiança que vão conter θ , o verdadeiro valor do parâmetro. (MARTINEZ; LOUZADA-NETO, 2001).

Cabe ao usuário da estatística entender que a amostra obtida em seu experimento é apenas uma entre várias outras possibilidades. A estimativa $\hat{\theta}$ de θ obtida em sua amostra poderia ser aleatoriamente diferente em alguma outra amostra obtida da mesma população. Ao realizar o experimento uma única vez, o pesquisador tem em mãos somente uma destas possíveis estimativas. Assim, surge o questionamento sobre o nível de confiança da estimativa obtida. Os intervalos de confiança auxiliam o pesquisador a responder a essa questão, podendo ser alcançada por expressões analíticas complexas ou utilizar-se de aproximações assintóticas para uma solução aproximada, em contrapartida, uma alternativa eficiente para construção de intervalos de confiança e erros padrão, são os métodos computacionais intensivos, como o *bootstrap*. (MARTINEZ; LOUZADA-NETO, 2001).

2.1.5. O estimador *bootstrap* do erro padrão

Para uma amostra aleatória produzida através de n observações sendo $x_1, x_2, \dots, x_n$. O erro padrão da média $\bar{x}$ baseada nessa amostra é descrito pela equação

$$\hat{ep}(\bar{x}) = \sqrt{\frac{s^2}{n}} \quad (06)$$

onde,

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (07)$$

é o estimador não viciado da variância. É importante ressaltar que o erro padrão não é uma estimativa direcionada a uma quantidade pertencente à população, e sim uma medida da incerteza da média amostral, que por sua vez refere-se à média populacional. Ao verificar a equação (06) nota-se que a incerteza diminui à medida que o tamanho da amostra, n , aumenta. (ALTMAN, 1990).

Para generalizar esse conceito, segue: Seja X uma variável aleatória com distribuição F , denota-se μ_F , como esperança e σ_F^2 , como variância. Considera-se a notação $X \sim (\mu_F, \sigma_F^2)$ e escreve-se $\hat{F}_n \rightarrow (x_1, x_2, \dots, x_n)$ para indicar $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ como sendo uma amostra aleatória de tamanho n obtida através de F . Semelhantemente a média $\bar{X}$ também é uma variável aleatória tendo a mesma esperança de X , mudando apenas a variância, que é dada por σ_F^2/n , ou seja, $\bar{X} \sim (\mu_F, \sigma_F^2/n)$. Define-se então o erro padrão de $\bar{x}$ como raiz quadrada da variância de $\bar{X}$, logo,

$$ep_F(\bar{x}) = \sqrt{\text{var}_F(\bar{X})} = \frac{\sigma_F}{\sqrt{n}} \quad (08)$$

a expressão (6) fornece um estimador para a equação (8). Todavia, nem todos os estimadores oferecem expressões simples para seu respectivo erro padrão. Isto significa que encontrar medidas de precisão para outros estimadores $\hat{\theta} = s(X)$, que não a média pode ser tarefa bastante complicada. (MARTINEZ; LOUZADANETO, 2001).

Segundo Martinez e Louzada neto (apud LEITE; SINGER, 1990) sob certas condições o teorema central do limite diz que a distribuição $\bar{X}$ é aproximadamente normal quando n é grande, ou seja,

$$\bar{X} \sim N(\mu_F; \sigma_F^2/n), \quad (09)$$

e, conseqüentemente

$$\frac{\bar{X} - \mu_F}{\sigma_F/\sqrt{n}} \sim N(0; 1). \quad (10)$$

Usando uma tabela de distribuição normal pode-se, por exemplo, descrever a partir da equação uma probabilidade:

$$P\left(|\bar{X} - \mu_F| < \frac{2\sigma_F}{\sqrt{n}}\right) \doteq 0,954, \quad (11)$$

conforme a equação (11) a probabilidade da distância entre a média amostral e a populacional ser de pelo menos dois erros padrão é aproximadamente 95,4%. Dessa forma, quanto menor o erro padrão da média essa equação melhor demonstra uma aproximação entre as médias amostral e populacional.

Considerando uma amostra aleatória de tamanho n , originada de uma distribuição F , define-se uma função empírica $\hat{F}_n$ como uma função distribuição discreta, com probabilidade n^{-1} a cada valor x_i , sendo $i = 1, \dots, n$. Uma amostra *bootstrap* $\mathbf{x}^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ é obtida ao reamostrar aleatoriamente n vezes, com reposição, as observações $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, onde obtêm-se que $\hat{F}_n \rightarrow (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$. Baseado no teorema de Glivenko-Cantelli (ROHATGI, 1976), $\hat{F}_n$ converge uniformemente para F , sendo assim, para qualquer $\varepsilon > 0$,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\left(\sup_{-\infty < t < \infty} |\hat{F}_n(t) - F(t)| > \varepsilon\right) = 0, \quad (12)$$

justificando assim o uso de $\hat{F}_n$. Considerando t como fixo, podemos escrever $\hat{F}_n$ na seguinte forma:

$$\hat{F}_n(t) = n^{-1} \sum_{j=1}^n I\{X_j \leq t\} \quad (13)$$

Incluindo esperança e variância, teremos, respectivamente:

$$E\left(\hat{F}_n(t)\right) = n^{-1} \sum_{j=1}^n E I\{X_j \leq t\} = P(X \leq t) = F(t) \quad (14)$$

e

$$V\left(\hat{F}_n(t)\right) = \frac{F(t) - (F(t))^2}{n} \quad (15)$$

Pode-se concluir que para um t fixo, $\hat{F}_n(t)$ é um estimador não viciado de $F(t)$, e, a medida que n cresce, a variância de $\hat{F}_n(t)$ decresce. (MARTINEZ; LOUZADA-NETO, 2001).

Ao selecionar B amostras, $x^{*1}, x^{*2}, \dots, x^{*B}$, de forma independente, estabelece θ em cada amostra realizada considerando $\hat{\theta}^{*b} = s(x^{*b})$, $b = 1, 2, \dots, B$. Dessa forma é possível alcançar uma expressão para o estimador *bootstrap* do erro padrão da estatística θ ,

$$\widehat{ep}_{boot} = \sqrt{\frac{\sum_{b=1}^B (s(x^{*b}) - s(\cdot))^2}{B-1}} \quad (16)$$

onde,

$$s(\cdot) = \frac{\sum_{b=1}^B s(x^{*b})}{B} \quad (17)$$

chama-se de estimador *bootstrap* ideal de $ep_F(\hat{\theta}^*)$ o limite de $\widehat{ep}_{boot}$ quando B vai para o infinito, logo,

$$\lim_{B \rightarrow \infty} \widehat{ep}_{boot} = ep_F(\hat{\theta}^*). \quad (18)$$

o estimador *bootstrap* ideal e sua aproximação (16) denominam-se estimadores *bootstrap* não paramétricos, já que se baseiam em $\hat{F}$ um estimador não paramétrico de F . (EFRON; TIBSHIRANI, 1993).

2.1.6. Intervalos de confiança utilizando método *bootstrap*

Para compor o raciocínio usualmente escrevemos os intervalos de confiança para um parâmetro θ de interesse utilizando como origem seu erro padrão estimado $\widehat{ep}$, sendo assim,

$$\hat{\theta} \pm Z_\alpha \widehat{ep} \quad (19)$$

onde Z_α é a 100 α -ésimo percentil de uma distribuição normal padrão. Considerando que por construção $L_I(x) \leq \hat{\theta} \leq L_S(x)$, intervalos de confiança como (18) são considerados simétricos, pois no caso, $\hat{\theta} - L_I(x) = L_S(x) - \hat{\theta}$, logo diz-se que um intervalo de confiança é simétrico quando a expressão

$$S(x) = \frac{|L_I(x) - \hat{\theta}|}{|L_S(x) - \hat{\theta}|} \quad (20)$$

é igual a 1. Denomina-se $S(x)$ como índice de simetria de um intervalo de confiança. (MARTINEZ; LOUZADA-NETO, 2001).

O propósito da expressão (19) está na propriedade de $\hat{\theta}$ ter, assintoticamente, distribuição normal, ou seja, $\hat{\theta} \sim N(\theta; \widehat{ep}^2)$. Dessa propriedade segue:

$$Z = \frac{\hat{\theta} - \theta}{\widehat{ep}} \sim N(0; 1), \quad (21)$$

podendo assim, escrever a probabilidade

$$P_F[\theta \in (\hat{\theta} - Z_{1-\alpha/2} \widehat{ep}; \hat{\theta} + Z_{1-\alpha/2} \widehat{ep})] = 1 - \alpha \quad (22)$$

Como os dados amostrais advêm de uma distribuição $F, F \rightarrow X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. De (22) obtêm-se a expressão:

$$(\hat{\theta} - Z_{1-\alpha/2} \widehat{ep}; \hat{\theta} + Z_{1-\alpha/2} \widehat{ep}) \quad (23)$$

como o intervalo de confiança padrão com probabilidade de cobertura $1 - \alpha$, ou nível de confiança $100(1 - \alpha)\%$. Quando $\hat{\theta}$ é a média central a expressão (21) tem uma aproximação quando

$$Z = \frac{\hat{\theta} - \theta}{\widehat{ep}} \sim t_{n-1}, \quad (24)$$

onde t_{n-1} refere-se a distribuição t de Student com $n - 1$ graus de liberdade. Logo, o intervalo de confiança expresso em (23), seria melhor descrito, assim

$$(\hat{\theta} - t_{(1-\alpha/2), n-1} \widehat{ep}; \hat{\theta} + t_{(1-\alpha/2), n-1} \widehat{ep}), \quad (25)$$

sendo $t_{(\alpha), n-1}$ o α -ésimo percentil da distribuição t com $n - 1$ graus de liberdade. (MARTINEZ; LOUZADA-NETO, 2001).

Segundo Efron e Tibshirani (1993), intervalos de confiança *bootstrap* são aproximados, assim como os expressos em (23) e (25), entretanto os intervalos de confiança obtidos através do *bootstrap* oferecem melhor aproximação que os intervalos de confiança padrões.

Diversas maneiras são possíveis para se obter intervalos de confiança, por exemplo, método percentil ou método percentil t . O método percentil utiliza unicamente os quantis e outras medidas da distribuição empírica $\hat{F}_n$ do estimador $\hat{\theta}$. Enquanto o método percentil t generaliza o intervalo de confiança produzido, podendo assim, escrever,

$$(\hat{\theta} - t_1 \widehat{ep}; \hat{\theta} - t_2 \widehat{ep}) \quad (26)$$

na expressão (26) as quantidades t_1 e t_2 obtidas através da estimação $\hat{F}_n$, substituem $t_{(1-\alpha/2),n-1}$ nas expressões que geram os limites superior e inferior, obtendo-se o intervalo de confiança *bootstrap*. (MARTINEZ; LOUZADA-NETO, 2001).

2.2. INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

2.2.1. Caracterização da Indústria de Alimentos

No decorrer dos anos 2000, o Brasil já era um dos principais atores mundiais na produção e comercialização de produtos agropecuários, em grande parte, devido as vantagens relacionadas a seus recursos naturais. Dessa forma o país se aproveita da estabilização comercial e pelo impulso externo de demanda por *commodities* produzidas pelo agronegócio brasileiro. Em contrapartida, em 2008, ocorreu a crise mundial imobiliária, gerando crise no mercado financeiro global e contração dos créditos disponíveis para suporte aos setores produtivos, o que levou à queda da produção industrial e do comércio internacional. (LEONARDI; WAQUIL; MISSIO, 2015).

É nesse contexto que o Brasil, assim como os demais países em desenvolvimento, busca alternativas para alavancar o crescimento e manter a dinâmica de baixo desemprego associada a melhor distribuição de renda. É necessária uma estratégia de busca de novos mercados, assim como a agregação de valor as *commodities* já exploradas. A indústria alimentar é pilar positivo para a busca de expansão com base no mercado interno, considerando os recentes ganhos de rendimento das famílias de menor poder aquisitivo, é possível enxergar saída no aumento do consumo, gerando assim, aumento da necessidade de trabalhadores empregados para atender esse aumento de demanda. (LEONARDI; WAQUIL; MISSIO, 2015).

A indústria da alimentação tem importante participação na economia do Brasil. Segundo dados apresentados pela ABIA (2018), ela apresentou um faturamento de R\$ 656,00 bilhões representando 24,3% do faturamento da

indústria de transformação, sendo R\$ 127,7 bilhões compostos pela indústria de bebidas e R\$ 528,3 bilhões pela indústria de produtos alimentares, com destaque para os principais setores: derivados de carne, R\$ 145,3 bilhões; Café, chás e cereais, R\$ 67,2 bilhões; e Açúcares, R\$ 34,9 bilhões.

Segundo Monteiro (2009), a distribuição desses alimentos se dá em três grupos. O primeiro grupo é de alimentos minimamente processados, composto por todo alimento que em seu processamento não perde substancialmente suas características nutricionais, mantendo-se reconhecidos como original. Neste caso, o processamento visa tornar o alimento mais acessível, conveniente e seguro. O segundo grupo é de substâncias extraídas de alimentos não processados, incluindo óleos, gorduras, pastas, farinhas, amidos e açúcares, geralmente utilizados como ingredientes para preparação de outros alimentos. O terceiro grupo é de alimentos ultra processados, formado por quantidades pequenas dos alimentos dos outros grupos, acrescidas de químicos, conservantes e aditivos, sendo composto por pães, biscoitos, sorvetes, chocolates, balas, doces, batatas fritas, salgados, barra de cereais, refrigerantes, cereais matinais, hambúrgueres, salsichas, entre outros.

Com relação aos tipos de alimentos mais consumidos pelas famílias brasileiras, o aumento da renda real dos últimos 20 anos permitiu a diversificação do consumo das classes com rendimentos menores e criação de um novo mercado de consumo popular. O brasileiro reduziu o consumo de produtos dos gêneros tradicionais como arroz, feijão, batata, pão e açúcar e aumentou o consumo de alimentos processados como, iogurte, refrigerante de guaraná e alimentos preparados. (GOUVEIA, 2006).

Em relação à indústria de alimentos, pode-se considerar a divisão em *commodities* (por exemplo, farinha de trigo e açúcar) e itens específicos (por exemplo, sabores e aromas). No caso das *commodities*, é necessário um nível de controle maior, pois são produtos de grandes volumes de demanda em várias linhas de produtos, apresentando baixa variedade. Já a compra de itens específicos se dá em volumes que variam de baixo a médio com alta variedade, exigindo nível de controle de estoque médio a alto. Portanto, é importante conhecer a estratégia de produção adotada pela empresa, pois a estratégia de suprimentos deve estar alinhada a esta. A definição da estratégia de produção é

fundamental para as empresas de manufatura se mantenham competitivas no mercado. (SOUZA, 2005).

Para determinar os objetivos, as indústrias de alimentos podem considerar as características qualificadoras como, qualidade e custo, obtendo maior volume de vendas por meio da flexibilidade, confiabilidade e rapidez na entrega (objetivos ganhadores de pedidos). Dada a grande representatividade dos custos de materiais no valor do produto final, a função de compras deverá busca constante redução de custos, além da garantia da qualidade dos componentes de formação dos produtos. Para garantir a flexibilidade e rapidez, a função de compras deverá ter entregas mais frequentes e confiáveis, caso opte por não manter grandes estoques. Visto sua grande relevância, a função de compras tem ganhado grande importância nas empresas de alimentos. (SOUZA, 2005).

Um estudo conduzido por Silva *et al.* (2016) abordou diferentes estratégias de canais de distribuição na indústria de alimentos, sendo selecionadas empresas de nível nacional e realizado entrevistas para mapear os canais de distribuição mais utilizados. O estudo apontou que o canal de maior significância na maioria das empresas é o pequeno e médio varejo, além de que, as empresas analisadas vêm optando por aumentar a representatividade de canais alternativos, para diminuir o poder de barganha das grandes redes, tendo como exemplo a utilização de canais diretos com o consumidor final. Os autores constataram que grandes redes varejistas impõem mais regras logísticas e margens menores para indústria, porém oferecem um grande posicionamento da marca, maior volume, facilidade no lançamento de novos produtos. Já o pequeno e médio varejo além de apresentar um importante canal de escoamento, com grande representatividade de vendas, oferecer para a indústria negociações com margens mais elásticas e proximidade com o consumidor.

2.2.2. Técnicas de Gestão de Estoques na Indústria de Alimentos

As técnicas e estratégias de gestão de estoques são variadas, tanto da sua concepção até para qual tipo de consumidor ela será aplicada. Embora variadas em métodos, o objetivo das dessas estratégias geralmente é comum: reduzir as incertezas e os custos enquanto satisfazem as necessidades dos clientes. A

técnica *postponement* busca atender esses objetivos. Essa técnica refere-se ao conceito através do qual atividades na cadeia logística são postergadas até que uma demanda seja realizada. (BOONE, 2007 apud BUCKLIN, 1965; VAN HOEK, 2001).

Ferreira (2009) analisou a aplicação do conceito de *postponement* em empresas produtoras de suco de laranja, onde geralmente empresas desse segmento utilizam o conceito arbitrariamente pela necessidade natural do negócio. Nesse estudo, analisaram-se três empresas que utilizavam a estratégia pela experiência prática e mercadológica, uma técnica bastante utilizada pelas três empresas é o *postponement* de forma, que consiste em postergar ao máximo características finais do produto, como misturas, sabor, embalagens e rótulos. Dessa forma as empresas optaram por produzir o suco natural da laranja em suas plantas e vender para clientes que beneficiem esse suco com os detalhes finais desejados. Alguns fatores que levam as empresas a utilizarem esse conceito são as incertezas nas demandas, sazonalidade dos produtos, variação nos produtos finais, custo de produção, custos e formas de armazenamento.

Pinto *et al.* (2003) analisaram uma grande empresa fabricante de alimentos que nos últimos anos havia investido 25 milhões na construção de um centro de distribuição. Nesse empreendimento é utilizado um sistema de revisão contínua para gerenciamento dos estoques, através da análise estatística de dados históricos de demanda, a fim de definir estoque de segurança, estoque máximo, ponto de ressuprimento e quantidade a ser pedida. O principal problema da empresa está relacionado a prever a demanda, por se tratar de produtos comprados por impulso, considerado supérfluo, além disso, como a empresa é de porte nacional, um outro desafio é definir os níveis de estoques para particularidades de cada região, visto que a demanda nunca é linear.

3. METODOLOGIA

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Gil (2002), a pesquisa exploratória tem por objetivo proporcionar maior proximidade com o problema, com propósito de torná-lo o mais explícito possível. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, a ser feito de um modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. O estudo a ser desenvolvido foi classificado como exploratório, visto que pretende realizar uma pesquisa sistemática da situação problema, através de levantamento do caso, análise de dados e observações.

Quanto ao procedimento, a pesquisa a ser realizada se caracteriza como estudo de caso, visto que se encaixa na definição de Gil (2002), que diz que um estudo de caso é uma modalidade de pesquisa que consiste no estudo profundo e exaustivo de poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, visando explorar situações da vida real, preservar o caráter unitário do objeto estudado, descrever o contexto da situação, formular e desenvolver hipóteses sobre o caso. No estudo desenvolvido foi realizadas visitas presenciais, com objetivo de coletar subsídios para comparação do modelo atual, para que pudesse ser proposto um novo modelo e comparando seus resultados posteriormente.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO CASO A SER ESTUDADO

A distribuidora de alimentos estudada opera com o beneficiamento, envase e distribuição de produtos alimentícios. Os grupos de insumos são: Feijão, Açúcar, Milho, Farinha e Arroz. O processo se inicia com a compra de insumos dos produtores rurais. Ao entrar na planta fabril, essas matérias-primas são beneficiadas, passando por processo automático de peneiramento, polimento, ventilação e empacotamento em marca própria. Posteriormente, o produto acabado é destinado ao estoque, para quando for emitida uma ordem de carregamento ser encaminhado a expedição para carregamento nos caminhões e por fim, entregue aos clientes.

A empresa não possui um controle de estoques sólido, desencadeando problemas como atraso no atendimento dos pedidos, perda de matéria-prima, estoque ocioso, infestação por animais e produção parada por falta de matéria-prima. Segundo Antunes (2004), as indústrias de alimentos trabalham em sua maioria com a produção de itens perecíveis. A gestão dos estoques de matéria-prima e produtos acabados pode ser de grande complexidade, pois muitas vezes esses itens têm prazos de validade muito curtos. Além disso, o fato de muitas matérias-primas serem compradas direto de produtores rurais, precisam ser selecionadas e beneficiadas, o que representa uma necessidade de cuidado no manejo.

A falta de controle de estoques na empresa gera alguns problemas que são recorrentes, como o atraso na entrega, em alguns casos podendo chegar em até 20 dias, quando a expectativa do mercado é receber no prazo médio de 7 dias. A falta de matéria-prima para processamento desencadeia uma ruptura do fluxo de operações, gerando mais filas e atrasos de entrega. O desequilíbrio dos níveis de estoque causa também, por muitas vezes, perda de matéria-prima por diminuição das características de qualidade dos alimentos, geralmente ocorrendo pela compra excessiva de um produto que tem baixa demanda, fazendo com que o mesmo fique estocado por muito tempo.

Faroni e Silva (2008) comentam sobre os principais fatores de deterioração de grãos armazenados, dentre os quais: temperatura, quando em temperaturas mais baixas os grãos tem menor possibilidade de deterioração; umidade, altos teores de umidade favorecem o desenvolvimento de fungos, bactérias, ácaros, insetos, entre outros; disponibilidade de oxigênio, a ausência ou diminuição da disponibilidade de oxigênio tende a diminuir o desenvolvimento de agente deteriorantes; microrganismos, a presença de organismos e componentes vivos inerentes do ambiente, insetos, pássaros, fungos, bactérias, roedores, etc.

No processo de beneficiamento de produtos comprados diretamente de produtores rurais, muitos resíduos são gerados, através do processo de limpeza. Esses resíduos precisam de atenção especial da empresa, pois acabam afetando a condição sanitária do ambiente, tornando-o mais susceptível à infestação de insetos, problemas de higiene e espaço de armazenagem ocioso. Além disso é necessário um controle eficiente no aspecto de quantificar esses resíduos, para

serem ajustados como perdas de estoque, contabilizado nos custos e declarado ao fisco corretamente.

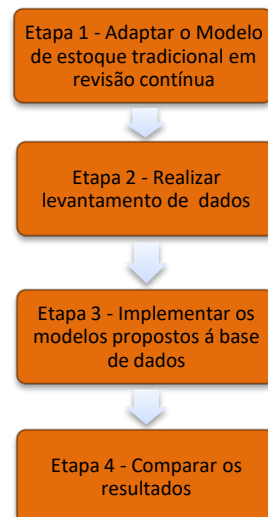
Compreende-se que os fatores que mais aceleram o envelhecimento de grãos alimentícios são umidade e temperatura elevados, o que pode ser resolvido utilizando-se de ambientes com atmosfera modificada e controlada (câmaras frias, ar-condicionado, etc.), porém essas opções podem representar um custo superior de manutenção gerando perda de competitividade. Dessa forma, o que se propõe é controlar esses fatores reduzindo a variável tempo de estocagem, o que além de reduzir as exposições do produto as condições mencionadas, também reduz o custo de capital alocado em estoques e perda de produtos por má qualidade.

3.3. PROCEDIMENTO E TÉCNICAS

Este estudo foi realizado seguindo uma sequência de cinco etapas propostas conforme descrito na Figura 1, a fim de atingir os objetivos propostos.

Primeiramente será realizada uma adaptação do modelo tradicional utilizando os conhecimentos de *bootstrap* adquiridos. Na sequência, será feito um levantamento dos dados do caso estudado, para que possa ser implementado o modo proposto, conforme a etapa 3. Por último, será realizada uma comparação dos resultados por meio de indicadores de eficiência que compare ambos os modelos, tradicional e adaptado.

Figura 1 - Método de Pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2021).

3.3.1. Adaptação do modelo de estoque tradicional

Foi proposto realizar adaptação do modelo revisão contínua tradicional utilizando o *bootstrap* como ferramenta de base, a fim de criar um modelo adaptado decorrente do modelo tradicional de gestão de estoques. Como já mencionado, o modelo tradicional pode não atender completamente a natureza probabilística dos dados estudados, gerando um resultado distorcido, por considerar a premissa dos dados serem paramétricos. Nesse modelo, a variabilidade do processo é controlada através do estoque de segurança, definido na equação (03), elemento definido a partir do nível de serviço desejado, considerando a normalidade dos dados. Dessa forma é interesse deste trabalho realizar alterações que venham a diminuir a limitação do modelo tradicional.

No modelo de revisão contínua tradicional, representado pela equação (01), temos que o ponto de ressuprimento é composto pelo consumo médio no período acrescido do estoque de segurança, apresentada pela equação (02), onde para calculá-lo é necessário definir um nível de serviço desejado, a fim de encontrar o desvio padrão da demanda. É sabido que para utilização dos artifícios matemáticos propostos no modelo tradicional é necessário partir da premissa que os dados seguem uma distribuição normal.

Assim, pretende-se estabelecer um modelo alternativo que reduza as limitações das premissas propostas pelo modelo tradicional. Para isso, será utilizado o *bootstrap* que, a partir da população de dados obtidos, dimensiona um limite superior e inferior, onde a média populacional dos dados está inserida entre esses limites.

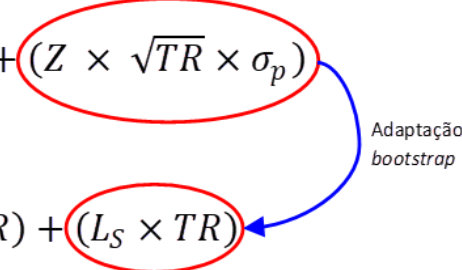
A título de adaptação do modelo, consideraremos que o limite superior multiplicado pelo tempo de ressuprimento representa o estoque de segurança *bootstrap*, visto que estamos dimensionando uma quantidade suficiente para suprir os imprevistos. A justificativa pela escolha do limite superior reside no fato dele oferecer maior segurança que os dados estarão inseridos nesse intervalo de confiança. Dessa forma, o ponto de ressuprimento do modelo adaptado foi calculado através do consumo médio, como descrito pela equação (01), assim como no modelo tradicional, porém para o cálculo do estoque de segurança foi

utilizada a técnica *bootstrap*, ao invés da equação (2). Esse esquema é representado na figura 2, onde L_s representa o limite superior *bootstrap*.

É importante destacar que o modelo adaptado pode ser utilizado para qualquer distribuição de probabilidade, ao contrário do modelo tradicional que tem como premissa a utilização em dados paramétricos para ser eficaz. Logo temos que o modelo adaptado se diferencia do modelo tradicional na proposta de cálculo do estoque de segurança.

Figura 2 - Esquema representativo de adaptação do modelo bootstrap.

$$PR_{tradicional} = (\bar{D} \times TR) + (Z \times \sqrt{TR} \times \sigma_p)$$

$$PR_{bootstrap} = (\bar{D} \times TR) + (L_s \times TR)$$


Fonte: Autoria própria (2021).

3.3.2. Levantamento de dados

Em relação ao levantamento de dados para aplicação do método proposto e posterior comparação, primeiramente foi realizada uma entrevista com o responsável pelo setor operacional da empresa para verificar as ferramentas de controle de dados que existem. A empresa utiliza um *software* ERP de gestão chamado Protheus veiculado pela empresa TOTVS que, conforme verificado, oferece os dados de entrada necessários para aplicação do modelo.

Através do *software* ERP disponível na empresa, foi gerado um relatório personalizado para cada produto comercializado, considerando os anos de 2018 e 2019 como período do estudo. Esse relatório contém as informações de código do produto, quantidade, data do pedido e preço unitário, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Relatório de demanda por data.

Produto	Quantidade	Preço Unitário	DT Emissao
1	50,00	58,00	02/01/2018
1	1,00	60,00	02/01/2018
1	50,00	57,00	02/01/2018
1	12,00	57,00	02/01/2018
1	10,00	58,00	03/01/2018
1	30,00	60,00	03/01/2018
1	100,00	58,00	03/01/2018
1	50,00	58,00	03/01/2018
1	20,00	58,00	03/01/2018

Fonte: Autoria própria (2021).

Como os dados do relatório foram disponibilizados por emissão de nota fiscal, foi necessário que estes fossem agrupados por dia e posteriormente os dias que não tiveram movimentações foi preenchido com 0 (zero) para que os cálculos fossem realizados com os valores coerentes.

Com essas informações, foi possível definir a demanda diária média, desvio padrão e preço unitário médio para aplicação do modelo. Através dos relatórios de demanda, constatou-se que quatro produtos representam 86% do faturamento da empresa. O quadro 2 apresenta a relação entre código e descrição do produto, utilizado para auxiliar na visualização.

O custo de estocagem foi parametrizado através do levantamento em entrevistas com a diretoria da empresa onde estimaram um custo de capital de 12% ao ano sobre o preço da mercadoria. Assim, utilizou-se esse referencial, além do preço unitário médio do produto, para cálculo do custo.

Quadro 2 – Relação de código e descrição do produto

COD	DESCRIÇÃO_PRODUTO
1	ACUCAR CRISTAL 30X1 KG - GRUPO I - CLASSE CRISTAL BRANCO - TIPO CRISTAL
11	ACUCAR CRISTAL EM SACO 50 KG
69	FEIJAO CARIOCA FD 10X1 - - CL CORES - GRUPO I - TP 01
70	FEIJAO MACASSAR FD 10X1 - CL CORES - GRUPO II - TP 01
71	FEIJAO PRETO FD 10X1 KG - CL PRETO - GRUPO I - TP 01

Fonte: Autoria própria (2021).

Como a empresa trabalha com a gestão por pedidos de compras, foi possível realizar o levantamento de uma média do *leadtime* no processo,

considerando-o como o tempo entre a solicitação de compras até a fabricação do produto acabado pronto à venda. Essa informação foi gerada pelo sistema de gestão da empresa considerando o período estudado. Os dados obtidos possibilitam a implantação dos modelos para mensurar os níveis de estoques adequados. Destaca-se que o modelo aqui utilizado definiu os estoques somente em função da variabilidade da demanda, desconsiderando nesse primeiro momento, a variabilidade no tempo de entrega.

Conhecendo os dados de preço unitário dos pedidos e custos de estocagem foi possível utilizar a equação (3) do LEC já apresentada, para calcular o lote econômico de compras para cada item.

3.3.3. Implementação dos modelos propostos

Os dados obtidos na etapa anterior foram tabulados utilizando planilhas eletrônicas, organizados em tabelas e ajustados para possibilitar a execução dos cálculos necessários, produto a produto. Primeiramente, os dados foram organizados de forma crescente por data de emissão da demanda, posteriormente foi realizado o somatório da demanda dos dois anos analisados, considerando que a empresa funciona de segunda-feira à sexta-feira, o período analisado compreende 507 dias úteis. Dessa forma, foi possível realizar a média diária de pedidos considerando a divisão da demanda total pelo período analisado. Através da planilha eletrônica foi possível também realizar o cálculo do desvio padrão dos dados.

Como o propósito da implementação para os dois modelos é de comparação, optou-se por utilizar o mesmo nível de serviço de 99% para ambos os casos, sendo estabelecido o fator de serviço (Z) como 2,325. Conforme mencionado, o tempo de ressuprimento médio foi obtido através do software de gestão de compras. Dessa forma, os dados necessários para realizar os cálculos foram: Demanda total, demanda média diária, preço unitário, desvio padrão e o tempo entre pedidos (tempo de ressuprimento). Em posse destes dados foi possível utilizar as equações (1) e (2) para cálculo do ponto de ressuprimento utilizando o modelo tradicional.

Por sua vez, o modelo adaptado *bootstrap* diferencia-se do modelo tradicional no cálculo do estoque de segurança. Logo, para realizar esse cálculo

no modelo adaptado, foi utilizado um algoritmo com linguagem de programação *JavaScript*, onde os valores de entrada foram o nível de confiança determinado de 99% e os dados de demanda diária levantados, conforme figura 3.

De acordo como já descrito no modelo *bootstrap*, o algoritmo retorna como resultado o limite superior e inferior dos dados, porém nesta utilização foi definido o limite superior como referência. Conforme Figura 2, utilizou-se do limite superior *bootstrap* e do tempo de ressuprimento para calcular o estoque de segurança *bootstrap*, que compõe o ponto de ressuprimento *bootstrap* para utilização nos modelos de simulação.

Com os principais dados do modelo de entrada já calculados, elaborou-se uma tabela para auxiliar na simulação e acompanhamento período a período o comportamento dos modelos. Os dados de entrada para simulação foram: data, quantidade demandada, chegada de pedidos e nível de estoque. A simulação foi realizada para cada produto e cada modelo. Cabe destacar que a chegada de pedidos é resultado do ponto de ressuprimento e LEC, pois estes definem momento e quantidade a ser pedida, respectivamente.

3.3.4. Comparação dos resultados

Com o propósito de comparar as duas propostas de gestão de estoques sugeridas, foram estabelecidos indicadores criados especificamente para o caso de estudo abordado. No quadro 3, os indicadores foram especificados conforme a sua utilização sendo eles: Nível de estoque, períodos com rupturas, quantidade total de rupturas, número de pedidos e custo total. Esses indicadores avaliam o período analisado, sendo este referente aos anos de 2018 e 2019, sendo transcorrido em 507 dias úteis no intervalo descrito.

Quadro 3 – Indicadores de desempenho

Indicador de desempenho	Legenda	Equação
Nível de estoque	Indicador refere-se ao nível médio de mercadorias mantidas em estoque no período analisado, pode-se chamar estoque médio.	$\frac{\sum Demanda\ total}{\sum Período\ analisado}$
Períodos com rupturas	Indicador refere-se à quantidade de dias em que faltou para atender a demanda real.	$\sum Dias\ de\ faltas$
Quantidade total de rupturas	Indicador refere-se à demanda total que deixou de ser atendida por falta de produto.	$\sum Demanda\ dias\ de\ faltas$
Número de pedidos	Indicador refere-se ao número de pedidos realizados no período.	$\sum Quantidade\ de\ pedidos$
Custo Total	Indicador refere-se ao custo total da política analisada. Considerando custo de estocagem, financeiro e de realização de pedidos.	$Custo\ de\ Lançamento + Custo\ de\ estocagem$

Fonte: Autoria própria (2021).

Os indicadores apresentados no quadro 3, foram selecionados e elaborados, através do conhecimento desenvolvido no estudo de caso e através do estudo literário apresentado. Vale salientar que o custo total considerado é teórico pois não inclui os custos de rupturas pela difícil mensuração do mesmo, o que será comentado de forma contextualizada posteriormente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. LEVANTAMENTO DE DADOS

Conforme os dados disponibilizados pela empresa, Figura 3, compilou-se a tabela 2, que apresenta um resumo dos principais dados necessários para etapas posteriores de comparação dos métodos analisados.

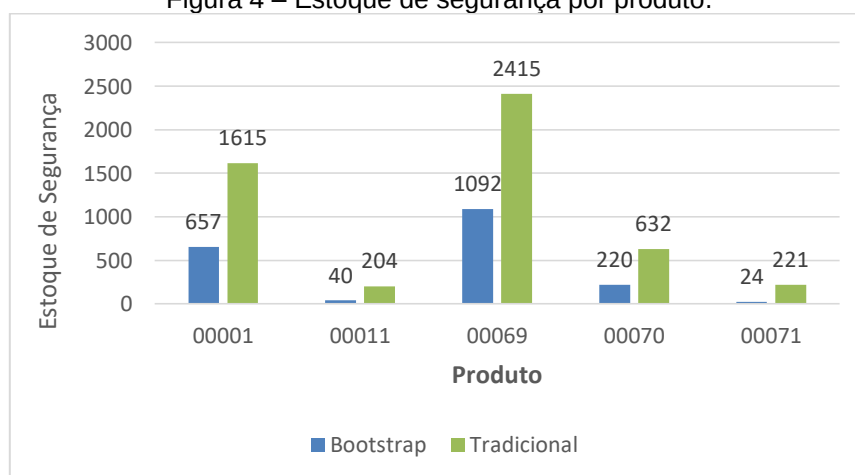
Tabela 2 – Dados necessários para simulação do modelo Bootstrap e Tradicional.

Código Produto	Demanda Total	Demanda Média diária	Preço Unitário	Desvio Padrão	Fator de serviço (Z)	Tempo de Ressuprimento	LEC
1	159415	218	R\$ 52,86	401	2,325	3	3545
11	14175	19	R\$ 86,03	62	2,325	2	829
69	132137	182	R\$ 36,37	424	2,325	6	3891
70	39890	55	R\$ 25,78	136	2,325	4	2159
71	6001	9	R\$ 35,66	55	2,325	3	837

Fonte: Autoria própria (2021).

A figura 4, apresenta o resultado do cálculo do estoque de segurança utilizando os dados apresentados na tabela 2.

Figura 4 – Estoque de segurança por produto.

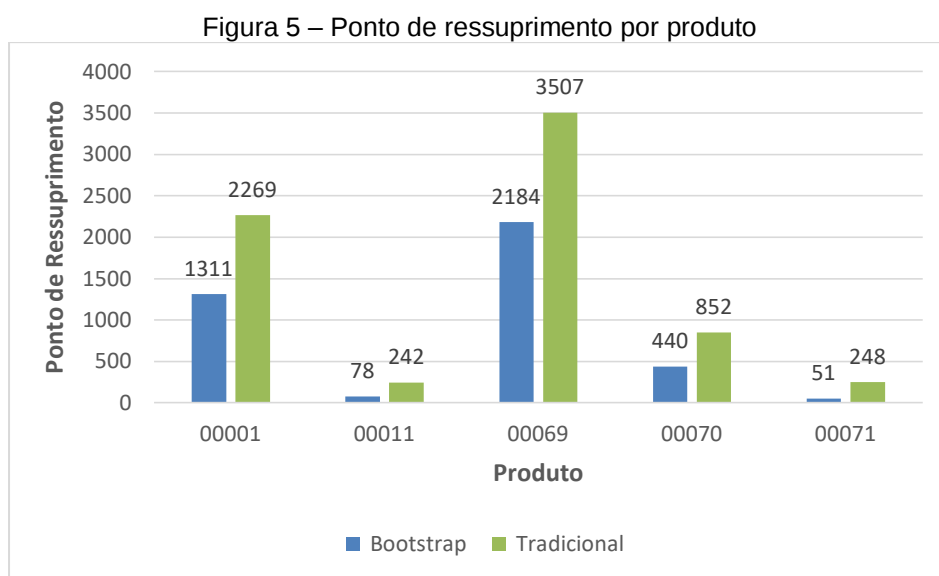


Fonte: Autoria própria (2021).

Por meio da figura 4, é possível perceber a diferença entre os dois modelos associado aos níveis de estoque de segurança para ambos os casos para cada produto. O modelo tradicional apresenta um estoque de segurança maior que o modelo que utiliza o *bootstrap*, gerando um suporte maior para atender oscilações

na demanda ou oferta dos produtos ao mesmo tempo que incorre no risco de deterioração de um volume maior do material estocado.

Como o estoque de segurança compõe uma parte do ponto de ressuprimento, este influencia diretamente no seu resultado, conforme ilustrado na figura 5.



Fonte: Autoria própria (2021).

Assim, constata-se que o modelo tradicional apresenta um ponto de ressuprimento mais elevado. Levando em consideração que o ponto de ressuprimento definirá o momento que será lançado um novo pedido, no modelo tradicional os pedidos são efetuados de forma antecipada em comparação ao modelo *bootstrap*, pois o pedido é lançado imediatamente quando o nível de estoque atinge o ponto de ressuprimento.

4.2. IMPLEMENTAÇÃO DOS MODELOS PROPOSTOS

A tabela 3 apresenta a simulação em planilha eletrônica do modelo tradicional considerando os dados obtidos na tabela 2 como parâmetros de entrada, os resultados apresentados estendem-se para os demais períodos do modelo de maneira análoga.

Tabela 3 – Simulação do Modelo tradicional para o produto 00001

Data	Demanda	Chegada	Nível de Estoque
01/01/2018	0	0	3545
02/01/2018	113	0	3432
03/01/2018	412	0	3020
04/01/2018	0	0	3020
05/01/2018	1147	0	1873
06/01/2018	0	0	1873
07/01/2018	0	0	1873
08/01/2018	486	0	1387
09/01/2018	806	0	581
10/01/2018	546	0	35
11/01/2018	206	0	-171
12/01/2018	64	3545	3310
13/01/2018	0	0	3310

Fonte: Autoria própria (2021).

Em continuidade, a tabela 4 apresenta a simulação para o modelo tradicional utilizando, também, os dados de entrada apresentados na tabela 2. Cabe salientar que, de forma análoga, a simulação realizada nas tabelas 3 e 4, foram realizadas para todos os produtos estudados.

Tabela 4 – Simulação do Modelo bootstrap para o produto 00001

Método <i>bootstrap</i> - Produto 00001			
Data	Demanda	Chegada	Nível de Estoque
01/01/2018	0	0	3545
02/01/2018	113	0	3432
03/01/2018	412	0	3020
04/01/2018	0	0	3020
05/01/2018	1147	0	1873
06/01/2018	0	0	1873
07/01/2018	0	0	1873
08/01/2018	486	0	1387
09/01/2018	806	0	581
10/01/2018	546	0	35
11/01/2018	206	0	-171
12/01/2018	64	3545	3310
13/01/2018	0	0	3310
14/01/2018	0	0	3310
15/01/2018	269	0	3041

Fonte: Autoria própria (2021).

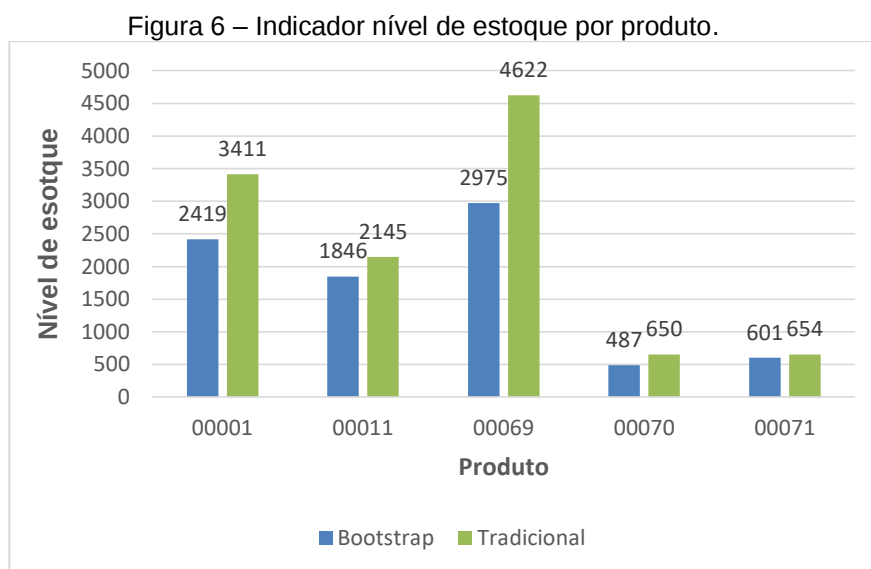
4.3. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

4.3.1. Comparativo dos resultados por indicador

4.3.1.1. Nível de estoque

O nível de estoque é um indicador importante pois está relacionado à eficiência da modelagem, teoricamente pode-se dizer que o nível de estoque ideal seria o que atendesse exatamente a demanda no período, dessa forma o modelo ofereceria o custo mínimo de estocagem.

A figura 6 apresenta o nível de estoque para cada produto analisado, identificado o modelo através da legenda.



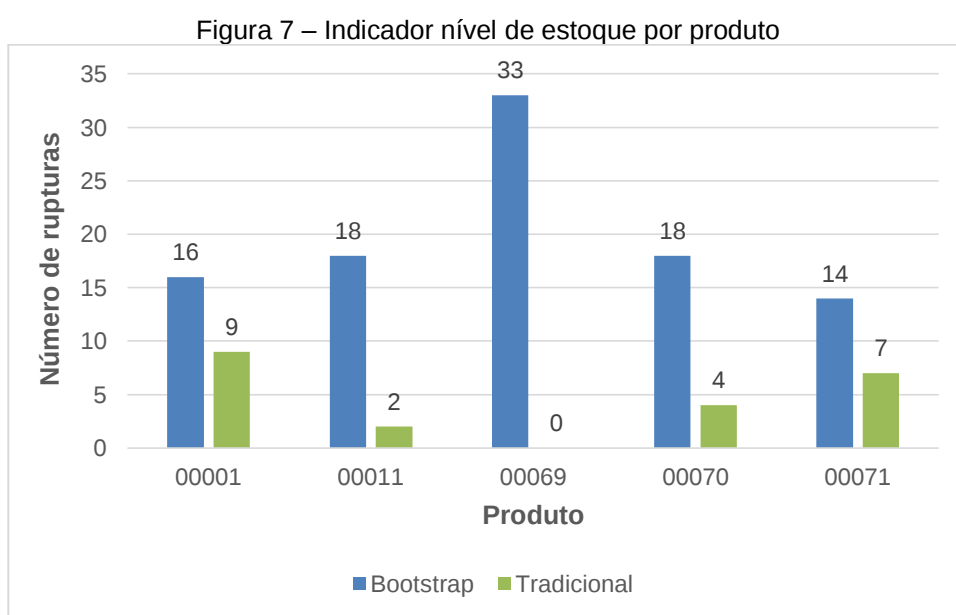
Fonte: Autoria própria (2021).

Pode-se avaliar que para os cinco produtos analisados o nível de estoque *bootstrap* se mostrou menor que o calculado através do método tradicional. Pode-se destacar que essa diferença se dá majoritariamente pela forma como é calculado o estoque de segurança em cada um dos modelos. Como o modelo tradicional parte da premissa de que os dados apresentam uma distribuição normal, este tende a apresentar uma previsão mais segura, visto seu maior estoque de segurança, porém mais excedente, figura 4. Já o modelo *bootstrap*

identifica e prevê a demanda de forma mais específica por analisar a demanda apresentada sem premissas.

4.3.1.2. Número de Rupturas

A figura 7 apresenta a quantidade de rupturas observadas por produto de cada modelo estudado. Destaca-se que o modelo deve ter um número de rupturas controlado, pois os pedidos que deixam de ser atendidos geram uma perda subjetiva para a empresa, portanto deve ser evitado ao máximo. Cada cliente que deixa de ser atendido pode encarar de uma forma diferente, portanto é um custo inestimável.



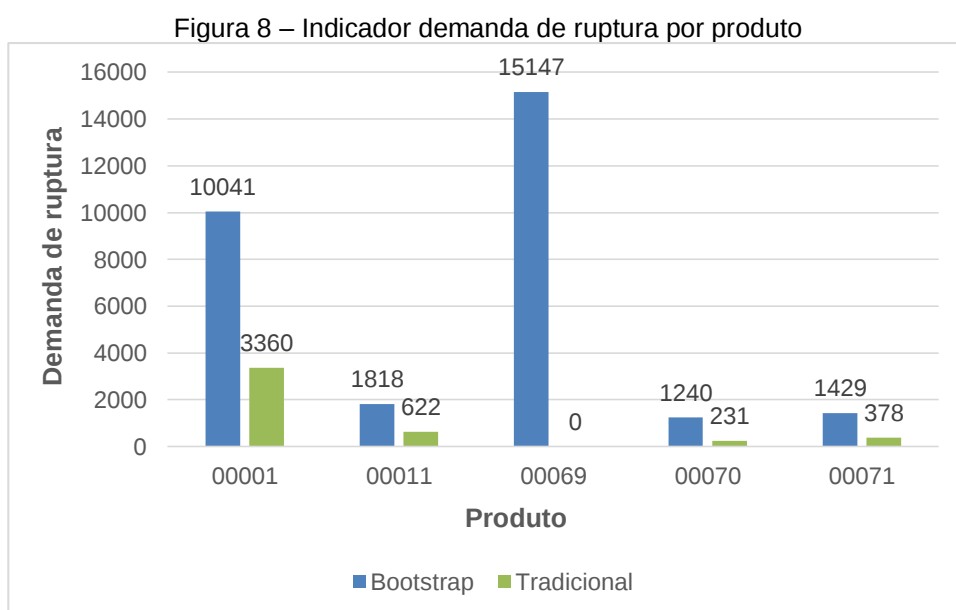
Fonte: Autoria própria (2021).

No gráfico apresentado pela figura 7, podemos avaliar que, para todos os produtos, o número de rupturas do modelo tradicional é significativamente inferior comparado ao modelo *bootstrap*, confirmando a hipótese de que a mensuração do estoque de segurança da forma tradicional traz mais segurança para a modelagem de estoques.

4.3.1.3. Demanda de Ruptura

Além de avaliar a quantidade de vezes em que a demanda não foi atendida, é importante também verificar a intensidade em que o modelo falhou ao atender a

demanda, ou seja, a quantidade de unidades do produto que deixou de ser atendida pelo modelo, apresentado na figura 8 como demanda de ruptura.



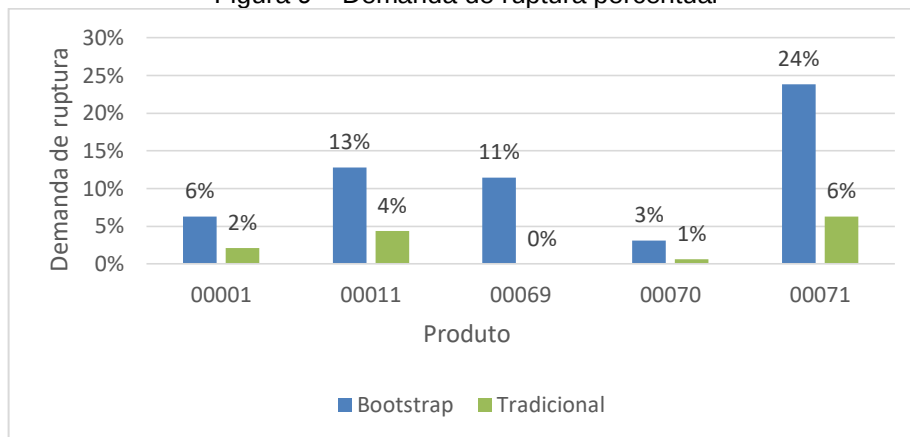
Fonte: Autoria própria (2021).

Analisando a figura 8, constata-se que o modelo *bootstrap* apresentou um número maior de falhas em atender a demanda comparado ao modelo tradicional, visto que para todos os produtos avaliados o modelo tradicional atendeu grande parte da demanda. Especificamente para o produto 00069 o resultado comparativo se mostrou fora da curva, onde o modelo *bootstrap* apresentou um valor exageradamente elevado de falhas enquanto o modelo tradicional atendeu toda a demanda do período, dispersando-se assim dos outros resultados do gráfico.

Como a demanda é uma série de dados temporal altamente variável os resultados não seguem uma definição lógica, devendo o modelo estar condizente com as variadas possibilidades dos dados.

Para melhor avaliar o impacto das falhas na demanda real do período, a figura 9 apresenta a demanda de ruptura em termos percentuais, que define a porcentagem de não atendimento da demanda, para cada produto e modelo proposto.

Figura 9 – Demanda de ruptura percentual



Fonte: Autoria própria (2021).

Inicialmente considerando que para o produto 00071 o resultado defasou consideravelmente, destacando ainda, que esse produto apresentou demanda total expressivamente menor que os outros, sendo a maioria dos dias de demanda nula, além de, apresentar certa sazonalidade nos dados, portanto, nesses casos é necessário cautela na utilização do *bootstrap*.

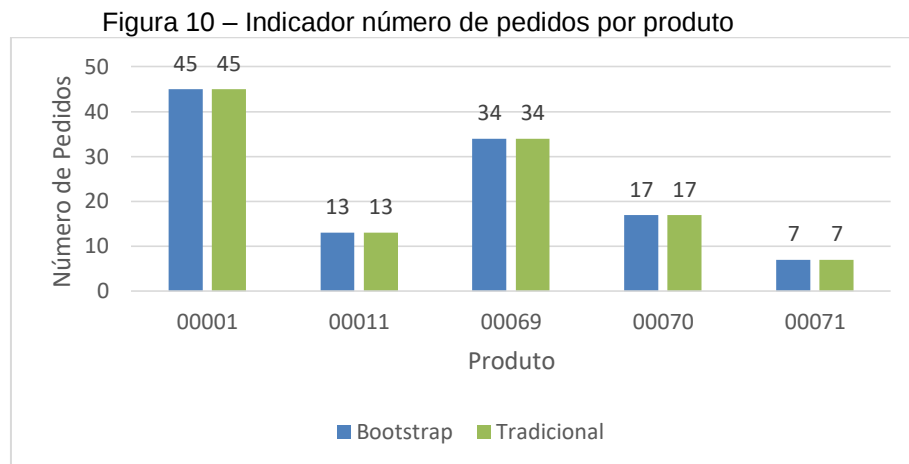
Dessa forma, desconsiderando os extremos, vemos que o modelo *bootstrap*, falhou em atender a demanda total em torno de 3% (três) a 13% (treze) por cento, já o modelo tradicional de 0% (zero) a 4% (quatro) por cento. Com esses valores, se torna mais fácil mensurar a fragilidade de cada modelo em atender a demanda.

Percebe-se então que os dois modelos apresentam falhas em atender a demanda efetivamente, o que é esperado, visto que o estudo realizado utiliza dados reais com características particulares para cada produto, onde um modelo padronizado dificilmente atenderá plenamente. Porém os indicadores apresentados, contribuem para que soluções possam ser ponderadas para prevenir essas falhas.

4.3.1.4. Número de pedidos

A figura 10 apresenta o resultado do indicador número de pedidos por produto, que para o caso estudado, foi o mesmo para os modelos comparados. A diferença entre os modelos se da no ponto de ressuprimento, que define o nível de

estoque onde será emitido um pedido e no LEC, que define a quantidade que será pedida. Entretanto essa diferença de parâmetros não influenciou na quantidade total de pedidos realizados entre os modelos.



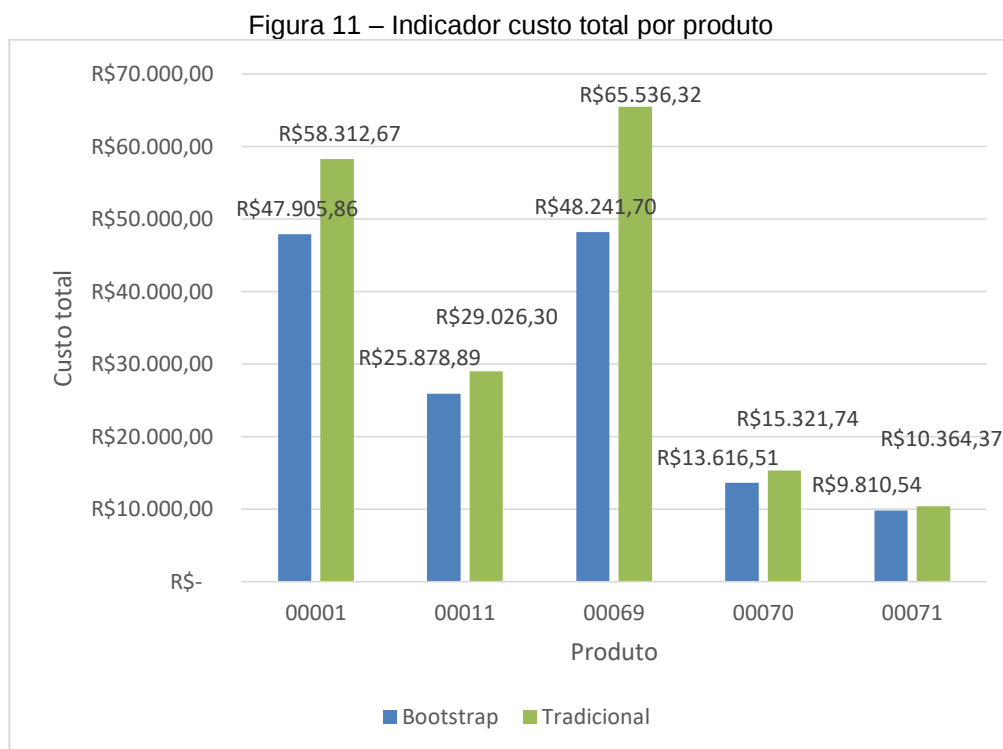
Fonte: Autoria própria (2021).

4.3.1.5. Custo total

O custo total é um indicador chave para comparação dos modelos, este representa a eficiência do modelo, pois representa qual modelo necessita de menos recursos alocados para atender a demanda.

A figura 11 apresenta o custo total para cada um dos produtos, separando-os por modelo analisado. O modelo *bootstrap* apresentou um custo total menor que o modelo tradicional em todos os casos analisados. Como o custo é composto basicamente pelo custo de lançamento mais estocagem, vimos que o número de pedidos foi igual para todos os casos, já o nível de estoque para o modelo *bootstrap* foi menor, dessa forma o custo total também será.

É importante comentar que o custo de rupturas existe, porém não foi calculado nesse estudo, é de grande complexidade mensurar o custo de não atender os pedidos e depende do contexto a ser analisado, portanto os comentários a respeito do custo de rupturas foram considerados na discussão dos resultados obtidos, preservando a subjetividade do contexto.



Fonte: Autoria própria (2021).

Constata-se que o método *bootstrap* trabalha com um estoque de segurança menor, apresentando uma menor quantidade de produtos mantidos ociosos, o que gera uma economia em relação ao modelo tradicional. Visualizando os resultados da simulação apresentados e a figura 11, o custo total para o modelo *bootstrap* somando todos os produtos foi de R\$ 145.453,50 e de R\$ 178.561,40 para o modelo tradicional. Logo, o modelo *bootstrap* gerou uma economia no período de dois anos analisados de R\$ 33.107,90, uma economia de 18,54% em relação ao modelo tradicional.

4.4. DISCUSSÃO GERAL

Realizando uma análise geral dos modelos comparados, pode-se avaliar alguns indicadores que geraram mais substrato de informações. Buscando comparar ambos os modelos, de maneira objetiva, o indicador custo total e quantidade total de rupturas percentual, podem ser comparados entre si para gerar algumas observações interessantes.

Os principais contrapontos avaliados entre os modelos foram relacionados ao não atendimento da demanda, no caso as rupturas e o custo total. Onde o modelo tradicional apresentou menos falhas no atendimento da demanda, porém o modelo *bootstrap* apresentou um custo menor, dessa forma é importante avaliar mais a fundo tais indicadores.

Conforme já mencionado, o modelo *bootstrap* apresenta uma economia de 18,54% em relação ao modelo tradicional, esse parâmetro pode ser comparado aos valores apresentados na figura 9. Onde vemos que os percentuais de ruptura para o modelo *bootstrap* variam de 3% a 13% e para o modelo tradicional de 0% a 4% (quatro).

Dessa forma, observa-se que os dados apresentam uma variação expressiva, cabendo assim apelarmos para uma interpretação mais subjetiva da situação e da realidade de cada contexto analisado. A depender do objetivo de cada instituição, setor ou até mesmo produto, pode-se optar pela economia de 18,54% aceitando uma variação de 3% (três) a 13% (treze) por cento de falhas em atender a demanda, ou não economizar esse percentual e reduzir as falhas para de 0% (zero) a 4% (quatro) por cento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento empírico é de extrema importância na tomada de decisões estratégica das empresas e quando associado a análise sistemática gera um diferencial competitivo para a organização. Logo, a gestão de estoques é uma estratégia que gera relevantes benefícios, como redução de custos e eficiência em atendimento da demanda. Em contraponto os modelos tradicionais propostos na maioria das literaturas determinam premissas que prejudicam aplicabilidade da gestão de estoques no contexto empresarial. Na prática é visto que por muitas vezes a demanda por produtos tem uma grande variabilidade determinada pelo mercado consumidor, o que limita a utilização de modelos restritos.

Esse estudo utilizou dados de demanda reais de uma distribuidora de alimentos situada no estado do Rio Grande do Norte de pedidos emitidos nos anos de 2018 e 2019, coletando informações de data, quantidade, produto e preço unitário.

Os resultados levantados demonstraram que no aspecto de atender a demanda total do período, ocorrendo menos rupturas de estoque e pedidos não atendidos, o modelo tradicional apresentou melhor resultado, mantendo um nível de estoque de segurança mais conservador. Já em relação a economia de recursos, o modelo *bootstrap* se sobressaiu, oferecendo um nível de estoque mais próximo do necessário efetivamente, ou seja, menos produtos excedentes, dessa forma, o modelo *bootstrap* apresentou uma economia no custo total de 18,54% em relação ao modelo tradicional.

Portanto o estudo reforça a perspectiva subjetiva do manejo de estoques, onde as ferramentas apresentadas na literatura precisam ser analisadas pelo gestor de estoques, para que juntas possam oferecer um resultado eficiente para cada caso particular. No estudo apresentado, verifica-se vantagens e desvantagens em ambos os modelos, onde o modelo *bootstrap* mostrou-se melhor para empresas que necessitam manter os estoques enxutos e consideram importante uma economia de capital em detrimento de maior possibilidade de ruptura de estoques, ou até mesmo, possam optar por outros dimensionamentos, que associados a este que minimizem essas falhas. Já o modelo tradicional adequa-se a empresas que necessitam ter a mínima possibilidade de falhas em

atendimento da sua demanda, por exemplo, casos onde existem contratos que a empresa pode ser multada no atraso dos pedidos.

Logo, é interessante que futuros estudos sejam desenvolvidos justamente nas lacunas apresentadas por ambos os modelos, pode-se avaliar a utilização das duas estratégias em conjunto chegando a um resultado mais equilibrado entre nível de estoques e rupturas de demanda, podendo também as ferramentas apresentadas no estudo serem associadas com outros modelos de gestão de estoques. Foi comentado no trabalho sobre a sazonalidade dos dados, portanto, cabe a recomendação de aplicação dos modelos em outros setores da indústria, até mesmo que não seja do segmento de alimentos, para verificação da sensibilidade dos modelos a variabilidade dos dados.

Por fim, proponho que outros trabalhos desenvolvam a visão subjetiva dos estoques, avaliando o custo das falhas de não atendimentos dos pedidos, como isso impacta a rotina da empresa nos diferentes setores.

REFERÊNCIAS

ABIA, Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. **Relatório Anual 2018**. Disponível em: <<https://www.abia.org.br/vsn/anexos/faturamento2018.pdf>>. Acesso em: 10 de setembro de 2019.

ALTMAN, D. G. **Practical statistics for medical research**. CRC press, 1990.

ANTUNES, Adriana Lacerda. **Sistemática para apoiar o planejamento e a gestão de estoques em indústrias de alimentos: o caso da masterfoods**. 2004. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia - Ênfase em Logística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BOONE, Christopher A.; CRAIGHEAD, Christopher W.; HANNA, Joe B. **Postponement: an evolving supply chain concept**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2007.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER M. B.; BOWERSOX J. C. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: AMGH, 2014.

COELHO S. R. M.; PRUDENCIO S.H.; NOBREGA L. H. P.; LEITE C. F. R. **Alterações no tempo de cozimento e textura dos grãos de feijão comum durante o armazenamento**. Ciência e Agrotecnologia, v. 33, p. 539-544, 2009.

CORRÊA, H. L; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações. Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CORRÊA, Henrique; GIANESI, Irineu. **Just in Time, MRPII e OPT: Um enfoque estratégico**. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

EFRON, B; TIBSHIRANI, R. J. **An introduction to the bootstrap**. CRC press, 1994.

FARONI, L. R. A.; SILVA, J. S. **Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados: Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: 2. ed. Aprenda Fácil, p. 371-406, 2008.

FERREIRA, K. A. **Uma estrutura conceitual para a aplicação do postponement: estudo multicaso em empresas da indústria de alimentos**. Tese (Doutorado em Engenharia de produção) Programa de pós-graduação em engenharia de produção da Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. p.203. 2009.

FERGUSON, Mark; JAYARAMAN, Vaidy; SOUZA, Gilvan C. Note: **An application of the EOQ model with nonlinear holding cost to inventory management of perishables**. European Journal of Operational Research, v. 180, n. 1, p. 485-490, 2007.

FERRAES N, F.; KUEHNE JUNIOR, M. Logística empresarial. **Coleção Gestão Empresarial**. São Paulo: Ed. Gazeta do Povo, v. 2, p. 39-50, 2002.

GARCIA, Eduardo Saggioro et al. **Gestão de Estoques**: Otimizando a Logística e a Cadeia de Suprimentos. Rio de Janeiro: E-papers, 2006. 124 p.

GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; DE BIAZZI, Jorge Luiz. Gestão estratégica dos estoques. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 46, n. 3, p. 290-304, 2011.

GIL, Antônio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOUVEIA, Flávia. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. **Inovação Uniemp**, v. 2, n. 5, p. 32-37, 2006.

HARIGA, Moncer; HAOUARI, Mohamed. **An EOQ lot sizing model with random supplier capacity**. International Journal of Production Economics, v. 58, n. 1, p. 39-47, 1999.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018**. Disponível em:

<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/8cfb31944ce83176b89b588ce541252e.pdf>. Acesso em: 10 de Setembro de 2019.

KOTTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de Marketing**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

LEONARDI, Alex; DABDAB WAQUIL, Paulo; MISSIO, Fabrício José. A DINÂMICA DO EMPREGO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NO BRASIL: UMA ANÁLISE A PARTIR DA CONJUNTURA MACROECONÔMICA (2002-2011). **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 17, n. 32, 2015.

MACHLINE, Claude. Inflação e lote econômico de compra. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 46-56, 1992.

MARTÍNEZ, E. Z.; LOUZADA NETO, Francisco. Estimacão intervalar via bootstrap. **Revista de Matemática e Estatística**, v. 19, p. 217-251, 2001.

MARTINEZ, W. L.; MARTINEZ, A. R. **Computational statistics handbook with MATLAB**. Chapman and Hall/CRC, 2001.

MONTEIRO, Carlos A. Nutrition and health. The issue is not food, nor nutrients, so much as processing. **Public health nutrition**, v. 12, n. 5, p. 729-731, 2009.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 624 p.

NOVAES, Antonio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção**: Operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

PEREIRA, Moacir. O uso da curva ABC nas empresas. **São Paulo**, 1999.

Pinto, P. A. V., Pereira, M. M. A., Romagnh, M. J. F., & Nossa, V. **Gestão Estratégica de Estoques**: o caso de uma Indústria de Alimentos no Estado do Espírito Santo. Anais Do Congresso Brasileiro De Custos - ABC. Guarapari, out. 2003. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/2587>. Acesso em: 20 jul. 2020.

RATTNER, Henrique. Aspectos econômicos e tecnológicos da indústria de alimentos brasileira. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 17-36, 1978.

RECHATIKO, E. S.; LEMOS, F. S. Comparação de Políticas de Revisão Contínua e Periódicas de Estoques com Apoio de métodos de Previsão de Demanda. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)**, v. 6, 2016.

ROSA, H.; MAYERLE, S. F.; GONÇALVES, M. B. Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação. **Production**, [s.l.], v. 20, n. 4, p.626-638, 12 nov. 2010.

SATO, Geni Satiko. DESEMPENHO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ALIMENTOS PÓS-PLANO REAL. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.34, n.1, jan. 2004

SILVA FILHO, Augusto Sousa. **Inferência em pequenas**: bootstrap método. Revista de Ciências exatas e tecnologia, v. 5, n. 5, pág. 115-126, 2010.

SINGH, Jaywant; EHRENBERG, Andrew; GOODHARDT, Gerald. Stock-Keeping Units: Examining Patterns of Buyer Behaviour. **Anzmac**: Visionary Marketing for the 21st Century: Facing the Challenge, Londres, p.1185-1191, 2000.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.

SOUZA, Ludmila Cerqueira. **O Uso Do ERP (*Enterprise Resource Planning*) E Seu Impacto na Gestão de Suprimento em Empresas da Indústria de Alimentos processados**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, SÃO Carlos, 2005.

WANKE, P.; SALIBY, E. Proposta para a Gestão de Estoques de Novos Produtos: Solução do Modelo (Q, r) para a Distribuição Uniforme da Demanda e do Lead-time de Suprimento. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 1, p. 1-20, 2005.