

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

THAIS PEDERSINI

PROPOSTA DE MODELO DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES
DE EMBALAGENS EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS

BENTO GONÇALVES

2019

THAIS PEDERSINI

**PROPOSTA DE MODELO DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES
DE EMBALAGENS EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Bergmann
Borges Vieira

BENTO GONÇALVES

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

P371p Pedersini, Thais

Proposta de modelo de gerenciamento de estoques de embalagens
em uma indústria de bebidas / Thais Pedersini. – 2019.

69 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa
de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2019.

Orientação: Guilherme Bergmann Borges Vieira.

1. Controle de estoque - Avaliação. 2. Logística empresarial. 3.
Administração de material - Modelos matemáticos. 4. Bebidas -
Indústria. I. Vieira, Guilherme Bergmann Borges, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 658.7

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Ana Guimarães Pereira - CRB 10/1460

THAIS PEDERSINI

**PROPOSTA DE MODELO DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES
DE EMBALAGENS EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul.

Aprovado em 17/12/2019

Banca Examinadora

Prof. Dr. Carlos Honorato Schuch Santos
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Prof. Dr. Roberto Birch Gonçalves
Universidade de Caxias do Sul (UCS)

Prof. Dr. Gabriel Vidor
Universidade de Caxias do Sul (UCS)

Dedico este trabalho à minha
família, minha maior força.

RESUMO

O gerenciamento de estoques é uma das atividades de maior relevância e desafio em qualquer organização fabril, pois converge em tática estratégica para a otimização do processo logístico, considerando o tempo de distribuição física e o nível de atendimento ao cliente. Desde o século 20, diversos métodos matemáticos para a otimização dos estoques foram desenvolvidos, tendo como foco principal a definição do volume de estoque a ser mantido e da periodicidade de reposição de materiais. Inserida nesse contexto, esta pesquisa aborda a solução de um problema prático de gestão de estoques em uma indústria de bebidas, com vistas a otimizar os recursos da empresa, levando em consideração as diretrizes estabelecidas pela mesma e as boas práticas identificadas na literatura. O estudo segue abordagem quali-quantitativa, sendo operacionalizado mediante pesquisas documentais a fim de analisar os processos na tomada de decisão na empresa e seus impactos na gestão de estoques, considerando o comportamento da demanda, os níveis de estoque existentes e os custos atrelados aos mesmos. A partir dessas análises e tendo como base os conceitos compreendidos na revisão de literatura, é feita a proposição de um modelo de gerenciamento de estoques para a empresa e são comparados os resultados da atual gestão de estoques na organização com os potenciais resultados a serem obtidos com a implementação do modelo proposto. Os resultados obtidos indicam que o modelo proposto é de viável aplicação, possibilitando reduções expressivas tanto no volume quanto no custo de estoque, além da manutenção do nível de serviço.

Palavras-chave: Gerenciamento de estoques. Proposição de Modelo. Setor de alimentos.

ABSTRACT

Inventory management is one of the most relevant and challenging activities in any manufacturing organization, as it converges on strategic tactics to optimize the logistics process, considering the physical distribution time and the level of customer service. Since the 20th century, several mathematical methods for inventory optimization have been developed, with the main focus on defining the volume of inventory to be maintained and the periodicity of material replacement. Inserted in this context, this research addresses the solution of a practical problem of inventory management in a beverage industry, with a view to optimizing the company's resources, taking into account the guidelines established by it and the good practices identified in the literature. The study follows a qualitative and quantitative approach, being operationalized through documentary research in order to analyze the decision making processes in the company and their impacts on inventory management, considering the demand behavior, existing inventory levels and the costs associated with them. Based on these analysis and on the concepts included in the literature review, an inventory management model was proposed for the company. The results of the current inventory management in the organization was then compared with the potential results to be obtained with the implementation of the proposed model. The obtained results indicated that the proposed model is viable, allowing significant reductions in both the inventory volume and cost, besides the maintenance of service level.

Keywords: Inventory management. Model Proposition. Food Sector.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Sistema de estoque no período T | 25 |
| Figura 2 - Quantidade de publicações por ano | 31 |
| Figura 3 - Quantidade de publicações por país..... | 32 |
| Figura 4 - Quantidade de publicações por periódico | 33 |
| Figura 5 - Setores de aplicação..... | 33 |
| Figura 6 - Quantidade de publicações por modelo | 34 |
| Figura 7 - Desempenho da demanda | 52 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Síntese dos modelos | 40 |
| Quadro 2 - Aderência dos modelos | 41 |
| Quadro 3 - Classificação de embalagens | 45 |
| Quadro 4 - Produtos da empresa..... | 45 |
| Quadro 5 - Procedimentos de coleta x análise de dados..... | 45 |
| Quadro 6 - Detalhamento dos dados coletados e analisados por etapa | 46 |
| Quadro 7 - Plano de implementação..... | 56 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Custos de aquisição | 49 |
| Tabela 2 - Representatividade dos produtos em 2018..... | 49 |
| Tabela 3 - Classificação ABC | 50 |
| Tabela 4 - Demanda mensal | 51 |
| Tabela 5 - Estatísticas da demanda..... | 52 |
| Tabela 6 - Desvios padrões por item | 53 |
| Tabela 7 - Item x método de previsão | 54 |
| Tabela 8 - Modelo proposto..... | 54 |
| Tabela 9 - Comparativo cenário real x simulado..... | 55 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO | 13 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA TEÓRICA..... | 15 |
| 1.3 JUSTIFICATIVA PRÁTICA..... | 16 |
| 1.4 QUESTÃO DE PESQUISA | 17 |
| 1.5 OBJETIVOS..... | 17 |
| 1.5.1 Objetivo geral..... | 17 |
| 1.5.2 Objetivos específicos..... | 17 |
| | |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 18 |
| 2.1 GESTÃO DE ESTOQUES..... | 18 |
| 2.2 ADMINISTRAÇÃO ORIENTAL <i>VERSUS</i> OCIDENTAL..... | 19 |
| 2.3 FUNÇÃO LOGÍSTICA DAS EMBALAGENS | 20 |
| 2.4 MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUES | 21 |
| 2.4.1 Classificação ABC..... | 21 |
| 2.4.2 Lote econômico de compras..... | 22 |
| 2.4.3 Modelos de revisão contínua..... | 23 |
| 2.4.4 Modelos de revisão periódica..... | 25 |
| 2.4.5 Estoque de segurança | 28 |
| 2.4.6 Modelos avançados | 28 |
| 2.5 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA SOBRE MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUES..... | 29 |
| 2.5.1 Análise bibliométrica..... | 30 |
| 2.5.2 Análise de conteúdo | 33 |
| | |
| 3. MÉTODO..... | 43 |
| 3.1 MÉTODO DE PESQUISA..... | 43 |
| 3.2 MÉTODO DO TRABALHO..... | 44 |

| | |
|---|-----------|
| 4. RESULTADOS | 48 |
| 4.1 DESCRIÇÃO DOS DADOS | 48 |
| 4.1.1 Classificação ABC | 48 |
| 4.1.2 Gerenciamento de pedidos de compra | 50 |
| 4.1.3 Demanda | 51 |
| 4.2 PROPOSIÇÃO DO MODELO | 53 |
| 4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 55 |
| 4.4 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO | 56 |
| | |
| 5. CONCLUSÕES | 58 |
| 5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS | 59 |
| | |
| REFERÊNCIAS | 60 |
| | |
| APÊNDICE A – REFERÊNCIAS UTILIZADAS NA REVISÃO SISTEMÁTICA | 65 |

1. INTRODUÇÃO

A administração de materiais está entre um dos fatores críticos para o desenvolvimento das atividades nas organizações (LIBRANTZ et al. 2010). Izidoro (2016) considera a logística empresarial eficiente no momento em que o gerenciamento de materiais se torna integrado, atrelado ao tempo de distribuição física dos produtos e considerando o nível de serviço aos clientes. Logo, os estoques não têm apenas caráter operacional, mas convergem em tática que permite a otimização dos processos de distribuição.

Catapan et al. (2014) definem sinteticamente como propósitos dos estoques: i) garantir a atividade da empresa, a fim de neutralizar impactos do tempo e de falhas no fornecimento; e ii) viabilizar economias de escala através da compra ou produção de lotes econômicos, permitindo também a execução de processos de manufatura flexíveis. As teorias acerca do tema genericamente discorrem sobre a possibilidade de definir uma quantidade ótima de estoque de cada produto da empresa, tomando-se como base uma adequada previsão de demanda (DIAS, 2010).

Pode-se afirmar que os estoques são um elemento do processo logístico que, se mal gerenciado, pode gerar grandes perdas à organização. Luna e Viana (2016) observam que a manutenção de altos níveis de estoque é compreendida como alternativa para minimizar tempos de entrega, porém é necessário levar em consideração também os custos financeiros (armazenagem, valor empenhado) e a eventual perda de qualidade (deterioração, perda de vida útil) ao se adotar essa estratégia. Souza e Pires (2014) complementam que o custo do capital evidencia o *trade-off* entre os níveis de estoques e de atendimento à demanda.

Dado esse contexto, fica evidente a importância da determinação de uma estratégia de gerenciamento de estoques. Morais (2015) define políticas de estoque como estratégias de dimensionamento e reposição dos estoques, considerando o gênero do produto, sua relevância no processo e a complexidade em sua aquisição.

De acordo com Lenard e Roy (1995), a administração de estoques tem sido estudada desde 1913, com a modelagem da fórmula do lote econômico de compras, estabelecida por Harris. Librantz et al. (2010) observam que os modelos de estoque, comumente, fundamentam-se na modelagem matemática para a estimativa de parâmetros. A aplicação de métodos de programação matemática tem o desígnio de estabelecer a direção de busca da estratégia de solução. Librantz et al. (2010) afirmam ainda que a complexidade na determinação de soluções acarreta uma lacuna entre a teoria e a execução prática nas empresas, evidenciando uma

dificuldade no processo de otimização do gerenciamento de estoques. Isso sugere que os modelos de gerenciamento de estoques a serem propostos para as organizações sejam, por um lado, capazes de resolver os problemas identificados e, por outro, simples o suficiente para serem implementados e utilizados pelas mesmas.

Ainda em relação aos parâmetros para gerenciamento de estoques, Guerra (2009) defende o pressuposto de que, para itens de maior complexidade, o processo de determinação deva ser multicritério nas funções logísticas. Guerra (2009) complementa que os responsáveis pelas compras tenham segurança e clareza quanto à análise do processo, caso contrário, a identificação do valor do parâmetro torna-se subjetiva, sem aderência ao sistema.

Frente ao exposto, mesmo que a literatura apresente numerosos estudos sobre o tema (mais de 2000 resultados obtidos na base *Science Direct* pela combinação dos termos de busca *stock management + models*), muitas empresas ainda têm dificuldade em mensurar suas reais necessidades de abastecimento e todos os custos atrelados à manutenção dos estoques. Empresas que, mesmo sem um gerenciamento de estoques efetivo, conseguem manter sua competitividade apresentam maior dificuldade na identificação de tal oportunidade de melhoria. Esse é o caso da empresa estudada na presente dissertação, que não se detém a modelos específicos de gerenciamento de estoques, mantendo uma estratégia de estoque que se fundamenta em garantir a máxima disponibilidade de itens.

Tendo em vista as considerações apresentadas, esta pesquisa aborda a solução de um problema prático de gestão de estoques através da proposição de um modelo de gerenciamento com vistas a otimizar os recursos de uma indústria de bebidas não alcoólicas localizada no Vale do Taquari.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A história da evolução logística pode ser compreendida segundo quatro fases distintas: i) atuação segmentada; ii) integração rígida; iii) integração flexível; e iv) integração estratégica (NOVAES, 2007). A seguir relata-se a caracterização de cada período.

A concepção logística parte de um momento inicial em que suas atividades eram totalmente fragmentadas, sendo de responsabilidade de diferentes setores em uma organização (BALLOU, 2006). Nesse sentido, na primeira fase de desenvolvimento da logística, cada atividade era desenvolvida com distintas percepções e objetivos, gerando conflitos e inibindo a satisfação do cliente. Esta compreensão era a vigente no início do século XX.

O período de integração rígida, segunda fase de evolução da logística, de acordo com Novaes (2007), é marcado pela demanda da sociedade por produtos diferenciados. A variedade de produtos acarretou na administração de maiores volumes de estoques e, conseqüentemente, a busca pela otimização de sua gestão. Szabo (2015) observa que a publicação de pesquisas que propuseram a viabilidade da diminuição de custos atrelados à manutenção de estoques, elevando custos de transporte, é elementar na demarcação do segundo período de evolução da logística. Institui-se nesse período o conceito de custo total, expressivo na assimilação da logística como uma área integrada. Porém, a centralização de decisões referentes a estoques, produção e distribuição, aliada à nova demanda por produtos diversificados, passou a gerar uma demora no fluxo de informações, dificultando a administração logística.

Marcada pela expansão do uso de softwares de gestão pelas empresas, a fase de integração flexível, de acordo com Novaes (2007), permitiu acelerar a comunicação entre setores e, conseqüentemente, a tomada de decisão. As empresas com maior propensão a aceitar mudanças e se adaptar a elas obtiveram maior vantagem frente aos concorrentes. Ballou (2006) e Izidoro (2016) afirmam que esse período se caracteriza pela intensificação na visão integrada das atividades logísticas internas, com direcionamento estratégico e ênfase no gerenciamento de suprimentos e distribuição física, e pelo desenvolvimento de processos de produção avançados, surgindo o conceito de planejamento logístico global.

Tendo em vista a transição do caráter operacional para estratégico, Novaes (2007) identifica a atual fase logística como integração estratégica. O gerenciamento de cadeias mais amplas, mapeadas para o desenvolvimento de parcerias e para viabilizar o planejamento logístico global, caracteriza o quarto momento da evolução logística (IZIDORO, 2016). Bowersox, Closs e Cooper (2007) afirmam que a logística integrada por processos com foco estratégico é o resultado de um ambiente composto por equipes motivadas a maximizar seu desempenho e a produtividade de suas organizações, tendo como base o rápido compartilhamento de informações. A tecnologia da informação transforma-se na base da estrutura da organização, minimizando a hierarquia rígida e o conflito de interesses.

A organização em que esta pesquisa é desenvolvida apresenta características da terceira fase logística: setores propensos a aceitar e incorporar mudanças e também integrados, de forma a manter uma comunicação rápida e eficiente. É notável sua expectativa por contínua melhora na organização das atividades logísticas e o desejo de estar alinhada às práticas em cadeias logísticas integradas já que atua no mercado de bebidas não alcoólicas há recentes 11 anos.

A associação de parcerias e a qualidade de seus produtos são as principais razões para seu crescimento. Inicialmente a empresa detinha todas as atividades em sua planta, desde a inspeção de matéria-prima, recebimento, processamento, envase e venda do produto. Com um aumento nas suas expectativas de vendas, a empresa optou por terceirizar com uma empresa parceira a sua produção e envase, ficando a empresa com as operações comerciais, administrativas e logísticas. Naquele momento não era viável o aumento na própria capacidade produtiva devido à instabilidade no mercado, não garantindo retorno sobre um investimento alto que precisaria ser feito. Com o passar do tempo, equilibrando a demanda e a empresa se tornando mais sólida no mercado optou-se pela construção de uma linha de envase, permanecendo terceirizada a produção.

Atualmente a empresa pretende evoluir em seus processos administrativos, sendo o gerenciamento de estoques uma oportunidade de qualificar a administração dos recursos financeiros. Nesse sentido, salienta-se que, atualmente, a empresa não possui um modelo definido de gestão de estoques de embalagens, em que seus procedimentos não são executados a partir de um embasamento coerente com as práticas logísticas. Os itens de embalagens correspondem a 44,8% do custo do produto, sendo o suco (matéria-prima) o item de maior representatividade no custo final no produto acabado (51,5%). No entanto, como o suco é proveniente de safra, este estudo limita-se ao gerenciamento de embalagens.

1.2 JUSTIFICATIVA TEÓRICA

Desde 1950, o gerenciamento de estoques tem sido um tema recorrente nos estudos acadêmicos, gerando um volume considerável de publicações. As pesquisas realizadas sobre esse assunto convergem na proposição de metodologias apropriadas para a determinação de modelos ótimos de estoque, bem como para a análise do desempenho da administração de materiais.

Favaretto, Lima e Scheidegger (2013), através de pesquisa bibliométrica, analisaram estudos sobre gestão de estoques publicados no período de 2004 a 2013 nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo*. Os resultados da busca de Favaretto, Lima e Scheidegger (2013) evidenciam que, mesmo com os primeiros estudos tendo sido publicados em torno do ano de 1950, a maior parte das pesquisas (61%) foi publicada a partir de 2004, e 88% das pesquisas publicadas até 2013 concentrou-se nos 20 anos anteriores. A partir dessas evidências, conclui-

se que o tema gerenciamento de estoques ainda gera um volume significativo e crescente de publicações, despertando contínuo interesse na academia.

Adicionalmente, através de uma análise bibliométrica preliminar de publicações sobre o tema ‘gerenciamento de estoques’ (termos de busca ‘stock management’) na base *Science Direct* na última década, elaborada no contexto da presente dissertação, verificou-se que o assunto continua relevante (mais de 5.000 resultados), evidenciando-se um interesse crescente no desenvolvimento de estudos sobre o tema pela comunidade acadêmica. Porém, estudos sobre gestão de estoques de embalagens na indústria alimentícia são minoria, representando 1,5% do conteúdo analisado. Portanto, em termos teóricos, o estudo se justifica por contribuir com a literatura da área mediante a proposta de desenvolvimento de um modelo de gestão de estoques específico a itens de embalagens na indústria alimentícia.

1.3 JUSTIFICATIVA PRÁTICA

A empresa considerada neste estudo atualmente opera as funções administrativas comercial, compras e logística, e conta com seis funcionários. A produção é terceirizada, mas o controle de estoques é compartilhado via sistema, para gerenciamento e emissão dos pedidos de compras.

Em termos práticos, a atual operacionalização do gerenciamento de estoques na empresa analisada apresenta um modelo inconsistente quanto aos seus métodos, posto que aspectos como a segurança de abastecimento do fluxo de produção e a análise da relação entre os custos com estoques e o nível de serviço desejado não são claramente definidos e analisados. Ainda, a sistemática utilizada para o dimensionamento de estoque é inconsistente quanto aos tempos e volumes de ressuprimento, observando-se a falta de uma determinação clara do volume de reposição, bem como de sua periodicidade e margem de segurança.

Por esta lacuna no gerenciamento da empresa, justifica-se a contribuição prática deste estudo, que visa estruturar uma estratégia de estoques (orientada a embalagens) consistente e conveniente para a empresa. Aliado a isso, cita-se o entusiasmo da organização na busca por estratégias que contemplem a relação menor custo e maior qualidade, como pode ser a proposta a ser analisada na presente dissertação.

1.4 QUESTÃO DE PESQUISA

A organização em análise tem apresentado resultados crescentes quanto ao seu desempenho financeiro e, atualmente, ocupa uma colocação sólida no mercado de bebidas não alcoólicas, firmando parcerias com redes varejistas do Brasil.

Reconhecidas as evidências de que a empresa vem conseguindo sustentar sua colocação no setor, o problema de pesquisa que norteia o presente estudo é: ‘Como otimizar a gestão de estoques na empresa analisada, favorecendo a expansão dos seus resultados positivos?’

1.5 OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos (geral e específicos) deste estudo.

1.5.1 Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho é propor um modelo de gerenciamento de estoques aplicável ao atual estágio de uma indústria de bebidas não alcoólicas.

1.5.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral derivam-se os objetivos específicos do estudo, os quais são descritos a seguir:

- a) descrever os fluxos de materiais e de informações inerentes à empresa em análise;
- b) propor um modelo de gerenciamento de estoques adequado à empresa analisada, que contemple níveis de estoque, volume e tempo de ressuprimento;
- c) aplicar o modelo proposto, relatando os resultados e as dificuldades encontradas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta inicialmente uma reflexão sobre os principais conceitos associados ao gerenciamento de estoques. Em seguida, são apresentados os principais modelos de gestão estoque existentes e sua forma de funcionamento. E por fim é apresentada uma revisão sistemática da literatura sobre modelos de gestão de estoques no período de 2007 a 2017.

2.1 GESTÃO DE ESTOQUES

A gestão de estoques é uma das atividades de maior relevância e desafio em qualquer organização fabril e deve ser executada da maneira mais eficiente possível. Para tanto, é importante a assimilação de modelos robustos e flexíveis para reagir às possíveis variações da demanda e garantir o nível de serviço desejado para atendimento aos clientes (CÁRDENAS-BARRÓN, CHUNG; TREVINO-GARZA, 2014).

A partir do século 20, métodos matemáticos começaram a ser desenvolvidos para a otimização e gerenciamento dos estoques, dando especial atenção à quantidade a ser mantida em estoque e à organização de pedidos. Nesse contexto, as contribuições que complementam o modelo básico de lote econômico têm sido crescentes e buscam ser mais realistas, compreendendo que as condições sobre estoques diferem de uma empresa para outra (BJORK, 2009).

A repercussão da criação do modelo de lote econômico (LEC) de Harris, em 1913, foi grande e acarretou no desenvolvimento de diversos outros modelos a partir de sua concepção. O LEC foi um marco na história da ciência administrativa e da pesquisa operacional, devido à sua simplicidade de implementação e robustez quanto aos parâmetros. Cárdenas-Barrón, Chung e Trevino-Garza (2014) ressaltam que o modelo de Harris identificava o *trade-off* entre os custos de manutenção de estoque e custos de pedidos.

Disposto a propor um modelo matemático simples, Harris assumia que demanda e custos de manutenção eram constantes, bem como não havia consideração de tempo (prazo). Porém, na prática, tanto a demanda quanto os *lead times* são incertos, indicando que as premissas do modelo mostraram-se excessivamente simplistas, abrindo espaço para novos modelos complementares ao de Harris ou para ajustes efetuados a partir do LEC (PANDO et al. 2013).

Em uma abordagem convencional, as decisões de estoque estão associadas a critérios que maximizem o lucro da operação. Contudo, as teorias financeiras mantiveram consideração superficial a questões de estoque. Singh et al. (2010) observam que, ainda que os investimentos em estoques reflitam em um nível relevante dos investimentos totais das indústrias, usualmente o efeito das decisões de estoque sobre o fluxo de caixa é ignorado/desconsiderado. Complementarmente, Hua e Willems (2016) afirmam que o gerenciamento eficaz dos estoques e sua otimização permitem obter ganhos significativos na lucratividade das empresas, pelo impacto financeiro, permitindo que as mesmas se mantenham competitivas no cenário competitivo global.

Diversos são os custos atrelados aos estoques. Moser, Isaksson e Seifert (2017) avaliam que os custos de manutenção de estoques são impulsionados por fatores como custos de capital, tipo de armazenagem e volume do produto, enquanto os custos de transporte são determinados principalmente pela distância, modo de transporte e relação valor-peso.

Outro fator impactante no gerenciamento de estoques é a incerteza da demanda. Wanke (2008) relata que a previsão de demanda é atividade-chave tanto para a indústria e varejo isoladamente como para a coordenação de toda a cadeia. Carvalho e Tavares (2013) complementam que as incertezas de demanda estão diretamente relacionadas ao custo total, assim, quanto maior a incerteza, maior será a possível falta de material e, conseqüentemente, maior será o nível de estoque de segurança. Hua e Willems (2016) complementam que tais níveis dependem também dos parâmetros de custo e prazo de entrega da cadeia de suprimentos.

Para garantir o controle ótimo do estoque, é importante minimizar a função custo. De acordo com Carvalho e Tavares (2013), através desse processo, é possível determinar um modelo de estoque ideal. Nesse contexto, a análise dos diferentes modelos de gestão de estoques disponíveis na literatura pode ser facilitadora para a implementação prática de uma metodologia coerente com as práticas logísticas.

2.2 ADMINISTRAÇÃO ORIENTAL *VERSUS* OCIDENTAL

Após a Segunda Guerra Mundial, em razão da necessária reestruturação econômica do mundo, a atenção para diferentes modelos de organização e trabalho era evidente (MASIERO, 1994).

O exemplo americano despontou com Henry Ford, propulsor da produção em massa que aplicou o famoso conceito Modelo T nas linhas de montagem sequenciais de automóveis

no início do século XX. O conceito desenvolvido sugere a percepção de que se o material não estiver disponível no momento definido provocará a paralisação do processo produtivo e, estando disponível muito cedo, acarretará em um simples acúmulo de material sem necessidade naquele momento, requerendo e desperdiçando espaço além de capital investido. Esse tipo de consideração corresponde ao pensamento normal aplicado em indústrias de fluxo contínuo.

Na década de 60, a Alemanha despertou interesse pelas suas metodologias rigorosas e, na década seguinte, a Suécia atraiu as atenções pelas suas técnicas com equipes semiautônomas de produção (MASIERO, 1994). No mesmo período, o Japão passou a ser destaque por emergir como potência econômica no cenário mundial.

Através de uma produção flexível, as indústrias japonesas desenvolveram seu modelo de administração baseado em qualidade, não quantidade, combatendo os desperdícios de maneira contínua além da cooperação de suas equipes funcionais de trabalho. O Sistema Toyota de Produção aplicado na fábrica de automóveis Toyota idealizava a busca por eficiência e produtividade evitando desperdícios (superprodução, espera, transporte, processo, movimentação, defeitos e estoques) e eliminando as não conformidades em todo o processo.

De modo geral, pode-se verificar que, enquanto a administração ocidental (americana) admite a maximização local, a administração ocidental caracteriza-se pela maximização global, com pensamento coletivo e desenvolvimento de parcerias ao longo de todo o processo. Essa observação tem seu reflexo desde um único posto de trabalho até a extensão do pensamento por toda a cadeia produtiva (fornecedores e clientes).

2.3 FUNÇÃO LOGÍSTICA DAS EMBALAGENS

O principal fundamento de uma embalagem é a proteção e a distribuição de produtos, estando associada às diferentes funções logísticas como armazenagem, manuseio, movimentação e transporte (PAURA, 2012). Essas interações impactam diretamente em custo, tempo de entrega, avarias/perdas, além da relação com o nível de serviço desejado pelo cliente.

A falta de planejamento das operações logísticas em relação à embalagem pode ser percebida pelo volume de perdas e seu custo decorrente; pela necessidade de adaptação de equipamentos de transporte; pela impossibilidade de padronização de procedimentos; e pela necessidade de mão-de-obra extra. Todos esses elementos acabam afetando a eficiência do processo. Mauro e Banzato (2000) especificam três questões a serem avaliadas: i) até que ponto a embalagem facilita a atividade de recebimento, descarga, inspeção e movimentação; ii) até

que ponto as unidades de movimentação viabilizam a estocagem; e iii) até que ponto a embalagem possibilita o descarte e reciclagem.

Durante o processo logístico tem-se a embalagem como um elemento-chave para garantir a integridade do produto. Portanto, deve-se verificar o ambiente a que os produtos serão submetidos, como alterações de clima e impacto, além das limitações de cada modal de transporte e armazenagem.

2.4 MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUES

Nesta seção são apresentados os conceitos básicos e o modo de funcionamento dos principais modelos de gestão de estoque encontrados na literatura. São analisados o modelo de lote econômico de compras, modelos de revisão contínua, modelos de revisão periódica, estoque de segurança e modelos avançados.

2.4.1 Classificação ABC

A fim de concentrar os esforços nos produtos e mercados mais relevantes, a classificação ABC agrupa os itens conforme seu grau de importância em uma variedade possível de critérios, seja no volume de vendas, lucro ou valor de estoques envolvido, de acordo com os objetivos de serviço da empresa (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2008). Conhecida também como curva 80-20 ou regra de Pareto, a classificação ABC tem como objetivo simplificar a classificação de itens, seguindo a ordem decrescente conforme o critério adotado (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2008). Ainda, conforme destaca Viana (2002), a análise da classificação ABC é uma ferramenta útil no gerenciamento de estoques, assim como na definição de prioridades para a programação de produção. Viana (2002) complementa que são necessárias três etapas para elaboração da curva ABC, partindo da elaboração da tabela mestra (ordenação dos itens por vendas ou rentabilidade, por exemplo), seguindo com a construção do gráfico e finalizando com a sua interpretação, considerando os percentuais e quantidades de itens em cada classe (A, B e C) e as faixas de valores correspondente.

De acordo com Ballou (2001), a classificação ABC pode ser definida por: i) classe A representa 20% dos itens mais importantes; ii) classe B representa os próximos 30% dos itens; e iii) classe C representa os demais itens, em um total de 50%. Lambert, Stock e Ellram (1998) complementam que a lógica aplicada indica que os 20% dos itens classificados como A

representam cerca de 80% do valor envolvido. Além disso, Gaither (2002) sugere que, quanto maior o valor de estoque de um item, maior deve ser a análise aplicada a este item. Logo, materiais da classe A despendem maior atenção no gerenciamento da empresa.

2.4.2 Lote econômico de compras

O modelo de lote econômico de compras (LEC ou EOQ - *Economic Order Quantity*), introduzido por Ford Whitman Harris, em 1913, é peça fundamental no conhecimento sobre gestão de estoques, em virtude de sua simplicidade de implementação e robustez quanto aos parâmetros associados (CÁRDENAS-BARRÓN; CHUNG; TREVIÑO-GARZA, 2014). A teoria do modelo LEC foi publicada na *Factor, The Magazine of Management*, sob o título ‘*How many parts to make at once*’. Sua publicação histórica fez relevante contribuição para a gestão e controle de estoques. Essencialmente, a intenção de Harris foi evidenciar o *trade-off* entre os custos de manutenção de estoque e os custos de pedidos de compra.

Essencialmente, o modelo se propõe a minimizar o custo total da operação, que abrange custos de aquisição, de pedido e de armazenagem. O cálculo é aplicado no controle de estoque de um único item, com demanda constante, custos lineares, capacidade de suprimento ilimitada e tempo de espera igual a zero ou constante (LUSTOSA et al., 2008). A formulação do lote econômico é indicada na Equação 1:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * C_p * D}{C_u * i}} \quad (1)$$

Onde:

Q = Lote econômico de compra (unidades)

C_p = Custo de emitir e colocar um pedido (moeda)

i = Taxa de retorno de investimento (percentual)

D = Demanda média (unidades)

C_u = Custo unitário do produto (moeda)

Uma limitação do modelo é que não apresenta a possibilidade de conciliar pedidos para mais de um item do mesmo fornecedor. Ainda, não há restrições quanto ao tamanho de lote, o que dá fragilidade no modelo, visto que a capacidade dos meios de transporte é limitada, assim

como a capacidade de atendimento do fornecedor e, eventualmente, a capacidade de armazenagem do comprador. Economias de escala (em transporte ou decorrentes de descontos por compra de maiores quantidades, por exemplo) e o custo de falta são outras variáveis não contempladas no modelo LEC.

2.4.3 Modelos de revisão contínua

Modelos de revisão contínua, ou de reposição contínua, determinam que o ressurgimento é baseado no nível de estoque após cada movimentação de item. No momento em que o nível de estoque se iguala ao ponto de pedido, ou abaixo dele, é ordenado um pedido de compra (LUSTOSA et al., 2008).

O ponto de pedido é calculado a partir da projeção de demanda no tempo de espera somado ao estoque de segurança determinado. A quantidade da compra é fixa e pode ser calculada a partir do modelo LEC (KRAJEWSKI; RITZMAN, 2002). Tubino (2007) observa que a adoção de um modelo de revisão contínua não está fundamentalmente atrelada à utilização do cálculo LEC, sendo que a quantidade de compras pode ser definida através de algum critério baseado em experiências práticas e que ainda seja conveniente para a empresa.

A Equação 2 determina o cálculo do ponto de pedido de acordo com Lustosa et al. (2008).

$$R = d.L + z\sigma_d.\sqrt{L} \quad (2)$$

Onde:

d = Demanda média

L = Tempo de espera

$z\sigma_d$ = Desvio padrão da demanda

Especialmente quando o tempo de ressurgimento é longo e a quantidade de compra é suficiente para um período menor que o *leadtime*, deve-se comparar a quantidade em processo de compra e o estoque disponível, com a quantidade do ponto de ressurgimento (BOWERSOX; CLOSS, 2011). A análise é feita pela Equação 3:

$$\text{se } E + Q_p < PR, \text{ então pedir } Q \quad (3)$$

Onde:

E = Estoque disponível (unidades)

Q_p = Quantidade pendente (unidades)

PR = Ponto de ressuprimento (unidades)

Q = Quantidade do novo pedido (unidades)

Para o cálculo do estoque médio no modelo de revisão contínua, Bowersox e Closs (2011) indicam a Equação 4:

$$E_{m\u00e9dio} = \frac{Q}{2} + ES \quad (4)$$

Onde:

$E_{m\u00e9dio}$ = Estoque m\u00e9dio (unidades)

Q = Quantidade do pedido (unidades)

ES = Estoque de seguran\u00e7a (unidades)

Quanto ao estoque m\u00e1ximo, Santos et al. (2009) consideram a soma da quantidade do pedido e o estoque de seguran\u00e7a, conforme a Equa\u00e7\u00e3o 5:

$$E_{m\u00e1ximo} = Q + ES \quad (5)$$

Onde:

$E_{m\u00e1ximo}$ = Estoque m\u00e1ximo (unidades)

Q = Quantidade do pedido (unidades)

ES = Estoque de seguran\u00e7a (unidades)

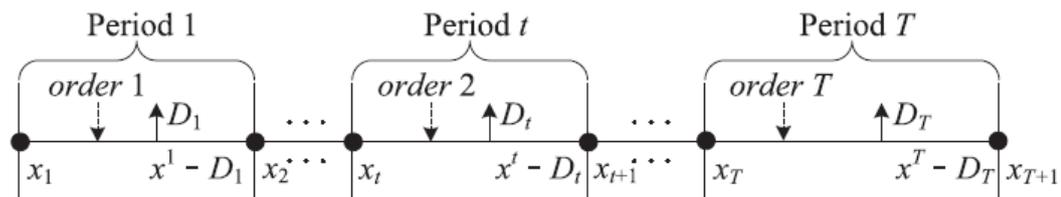
Os procedimentos adotados nesse modelo s\u00e3o executados ininterruptamente para controle das necessidades de ressuprimento, tendo, usualmente, apoio de sistemas informatizados (BOWERSOX; CLOSS, 2011).

2.4.4 Modelos de revisão periódica

O modelo de revisão periódica (s, S) tem um ponto de reabastecimento (s_t) e um nível de ordem de entrada (S_t) para cada período t em um horizonte de planejamento de T períodos (QIU; SUN; FONG, 2017). Assim, ante essa política, a posição de estoques é verificada a cada período de tempo t . Caso a posição de estoques for igual ou menor que s_t , um pedido de ordem S_t com quantidade suficiente do item é firmado, a fim de restabelecer o nível de estoque.

Considerando o sistema de estoques com um único produto, tem-se: a revisão periódica do nível de estoque e um horizonte de planejamento finito de T período. A demanda no período t é expressa por D_t , para $t = 1, 2, \dots, T$. A Figura 1 ilustra a linha de tempo dos eventos, onde ‘*period*’ lê-se ‘período’ e ‘*order*’ como ‘ordem de compra’.

Figura 1 - Sistema de estoque no período T



Fonte: Qiu, Sun e Fong (2017)

Na Figura 1, indica-se no início de cada período $t = 1, 2, \dots, T$, a análise de posição do estoque disponível (x_t) a fim de tomar uma decisão sobre a ordem do pedido. O nível de estoque x_t pode assumir um valor positivo ou negativo, representando um estoque excedente ou uma falta de produto. A imposição dos mesmos parâmetros ao longo de todos os períodos influencia somente os valores de s_t e S_t , além do desempenho de custo, porém não intervém na otimização do modelo.

O modelo de revisão periódica parte da avaliação do nível de estoque realizada em intervalos de tempo regulares (SIMCHI-LEVI et al., 2010). A determinação do período de revisão é calculada pela Equação 6:

$$IP = \frac{Q^* DA}{D} \quad (6)$$

Onde:

IP = Intervalo entre pedidos (dias)

Q = Quantidade do pedido (unidades)

DA = Dias disponíveis no ano

D = Demanda média diária (unidades)

Durante a revisão é avaliado o nível de estoque naquele momento, ordenando um pedido de compra com lote que restabeleça o nível máximo de estoque planejado. Lustosa et al. (2008) observa que, sendo a demanda variável a cada intervalo de revisão, os lotes de compra incidem em quantidades variáveis. Conforme Rosa et al. (2010), o cálculo para a quantidade de compra é indicado pela Equação 7:

$$Q_n = NR - Q_f - Q_p + Q_r \quad (7)$$

Onde:

Q_n = Quantidade a ser pedida (unidades)

NR = Estoque máximo (unidades)

Q_f = Quantidade existente em estoque (unidades)

Q_p = Quantidades pendentes (unidades)

Q_r = Quantidades reprimidas (unidades)

A quantidade pendente indica o volume de itens solicitado mas ainda não entregue. Entende-se como quantidades reprimidas a demanda que será completamente atendida assim que o nível de estoque for suficiente para atendimento.

Um dos parâmetros utilizados para o cálculo do nível máximo de estoque no modelo de revisão periódica é o custo de falta de produtos. O custo de falta de produtos tem impacto no curto e longo prazo, com a perda de vendas e custos administrativos com *backorders* e pela redução da reputação da empresa frente aos clientes, respectivamente (LIBEROPOULOS; TSIKIS, 2008). Silver, Pike e Peterson (1998) indicam a Equação 8 para cálculo do estoque máximo planejado e a Equação 9 para o cálculo do estoque de segurança, respectivamente:

$$S = \hat{x}_{T+L} + ES \quad (8)$$

Onde:

S = Estoque máximo planejado (unidades)

\hat{x}_{T+L} = Demanda prevista durante o intervalo de revisão T mais o tempo de reposição L

ES = Estoque de segurança

$$ES = k\sigma_{T+L} \quad (9)$$

Onde:

ES = Estoque de segurança (unidades)

k = fator de segurança

σ_{T+L} = Desvio padrão da demanda durante o intervalo da revisão T mais o tempo de reposição L

A incidência de um intervalo entre duas revisões consecutivas implica em um estoque médio maior do que no modelo de revisão contínua, de acordo com Bowersox e Closs (2011). Seu cálculo segue a Equação 10:

$$E_{médio} = \frac{Q_n}{2} + \frac{IP \times D}{2} + ES \quad (10)$$

Onde:

D = Demanda média no período (unidades)

IP = Intervalo entre pedidos (dias, semanas, meses)

ES = Estoque de segurança (unidades)

$E_{médio}$ = Estoque médio (unidades)

Q_n = Quantidade do pedido (unidades)

É importante considerar que o modelo original de revisão periódica não determina nenhuma restrição referente à quantidade mínima de compra. Zhao e Katehakis (2006) alertam que, na prática, essa questão não é viável para muitas empresas, pois os fornecedores normalmente definem um pedido mínimo. Ao considerar tal condição de pedido mínimo, o modelo tende a apresentar complexidade em sua solução.

Em contrapartida, Lustosa et al. (2008) destacam que esse tipo de modelo permite que itens de um mesmo fornecedor sejam revisados no mesmo período, o que viabiliza economias em escala, tanto nos processos de compra como no transporte e no fluxo financeiro.

2.4.5 Estoque de segurança

O conceito de estoque de segurança, conforme visto anteriormente, é aplicado tanto no método de revisão contínua quanto no de revisão periódica com a finalidade de compensação de incertezas. O modelo de serviço garantido (GS) foi proposto por Simpson em 1958 e estabelece os níveis ótimos de estoque de segurança (HUA; WILLEMS, 2016).

Staudt (2011) apresenta dois métodos para o cálculo do estoque de segurança: i) DS - sistema de demanda, modelo reativo que projeta o estoque de segurança conforme a variabilidade da demanda; ii) FS - sistema de previsão, modelo ativo que projeta o estoque de segurança a partir da variabilidade dos erros de previsão da demanda.

Para o método DS é definida a Equação 11:

$$ES = Z_{\alpha} \sqrt{T \cdot \sigma_D^2 + D^2 \cdot \sigma_T^2} \quad (11)$$

Onde:

T = Tempo médio de ressuprimento (semanal, mensal, anual)

ES = Estoque de segurança (unidades)

Z_{α} = Nível de serviço (adimensional)

σ_D = Desvio padrão da demanda (unidades)

D = Demanda média no período (unidades)

σ_T = Desvio padrão do tempo de ressuprimento (dias, semanas, meses)

2.4.6 Modelos avançados

Modelos avançados como modelo de programação não linear inteira mista (MINLP) e algoritmo genético (GA) têm sido cada vez mais discutidos, em organizações com alta complexidade no seu gerenciamento de estoques. Estes modelos matemáticos facilitam a busca da melhor solução em um espaço de potenciais soluções.

Embora sejam de difícil resolução, os modelos de programação não linear inteira melhoram o desempenho de métodos para problemas com restrições não lineares (YOU; GROSSMANN, 2008). Esses métodos geralmente apresentam bom desempenho, encontrando solução em tempo hábil e baixo custo.

Um algoritmo genético, por sua vez, é uma técnica de busca heurística para soluções ótimas, desenvolvido pela primeira vez na Holanda e que tem sido amplamente aplicado para solucionar problemas complexos de gerenciamento de estoques, como o dimensionamento de lotes (LEE et al., 2013). Os algoritmos genéticos constituem ferramentas que buscam soluções em espaços muito grandes de busca, o que limita a solução por um método direto. Porém, a solução ótima muitas vezes é uma aproximação de um resultado satisfatório nas condições do problema.

2.5 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA SOBRE MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUES

Embora com o mesmo propósito, muitos modelos de gestão de estoques foram desenvolvidos a fim de atender demandas específicas de diferentes indústrias. Lee et al. (2013) ressaltam que uma adequada gestão de estoques é essencial para que uma empresa se mantenha competitiva, e o tema tem sido um tópico popular academicamente e na prática das empresas por décadas.

Para obter uma melhor compreensão sobre os diferentes modelos desenvolvidos e pertinentes de aplicação na empresa analisada, foi realizada uma revisão sistemática da literatura para analisar as pesquisas já publicadas na área. De acordo com Ramos, Faria e Faria (2014), uma revisão sistemática é uma metodologia de pesquisa com rigor científico, pois realiza uma recolha exaustiva e sistematizada dos estudos já publicados sobre um determinado tema.

Através da viabilização de uma síntese das pesquisas desenvolvidas nas áreas, as revisões sistemáticas possibilitam visualizar um panorama mais completo dos resultados, sem limitar os estudos à interpretação de publicações aleatórias (SAMPAIO; MANCINI, 2006). A característica basilar das revisões sistemáticas é a estruturação dos procedimentos, de modo a garantir a qualidade das fontes, e os critérios de inclusão e exclusão que forem convenientes com o objetivo da pesquisa.

No contexto da presente revisão sistemática da literatura sobre modelos de gestão de estoques, buscou-se: i) analisar a evolução das pesquisas sobre o tema entre 2007 e 2017; ii) identificar os modelos de gerenciamento de estoques abordados; e iii) identificar as principais contribuições e limitações de cada modelo. Para esse fim, foram definidos os seguintes termos de busca: i) *stock management* ou *inventory management*; ii) *model* ou *system*. As estratégias de busca limitaram-se à base de dados Science Direct, pois a mesma permite a busca dos respectivos termos especificamente nos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos. Isso possibilita uma análise mais focada, uma vez que não são selecionadas referências que contêm tais termos de forma meramente pontual no corpo dos artigos.

A partir dos resultados encontrados com a busca, foram considerados dois critérios de inclusão: i) estudos conceituais sobre modelos de gerenciamento de estoques; e ii) estudos aplicados sobre o gerenciamento de estoques de materiais de produção. Como critério de exclusão foram desconsiderados os estudos aplicados sobre gerenciamento de estoques em áreas não industriais e de materiais com ciclo de vida.

A análise dos resultados foi elaborada em três etapas. A primeira etapa consistiu na leitura do título e resumo dos artigos, sendo aplicados os critérios de inclusão e exclusão. Classificados os artigos, partiu-se para a segunda rodada, que consistiu em uma análise bibliométrica das publicações. Esta etapa permitiu identificar a quantidade de estudos publicados por ano, os principais países que vêm pesquisando sobre o tema e os principais periódicos utilizados para publicação. A terceira e última rodada de análise consistiu na leitura minuciosa do conteúdo dos estudos selecionados, a fim de identificar os setores de aplicação e os modelos de gerenciamento de estoques, suas contribuições e limitações.

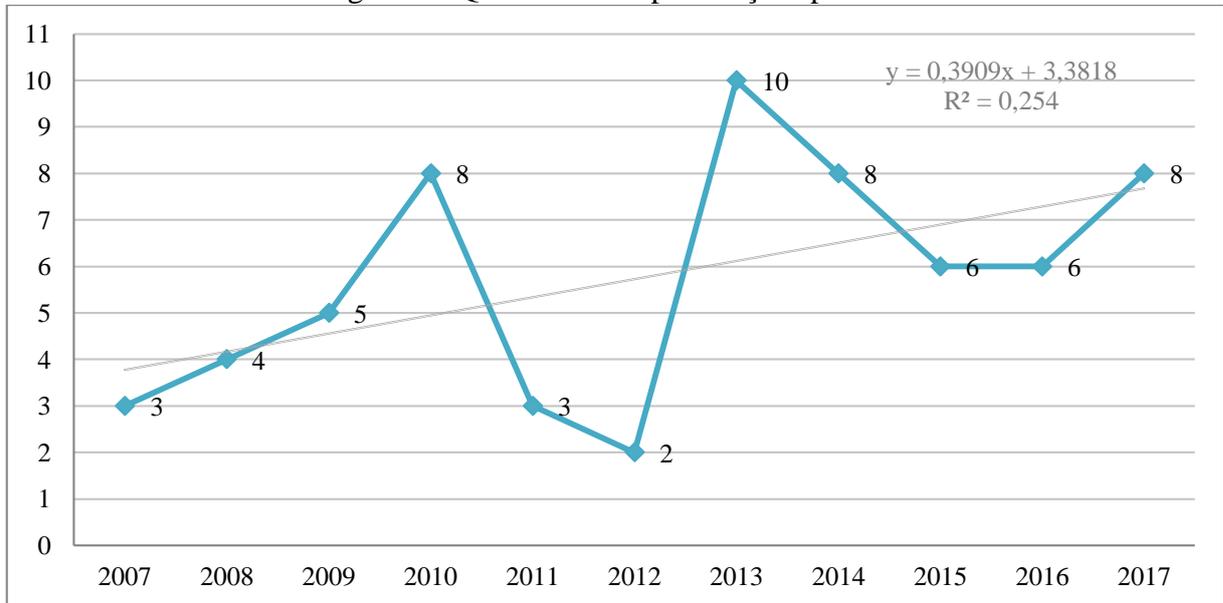
2.5.1 Análise bibliométrica

Aplicados os procedimentos de busca, foram identificados 539 artigos. Esses artigos foram então avaliados de acordo com os critérios de inclusão e de exclusão pré-definidos, resultando em 63 publicações classificadas para a análise bibliométrica. Com essa análise, obteve-se um panorama sobre o interesse de pesquisa sobre o tema nos últimos dez anos, sobre os países com maior volume de conteúdo gerado e os sobre periódicos com maior número de publicações.

No que se refere ao número de publicações por ano, verifica-se um aumento ao longo do período analisado (Figura 2). O maior número de publicações ocorreu nos anos de 2010,

2013, 2014 e 2017. Em 2010, o periódico *International Journal of Production Economics* teve duas publicações sobre gestão de estoques, uma no volume 123 e outra no volume 128, enquanto o periódico *European Journal of Operational Research* também teve duas publicações, uma no volume 203 e outra no volume 204. Em 2013, o periódico IFAC, apresentou duas publicações sobre o tema em seu volume 26, e o periódico *International Journal of Production Economics* teve duas publicações, uma no volume 142 e outra no volume 145. Em 2014 o periódico *International Journal of Production Economics* publicou dois estudos em seu volume 155. Em 2017 o periódico *European Journal of Operational Research* teve duas publicações, uma no volume 261 e outro no volume 262. Quanto às demais publicações nestes anos, entende-se como um evento aleatório.

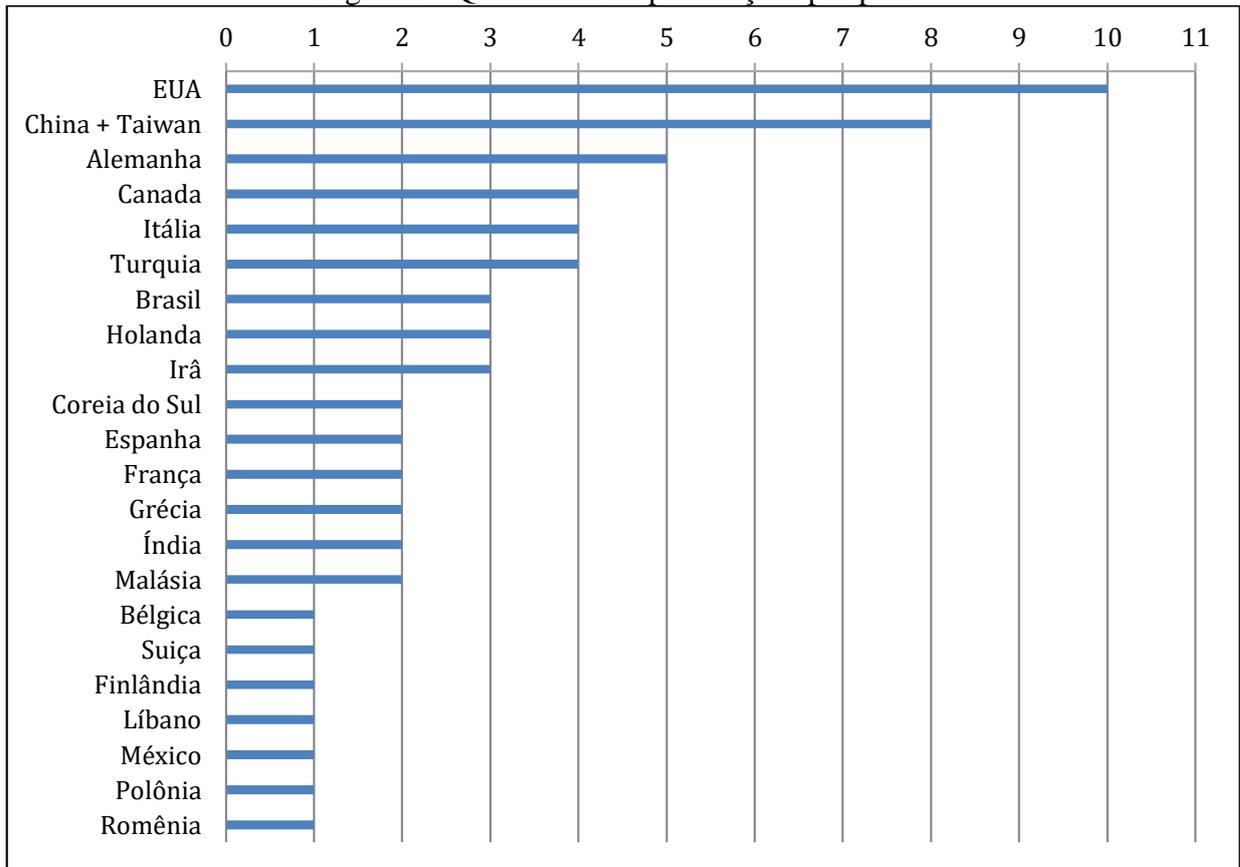
Figura 2 - Quantidade de publicações por ano



Fonte: a autora (2019)

Quanto aos países que apresentaram maior interesse de pesquisa sobre o tema, destacaram-se os Estados Unidos e a China, com 10 e 8 publicações, respectivamente. Em seguida, verifica-se Alemanha, Canadá, Itália e Turquia. A Figura 3 apresenta o cenário completo.

Figura 3 - Quantidade de publicações por país

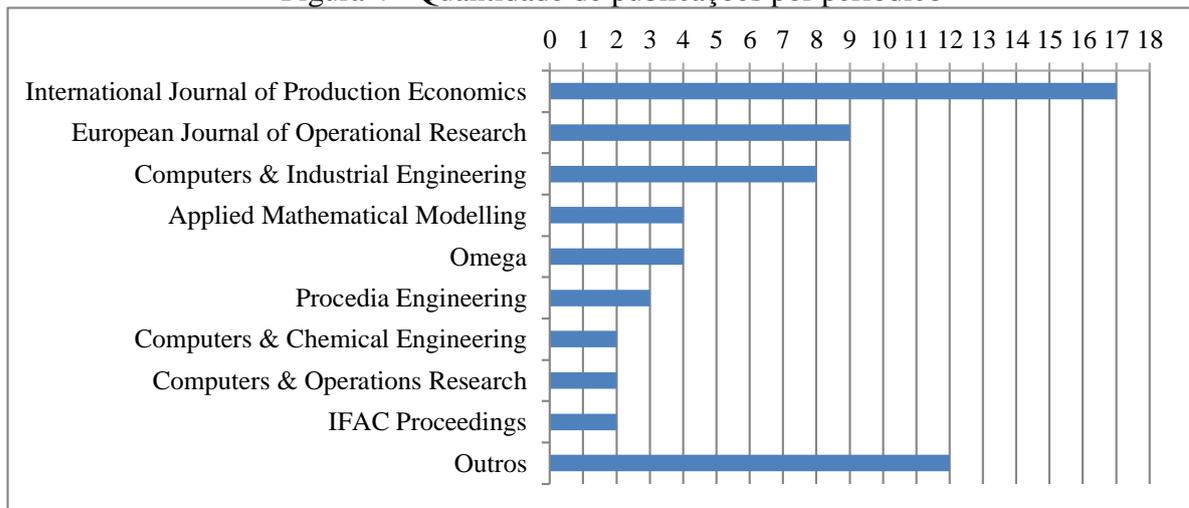


Fonte: a autora (2019).

Por se tratar de uma interface entre engenharia e gerenciamento, o periódico *International Journal of Production Economics* desponta com o maior número de publicações, compreendendo 27% do total de artigos selecionados na revisão. Esse periódico é de natureza interdisciplinar e tem o propósito de disseminar o conhecimento para aprimorar a prática industrial e consolidar as bases teóricas para apoiar processos de tomada de decisão no ambiente gerencial.

A Figura 4 apresenta os periódicos identificados na presente revisão sistemática. Cabe salientar que outros 12 periódicos também foram identificados, cada um com uma publicação: i) *Advances in Engineering Software*; ii) *Applied Soft Computing*; iii) *Automatica*; iv) *Automation in Construction*; v) *Chemical Engineering Research and Design*; vi) *Expert Systems with Applications*; vii) *IFAC Proceedings*; viii) *International Journal of Approximate Reasoning*; ix) *Journal of Purchasing and Supply Management*; x) *Procedia - Social and Behavioral Sciences*; xi) *Procedia Technology*; e xii) *Simulation Modelling Practice and Theory*.

Figura 4 - Quantidade de publicações por periódico



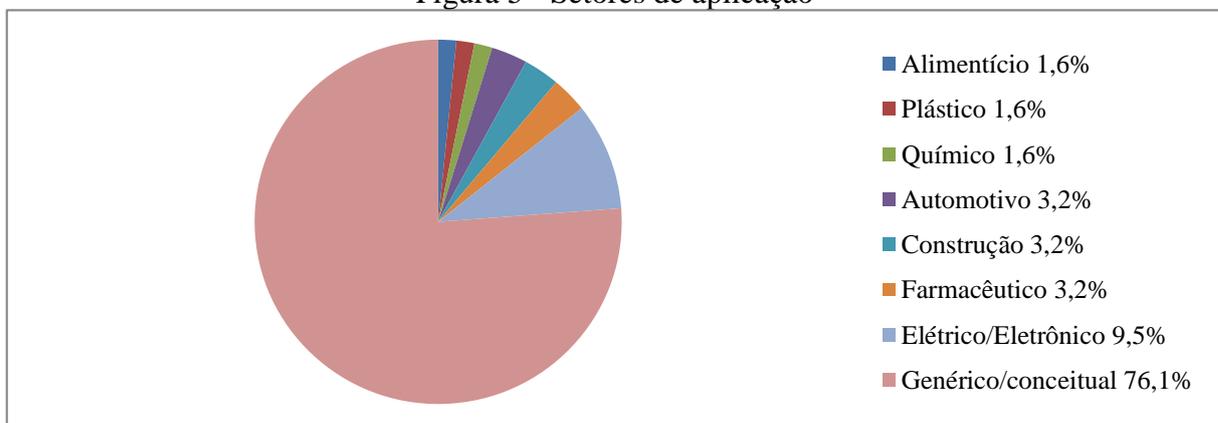
Fonte: a autora (2019)

Após a análise bibliométrica, foi realizada a leitura do conteúdo de cada artigo, visando identificar: i) o setor de aplicação de cada estudo, se aplicado; ii) os modelos desenvolvidos para a temática gestão de estoques; e iii) as contribuições e limitações de cada modelo identificado. Os resultados da análise de conteúdo dos artigos são apresentados na próxima seção.

2.5.2 Análise de conteúdo

A partir da análise de conteúdo, identificou-se que, entre os artigos selecionados, 76,1% tiveram abordagem conceitual, sem aplicação em um setor específico. Os setores que tiveram aplicação estão identificados na Figura 5.

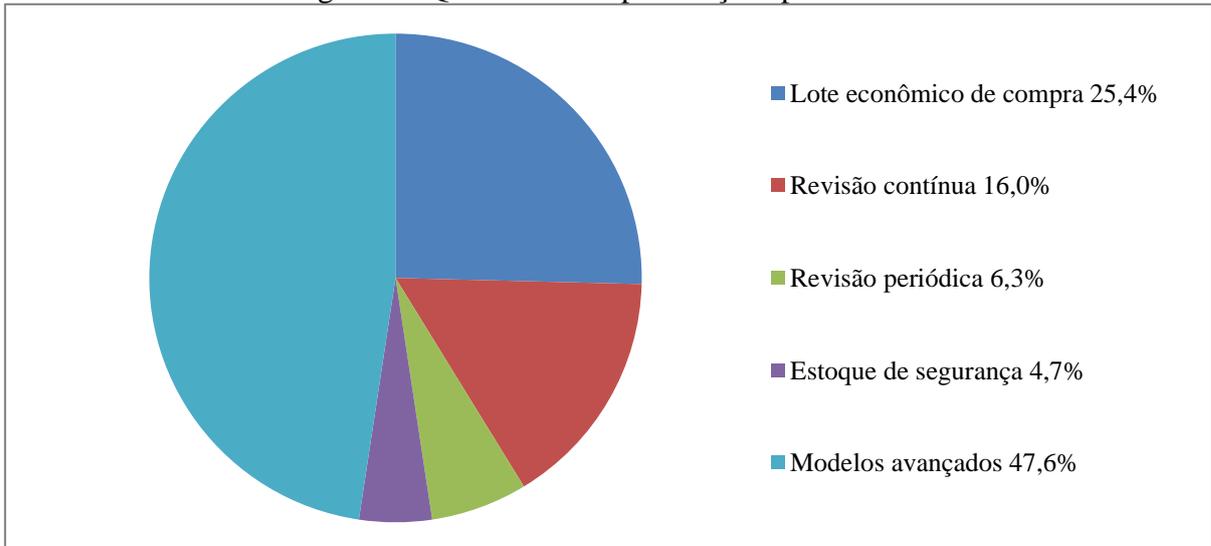
Figura 5 - Setores de aplicação



Fonte: a autora (2019).

Quanto aos modelos, foram identificadas diferentes abordagens dos modelos de lote econômico, revisão contínua e revisão periódica, além de modelos de estoque de segurança e modelos avançados. Os modelos de lote econômico de compras e revisão contínua se destacaram com 25,4% e 16,0% das publicações, respectivamente. A Figura 6 apresenta a quantidade de publicações por modelo identificado.

Figura 6 - Quantidade de publicações por modelo



Fonte: a autora (2019).

Cárdenas-Barrón, Chung e Treviño-Garza (2014) reuniram em sua publicação diferentes versões do modelo LEC, elaboradas por diversos autores, classificando-as em: i) modelos básicos de LEC - sem falta, falta total e falta parcial; ii) modelos de estoque na cadeia de suprimentos; e iii) modelos de estoque com créditos comerciais.

Os modelos básicos de lote econômico são os que não consideram faltas e os que consideram falta total ou parcial. O primeiro tem ressurgimento instantâneo quando os estoques chegam no limite mínimo determinado como aceitável, enquanto o segundo e o terceiro admitem a falta de estoque. Nesses modelos é acrescentado o custo de falta de um produto, que equivale ao custo de perder a margem de venda por ruptura de estoque. Já os modelos de estoque na cadeia de suprimentos envolvem as decisões tomadas de forma integrada e colaborativa para todos os membros da cadeia de suprimentos, resultando em maior benefício para toda a cadeia. Os modelos de gestão de estoque com créditos comerciais, por sua vez, tornaram-se estratégia para economias de custo. Basicamente, este tipo de modelo permite a

compra de lotes maiores quando estes tiverem redução de custo em escala (CÁRDENAS-BARRON; CHUNG; TREVINO-GARZA, 2014).

Kazemi et al. (2015), por sua vez, desenvolveram um novo modelo de LEC, o qual considera a incorporação de um conceito de aprendizado (decisões características), considerando que o grau de imprecisão reduz ao longo do horizonte de planejamento. O modelo Kazemi et al. (2015) considera a suposição de que, com o tempo, durante o período de planejamento, as informações poderiam ser atualizadas, tornando-se mais confiáveis. Logo, admite-se o evento de aprendizagem e os tomadores de decisão adquirem informações reais sobre demandas e *leadtimes*. Admite-se, ainda, que os indivíduos têm influência sobre o processo de planejamento, pois realizam a coleta e análise das informações. Em suma, o tomador de decisão aprende com cada pedido e recebe informações mais precisas em relação à demanda e prazos de entrega. Assim, o tomador de decisão é capaz de alterar os valores de desvio no horizonte de planejamento a partir de seu aprendizado acumulado. O modelo proposto de Kazemi et al. (2015) limita-se ao aprendizado humano, podendo ser expandido para a incorporação de outras características.

O modelo do LEC e suas variações baseiam-se na política de revisão contínua, assumindo que os estoques podem ser monitorados a todo o momento. Assim, quando o estoque atingir o limite mínimo definido, encaminha-se a decisão de ressuprimento. A formulação clássica do modelo LEC consiste essencialmente em duas variáveis de decisão: quanto pedir e quando pedir. O estudo de Björk (2009) assume a substituição da segunda variável pela quantidade máxima de estoque aceitável. Björk (2009) contribui com a solução para um caso em que *leadtime* e atrasos (tempo excedido no *leadtime*) apresentam comportamento aleatório. Ainda, apresenta um exemplo em que a incerteza nos prazos de entrega afeta o tamanho do pedido.

Tajbakhsh, Lee e Zolfaghari (2010) desenvolveram dois modelos baseados no LEC (modelo de retorno e modelo de reparo), em que o indivíduo deve determinar a quantidade ideal da ordem, assim como a melhor confiabilidade admitindo incerteza na qualidade e/ou quantidade. Considera-se que, à medida que o nível de confiabilidade aumenta, mais caro torna-se o item e o custo da ordem fixa pode aumentar. Portanto, o nível de confiabilidade é uma variável de decisão que afeta o custo unitário.

O modelo de retorno representa uma condição em que o comprador devolve ao fornecedor itens defeituosos para reembolso. Diferentemente, o modelo de reparo incide na condição de que o comprador conserta os itens defeituosos.

O modelo de retorno reflete em uma quantidade maior de pedidos, visto que é necessário em média D unidades extras por unidade de tempo para receber a quantidade de itens sem defeitos em tempo suficiente. Já o modelo de reparo requer a mesma quantidade de pedidos que o modelo LEC, entendido que neste cenário os itens defeituosos são reparados, tornando-se disponíveis para uso. Nesse caso, reparam-se D unidades recebidas, o que resulta em um custo médio de reparo por unidade de tempo.

Chou, Julian e Hung (2009) observaram que Roy e Maite, em 1997, desenvolveram um modelo de LEC considerando um orçamento difuso, restrição na capacidade de armazenamento, demanda influenciada pelo preço unitário e custo de instalação dependente da quantidade comprada. Já Chou, Julian e Hung (2009) revisaram este modelo e propuseram novos procedimentos. Com base no operador max-min, os novos procedimentos fornecem abordagem analítica para resolver o modelo.

Os primeiros modelos de gestão de inventário apropriavam a taxa de custo de manutenção por produto e por unidade de tempo como constantes, entendendo o custo de manutenção proporcional à quantidade de itens disponíveis pelo período de tempo que estão em estoque. Na prática, observa-se que o custo do produto varia com o tempo de forma não linear.

Pando et al. (2013), por sua vez, desenvolveram um modelo de lote econômico em que a taxa da demanda depende da posição de estoque e o custo de manutenção não é linear tanto na quantidade como no tempo em que são armazenados. Ainda, não é permitida falta. No modelo de Pando et al. (2013) são assumidas as seguintes premissas: o estoque é continuamente monitorado; o horizonte de planejamento é infinito; um único item; não é permitida a falta do item; o ressurgimento é instantâneo quando o estoque é esgotado; prazo de entrega é zero; taxa de demanda é uma função conhecida do nível de estoque; o custo da ordem é fixo, independentemente do tamanho do lote; o custo de compra é conhecido e constante; o custo para x unidades do produto armazenadas durante t unidades de tempo é uma função potencial de t e x . Os autores sugerem que poderiam ser atribuídas taxas de desconto e de deterioração, e variações no preço de venda.

O modelo de Pando et al. (2012) busca maximizar o lucro médio por unidade de tempo, atribuindo a premissa de que o custo de segurança por unidade de tempo é uma função potencial convexa da posição de estoque, e a taxa de demanda é uma função potencial côncava do nível de inventário. Pando et al. (2012) concluem que o modelo de estoque é ótimo quando equilibra os três componentes: custo de pedido, custo de manutenção e lucro bruto. Essa regra generaliza

a determinação clássica de Harris (custo de manutenção é igual ao custo de pedido) para a minimização do custo total do estoque quando a taxa de demanda e a taxa de custo de manutenção por item e por período de tempo é constante. Ainda, os autores avaliam que, quando a taxa de demanda depende potencialmente do estoque, a maximização do lucro não é equivalente a minimizar o custo total do estoque. Pando et al. (2012) sugerem um modelo que implica em um menor custo de pedido por período e um maior custo de manutenção e custo total de estoque por período, pois sendo o pedido maior em quantidade assim também se comporta seu estoque médio e o custo associado

Min e Pheng (2007) revisaram o modelo LEC com o propósito de reduzir a quantidade total de pedidos de compra e o custo de transporte, diferentemente do modelo clássico que busca reduzir a soma do custo de pedidos e do custo do transporte. O modelo é proposto sob a ótica da abordagem JIT (*just in time*).

O método de compra JIT fornece os materiais corretos, na quantidade e qualidade corretas, apenas a tempo para sua demanda. Esse método é uma ferramenta importante da filosofia *just in time*, considerada como uma das mais importantes inovações no gerenciamento da produtividade da indústria no século 20.

O estudo de Min e Pheng (2007) evidencia que o modelo proposto é preferível ao clássico, quando indicado o custo anual. O estudo é feito a partir de suposições anteriormente estabelecidas por diversos autores:

- Para a lógica LEC: o custo de pedido é fixo; o custo de transporte é constante por unidade; os custos totais de transporte estão linearmente relacionados ao nível de estoque médio mantido; a demanda anual é conhecida e constante; os pedidos são ordenados de modo que a entrega seguinte chegue no momento em que a quantidade do pedido anterior esgota;

- Para a lógica JIT: os fornecedores de materiais para as empresas JIT produzem e armazenam seus produtos em grandes lotes, e distribuem em pequenas quantidades. Assim, o preço unitário no sistema JIT é maior que o preço do sistema LEC, pois acarreta em maiores custos de transporte.

- Para ambas as lógicas: o preço unitário permanece constante.

Min e Pheng (2007) contribuem com uma nova suposição de que os custos de armazenagem (aluguel, utilitários, salários) do estoque na lógica do LEC estão linearmente relacionados ao nível de estoque médio. O modelo revisado por Min e Pheng (2007) é limitado, e poderia atribuir inflação, taxa de demanda, competitividade de preços.

Cobb, Rumã e Salmerón (2013) apresentam o modelo de estoques de revisão contínua (Q, r) onde Q é a quantidade fixa de unidades de uma ordem de ressuprimento e r é o ponto de pedido. Os autores consideram no modelo as condições de demanda incerta e *leadtime* aleatório. O estudo utiliza o modelo (Q, r) a fim de estabelecer o ponto de reposição e quantidades ótimas em um sistema de estoque quando a demanda por unidade de tempo é log-normal.

Singh et al. (2010) aplicaram ferramentas da economia financeira para questões comuns do gerenciamento de estoques e desenvolveram um modelo de precificação de ativos para definir o tamanho de lote a partir da revisão contínua (Q, r) . O modelo apresentado por Singh et al. (2010) indica que um aumento no risco da demanda, medido pela covariância de demanda com retorno de mercado, incide em um menor ponto de pedido e menor lote quando o tempo de reposição é pequeno.

Chung, Ting e Hou (2009) propõem um método alternativo, através do modelo (Q, r) , para o gerenciamento de estoque de itens A , admitindo que o *leadtime* tem distribuição normal. Diferentemente da premissa de autores anteriores, Chung, Ting e Hou (2009) apontam que a função do custo total não é convexa em geral. São premissas do estudo de Chung, Ting e Hou (2009): a consideração de um único item; a baixa variação na taxa da demanda com o tempo; uma ordem de ressuprimento de tamanho Q só é colocada quando o nível de estoque estiver exatamente no ponto de pedido r ; quando duas ou mais ordens de ressuprimento estiverem simultaneamente pendentes, serão recebidas na ordem de origem. Chung, Ting e Hou (2009) compararam seu método com os propostos por autores anteriores, de modo a sugerir uma solução mais simples e de maior precisão.

O estudo de Chaharsooghi e Heydari (2010) discorre sobre as decisões relacionadas a quantidade e ponto de ressuprimento, e propõe ainda um modelo de coordenação para a cadeia. O objetivo principal de um modelo de coordenação é o gerenciamento de canais e um modelo desse tipo possui duas premissas básicas: i) deve gerar um resultado eficaz a partir da determinação do ponto de pedido ideal para toda a cadeia; e ii) todos os membros da cadeia devem aceitar o sistema. Um modelo de coordenação em uma estrutura de decisão centralizada, em que todos os membros são de propriedade de uma entidade, é um plano operacional com o propósito de tomar decisões ideais com implicância em toda a cadeia. Em vez disso, quando a cadeia possui uma estrutura descentralizada e cada membro é um negócio individual, o plano operacional deve ser processado por um regime de incentivos com benefícios equitativos. Ao praticar um regime de incentivos, a participação de todos os indivíduos envolvidos na cadeia é garantida, e o custo total da cadeia é recalculado e partilhado entre os membros.

São premissas do trabalho de Chaharsooghi e Heydari (2010): i) a demanda insatisfeita é acumulada para ser atendida, mesmo que com atraso; ii) a demanda e prazos são incertos; e iii) um esquema de incentivo baseado em crédito é aplicado para incentivar os membros a participarem do modelo de coordenação. Chaharsooghi e Heydari (2010) seguem o modelo de ponto de ressuprimento combinado com o lote econômico, e evidenciam que a coordenação do ponto de ressuprimento com a quantidade ótima da ordem pode aumentar a lucratividade da cadeia.

O modelo (s, S) utilizado por Qiu, Sun e Fong (2017) contribui para a solução do problema de gerenciamento de estoque de revisão periódica, pois a incerteza de demanda é comumente considerada na prática, em especial a produtos com informações limitadas de distribuição de demanda. Ainda, o modelo aplicado no estudo pode incorporar problemas de itens com restrições orçamentárias.

Hua e Willems (2016) propõem as seguintes suposições sobre o modelo de estoque de segurança (GS): i) existe um custo e *leadtime* associados a cada etapa da cadeia de suprimentos, expressos como C e T - o custo compreende o material direto e custos de mão de obra relacionados às transformações de entradas em saídas e o *leadtime* remete ao tempo necessário para realizar tais transformações, assumindo que os materiais do estágio estão disponíveis; ii) cada período apresenta um serviço de saída garantido S , não negativo, que constitui a quantidade de tempo entre o recebimento de uma ordem e sua entrega. O serviço é garantido na lógica de que a demanda seja menor que um limite superior estabelecido. Ainda, apropria-se um fator de serviço k . O estudo de Hua e Willems (2016) aplica o modelo GS para determinar uma política ótima para o nível de estoque de segurança e seu custo associado, e sustenta uma contribuição no que se refere ao custo da cadeia de suprimentos e ao prazo de entrega.

Chen e Li (2015) utilizam a abordagem de serviço garantido (GS) para otimizar os parâmetros do modelo (R, Q) em um gerenciamento de estoque de revisão contínua. Na abordagem original do GS não são considerados os custos de pedidos. Entende-se que com o desenvolvimento da tecnologia da informação tais custos tenham sido consideravelmente reduzidos, porém os custos de transportes aumentaram consideravelmente, devido, por exemplo, ao aumento nos preços de combustíveis. Assim, tais custos são ponderados no modelo.

Em relação aos modelos avançados, o estudo de Lee et al. (2013) sugere um algoritmo genético (GA) para resolver a problemática de tamanho de lote com múltiplos fornecedores, quando esta torna-se muito complexa. O modelo tem como objetivo a minimização dos custos

totais, que incluem custos de pedido, de manutenção de estoques e de transporte. São premissas desse estudo: múltiplos fornecedores; múltiplos períodos; descontos por quantidade; não é permitida a falta; custo de pedido variável.

Lee et al. (2013) apresentam um modelo de dimensionamento de lote com descontos por quantidade para minimizar o custo total ao longo do horizonte de planejamento. Os autores afirmam que, quando um caso se torna demasiadamente complexo, o algoritmo genético satisfaz o nível de serviço desejado por encontrar soluções muito próximas do ótimo. Logo, é muito aplicado em cenários reais.

O Quadro 1, apresenta uma síntese dos modelos discutidos. São apresentados os modelos, suas principais contribuições e limitações e os autores mencionados (revisão sistemática):

Quadro 1 - Síntese dos modelos

(continua)

| Modelo | Contribuições | Limitações | Autores |
|----------------------|---|---|---|
| LEC | - Equilíbrio entre custos de aquisição e custos de manutenção | - Quantidade de material solicitado pode estar vinculada a interesses entre cliente –fornecedor | Min e Pheng (2007); Björk (2009); Chou, Julian e Hung (2009); Tajbakhsh, Lee e Zolfaghari (2010); Pando et al. (2013); Cárdenas-Barrón, Chung e Treviño-Garza (2014) e Kazemi et al. (2015) . |
| Revisão contínua | - Adequado para itens críticos, pois há acompanhamento mais próximo e respostas mais rápidas - Quantidade de ressuprimento é constante e pode ser utilizado o LEC | - Requer mais recursos para ser utilizado, pois cada entrada e saída de materiais deve ser devidamente registrada | Chung, Ting e Hou (2009); Chaharsooghi e Heydari (2010); Singh et al. (2010) e Cobb, Rumã e Salmerón (2013). |
| Revisão periódica | - Útil quando há muitos itens diferentes comprados de um mesmo fornecedor (economia de escala na compra) | - Implicação em um estoque médio maior (para proteção contra faltas e atrasos durante o período. | Qiu, Sun e Fong (2017). |
| Estoque de segurança | - Proteção para aumento repentino da demanda - Proteção para demora do procedimento do pedido de compra - Proteção para atraso na entrega por parte do fornecedor | N/A | Chen e Li (2015) e Hua e Willems (2016). |

(conclusão)

| | | | |
|--------------------|---|---|--------------------|
| Algoritmo genético | - Permite encontrar soluções ótimas, ou o mais próximo do ideal em ambientes com problemas complexos. | - Complexidade na utilização do modelo. | Lee et al. (2013). |
|--------------------|---|---|--------------------|

Fonte: a autora (2019).

O modelo de lote econômico de compras é percebido como o mais praticado e com diferentes abordagens. São variações do modelo original os modelos que não aceitam falta, os que admitem falta total ou parcial, o modelo com crédito comercial e os que aceitam a possibilidade de retorno e reparo dos materiais. Ainda, é possível a incorporação do conceito de aprendizagem no modelo LEC, sendo que o aprendizado acumulado gera maior confiabilidade nos resultados.

Sobre os modelos de revisão contínua, a implicância em menores níveis de estoque médio e custos totais remetem a um maior interesse para aplicação nas empresas. Sobre os modelos de revisão periódica, na sua versão original não se impõem restrições quanto à quantidade mínima de reposição, o que não é a prática usual das empresas. Por esse motivo, a aplicação de deste modelo pode ficar limitada quando consideradas as condições da relação cliente-fornecedor.

Independentemente do modelo de revisão (contínua ou periódica), a determinação de estoques de segurança necessários para dar cobertura à variabilidade do *lead time* de ressuprimento e à variabilidade da demanda também deve ser considerada, principalmente quanto ao fator de serviço desejado. Assim, o dimensionamento de estoques de segurança é básico na temática de gerenciamento de estoques.

A partir das abordagens discutidas, o Quadro 2 apresenta a aderência dos modelos à gestão de estoques proposta neste estudo.

Quadro 2 - Aderência dos modelos

(continua)

| Modelo | Grau de aderência com o propósito da dissertação | Justificativa |
|--------|--|--|
| LEC | Alto | <ul style="list-style-type: none"> - Adequado para todos os itens porque o pedido de compra com quantidade ideal, ou próxima ao ideal, minimiza os custos totais de estoque. - Restrições de fornecedores quanto a pedidos de compra com quantidade mínima deverão ser consideradas. - Possíveis economias de escala em transporte ou quantidades compradas deverão ser consideradas. |

(conclusão)

| | | |
|----------------------|-------|---|
| Revisão contínua | Alto | - Adequado para itens como garrafas porque são itens de valor considerável e o modelo permite acompanhamento próximo e imediato. |
| Revisão periódica | Baixo | - Embora itens como tampas, rótulos e caixas sejam comprados de um mesmo fornecedor (permitindo economia em escala), este método implicaria em aumento nos níveis de estoque. |
| Estoque de segurança | Médio | - Adequado para todos os itens porque protege contra alterações na demanda, atraso no processamento de pedido e atraso no <i>leadtime</i> de ressuprimento. - Incide em estoques médios maiores. |
| Modelos avançados | Baixo | - No momento é inadequada a proposição de modelos avançados para a empresa analisada, pois a mesma não tem maturidade para implementar tais controles. |

Fonte: a autora (2019).

Findada a etapa de análise de conteúdo, entende-se que os objetivos da revisão sistemática foram alcançados. Foram apresentados os principais modelos de gestão de estoques, e suas contribuições, mas suas limitações não foram suficientemente exploradas. É importante destacar que não foram discutidos modelos matemáticos avançados, pois não correspondem à expectativa deste estudo.

3. MÉTODO

Neste capítulo apresenta-se o método adotado no desenvolvimento do trabalho, tendo como embasamento os conhecimentos teóricos e as condições atuais da empresa sob estudo. Primeiramente, define-se o método de pesquisa quanto ao tipo de abordagem e aos procedimentos metodológicos aplicados, a fim de caracterizar este trabalho. Em seguida, retrata-se o planejamento da pesquisa, delimitando os procedimentos de coleta e análise dos dados.

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

O método científico corresponde à sistematização de instrumentos utilizados nas ciências, seus fundamentos, validade e relação com teorias científicas (GETHARDT; SILVEIRA, 2009). Em geral, um método científico transmite a linha de raciocínio adotada no desenvolvimento da pesquisa, sendo os procedimentos intelectuais e técnicos aplicados na investigação de um problema (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O conhecimento científico, de acordo com Lakatos e Marconi (2007) apud Prodanov e Freitas (2013), é considerado como real, contingente, sistemático, verificável/demonstrável, falível e aproximadamente exato. Para atender tais parâmetros, determina-se o tipo de pesquisa a ser desenvolvida. São classificações básicas de uma pesquisa: i) do ponto de vista de sua natureza, básica ou aplicada; ii) do ponto de vista da forma de abordagem, quantitativa ou qualitativa; iii) do ponto de vista de seus objetivos, exploratória, descritiva e explicativa; iv) do ponto de vista dos procedimentos técnicos, bibliográfica, documental, experimental, levantamento (*survey*), estudo de caso, *ex-post facto*, pesquisa-ação e participante (SILVA; MENEZES, 2005).

Quanto à natureza, Silva e Menezes (2005), Gerhardt e Silveira (2009) e Prodanov e Freitas (2013) afirmam que uma pesquisa básica objetiva gerar conhecimentos novos, a partir de verdades e interesses universais e sem finalidade imediata, diferentemente da pesquisa aplicada, que busca a solução de problemas específicos, a partir de conhecimentos para aplicação prática e de finalidade imediata. Assim, determina-se a natureza deste trabalho como aplicada, pois trata do problema de gerenciamento de estoque de embalagens de uma indústria de bebidas, consistindo em um interesse específico e uma finalidade imediata.

A primeira etapa deste estudo é caracterizada como qualitativa-exploratória. Mascarenhas (2012) denota que a pesquisa com abordagem qualitativa tem a finalidade de minuciar o objeto de análise, sendo corriqueira em estudos acerca do comportamento de indivíduos. O autor define ainda que, nessa abordagem, os dados podem ser levantados e avaliados simultaneamente, e os materiais detalhados buscando total percepção do objeto de estudo. Referente aos objetivos, Prodanov e Freitas (2013) observam que a pesquisa exploratória visa proporcionar maiores informações sobre o problema, a fim de construir hipóteses.

A segunda etapa deste estudo é definida como quantitativa-descritiva. A pesquisa com abordagem quantitativa, conforme Silva e Menezes (2005), considera que todos os elementos podem ser quantificáveis, transformando em números as informações para posterior classificação e análise. Já a pesquisa descritiva busca classificar, explicar e interpretar fatos sobre o assunto, enquanto a pesquisa explicativa tem a necessidade de aprofundamento da realidade, através de manipulação e controle das variáveis. Este estudo assume características descritivas ao observar, registrar, analisar e ordenar os dados, e se propõe a classificar e interpretar o cenário e as condições da empresa em relação ao tema estoques.

Quantos aos procedimentos técnicos, esta dissertação assume: i) pesquisa bibliográfica; e ii) pesquisa documental. A pesquisa bibliográfica foi realizada na etapa de revisão sistemática de literatura, cujos resultados são apresentados no capítulo 2 do presente trabalho. Já a pesquisa documental, que se refere à busca e organização de informações em materiais ainda sem tratamento analítico, foi utilizada para os demais procedimentos relativos à gestão de estoques na empresa.

3.2 MÉTODO DO TRABALHO

O objeto de estudo desta pesquisa foram os materiais destinados à embalagem dos produtos da empresa. Por determinação da ANVISA, prevista na resolução RDC nº 259, embalagens são definidas como “o recipiente, o pacote ou a embalagem destinada a garantir a conservação e facilitar o transporte e manuseio dos alimentos”. Ainda, a regulamentação determina a seguinte classificação de embalagens: i) embalagem primária ou envoltório primário – é a embalagem que está em contato direto com os alimentos; ii) embalagem secundária ou pacote – é a embalagem destinada a conter a(s) embalagem(ns) primária(s); e iii) embalagem terciária – é a embalagem destinada a conter uma ou várias embalagens secundárias.

De acordo com essa especificação, foram consideradas neste estudo as três classes de embalagens, conforme ilustrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação de embalagens

| Embalagem primária | Embalagem secundária | Embalagem terciária |
|------------------------|---|---|
| - Garrafas - Tampas | - Caixas - Fitas adesivas - Rótulos | - Filme <i>stretch</i> - <i>Pallet</i> |

Fonte: a autora (2019).

É importante considerar que cada marca de produto tem sua respectiva família de embalagens. Atualmente, a empresa produz sete marcas diferentes de bebidas não alcoólicas, entre sucos e chás, cada uma envasada em diferentes medidas. Apenas as embalagens referentes ao envase de sucos foram analisadas, devido à produção em baixa escala dos chás (em fase de prospecção de clientes). No Quadro 4 são ilustradas as opções de produtos (sucos) para cada linha de produção.

Quadro 4 - Produtos da empresa

| Produto | 1500 ml | 1000 ml | 900 ml | 300 ml |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| Marca A | x | x | | |
| Marca B | x | | x | |
| Marca C | x | | x | |
| Marca D | x | | | |
| Marca E | x | | | |
| Marca F | | x | | x |
| Marca G | | x | | |

Fonte: a autora (2019).

Os materiais de embalagem foram separados em itens comuns e itens específicos para cada produto final. Identificados os materiais, iniciou-se a pesquisa. O Quadro 5 apresenta os procedimentos de coleta e análise dos dados para cada etapa do estudo.

Quadro 5 - Procedimentos de coleta x análise de dados

(continua)

| Etapa | | Coleta | Análises e Resultados |
|-------|-----------------------|--|---|
| 1º | Revisão de literatura | Análise do grau de aderência dos modelos de gestão de estoques ao propósito da dissertação | - Identificação do modelo mais adequado |

(conclusão)

| | | | |
|----|------------------------------------|--------------------|--|
| 2° | Pesquisa documental | Análise documental | - Mapeamento do fluxo de materiais - Mapeamento do fluxo de informações |
| 3° | Simulação dos resultados do modelo | N/A | - Previsão de demanda - LEC - Estoque de segurança - Ponto de ressuprimento |

Fonte: a autora (2019).

A primeira etapa consistiu em revisar a literatura e estruturar um modelo de gerenciamento de estoques a partir dos conceitos compreendidos na análise sistemática e que atendessem às características e necessidades da empresa. Nesse modelo foram contemplados os conceitos de lote econômico de compras, revisão contínua e estoque de segurança.

A segunda etapa consistiu no diagnóstico da gestão de estoques na empresa através da pesquisa documental. Foram coletados dados, via sistema, sobre históricos de demanda do produto acabado; níveis de estoque dos materiais comprados e seu custo médio de aquisição; e *lead time* de ressuprimento dos itens. Com os dados incorporados em uma planilha eletrônica, foi analisado o comportamento da demanda através do cálculo da média e do desvio padrão.

A terceira etapa consistiu na proposição do modelo. A partir do custo de pedido, taxa de retorno de investimento e demanda média, foram calculados os lotes econômicos de compra para cada item. Através da demanda média, desvio padrão da demanda e *lead time* de ressuprimento, foram calculados os pontos de ressuprimento. Com a indicação do nível de serviço desejado, *lead time* médio de ressuprimento e seu desvio padrão, e demanda média e seu desvio padrão, foram projetados os níveis de estoque de segurança. Feito isso, foi simulado o desempenho do modelo proposto, o qual foi comparado com os resultados da gestão atual. O Quadro 6 detalha os dados coletados e analisados em cada etapa do estudo. Foram considerados dados do período de 01/01/2018 a 30/10/2019.

Quadro 6 - Detalhamento dos dados coletados e analisados por etapa

(continua)

| Etapa | | Dados |
|-------|---|---|
| 1° | Diagnóstico do fluxo de materiais e de informações (entrevistas com gestores e pesquisa documental) | - Saldo do estoque de embalagens - Custo de aquisição de embalagens - Custo de oportunidade (taxa de retorno de investimento) - <i>Lead time</i> de ressuprimento - Nível de serviço desejado - Restrições de fornecedores - Demanda (média, desvio padrão) |

(conclusão)

| | | |
|----|---|---|
| 2° | Proposição do modelo de gerenciamento de estoques | N/A (etapa propositiva) |
| 3° | Aplicação do modelo proposto | <ul style="list-style-type: none">- Previsão de demanda- Lote Econômico de Compras- Ponto de ressuprimento- Estoque de segurança- Nível médio de estoque- Comparativo entre modelo proposto e gestão atual |

Fonte: a autora (2019).

4. RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados do estudo. Para isso, subdivide-se nas seguintes seções: i) descrição dos dados; ii) proposição e aplicação do modelo; e iii) discussão dos resultados.

Na primeira seção, são identificados e explorados os dados obtidos nas análises documentais a fim de mapear a atual abordagem aplicada pela empresa para a gestão dos estoques de materiais de embalagem. Na segunda seção é proposto o modelo de gestão de estoque a fim de simular o cenário ideal referente às compras de embalagens da empresa. Por fim, tem-se o embasamento para discutir os resultados obtidos na simulação e confrontá-los com o gerenciamento atual aplicado na empresa.

4.1 DESCRIÇÃO DOS DADOS

Nesta seção são detalhadas as informações referentes aos itens de embalagens da empresa, assim como sua administração. São relatadas especificações dos itens no que se refere a sua relevância nos custos de estoque, particularidades no gerenciamento de pedidos de compras e histórico de demanda no período de 2018 a outubro de 2019. Através da análise dos dados coletados, propõe-se o modelo de gestão a ser aplicado.

4.1.1 Classificação ABC

A determinação da estratégia de gerenciamento de estoques implica em um entendimento profundo sobre a demanda e características dos itens, além da possibilidade de agrupá-los e viabilizar sua posterior análise. A classificação ABC se apresenta como ferramenta conveniente para tal.

Primeiramente foram coletados os dados referentes aos custos de aquisição de cada item de embalagem (individualmente e unitário). Após isso, esses dados foram confrontados com a quantidade utilizada para a produção de uma caixa de cada produto, visto que as vendas são realizadas e contabilizadas por caixa e não garrafas.

Na Tabela 1 estão detalhados os custos do produto, em reais. Os itens fita adesiva, filme *stretch* e *pallets* estão agrupados na categoria ‘outros’, pois individualmente não representam relevância nesta análise (custo por caixa).

Tabela 1 - Custos de aquisição

| Produto | Garrafa | Rótulo | Tampa | Caixa | Outros | Custo Unit. | Unid/caixa | Custo/caixa |
|----------------|---------|--------|-------|-------|--------|-------------|------------|-------------|
| 1500 ml | | | | | | | | |
| Marca A | 1,83 | 0,11 | 0,09 | 0,13 | 0,05 | 2,21 | 6 | 13,26 |
| Marca B | 1,83 | 0,11 | 0,09 | 0,13 | 0,05 | 2,21 | 6 | 13,26 |
| Marca C | 1,83 | 0,18 | 0,09 | 0,13 | 0,05 | 2,28 | 6 | 13,68 |
| Marca D | 1,83 | 0,19 | 0,09 | 0,13 | 0,05 | 2,29 | 6 | 13,74 |
| Marca E | 1,83 | 0,23 | 0,09 | 0,13 | 0,05 | 2,33 | 6 | 13,98 |
| 1000 ml | | | | | | | | |
| Marca A | 1,32 | 0,18 | 0,14 | 0,12 | 0,04 | 1,80 | 6 | 10,80 |
| Marca F | 1,32 | 0,14 | 0,14 | 0,12 | 0,04 | 1,76 | 6 | 10,56 |
| Marca G | 1,32 | 0,17 | 0,14 | 0,12 | 0,04 | 1,79 | 6 | 10,73 |
| 900 ml | | | | | | | | |
| Marca B | 1,49 | 0,29 | 0,14 | 0,11 | 0,04 | 2,07 | 6 | 12,42 |
| Marca C | 1,49 | 0,29 | 0,14 | 0,11 | 0,04 | 2,07 | 6 | 12,42 |
| 300 ml | | | | | | | | |
| Marca F | 0,63 | 0,17 | 0,14 | 0,12 | 0,02 | 1,08 | 12 | 12,96 |

Fonte: a autora (2019).

Seguindo, na Tabela 2 foram contabilizadas as vendas de 2018 e categorizadas por produto, identificando a representatividade de cada produto na venda total do ano. A quantidade de vendas está expressa em número de caixas.

Tabela 2 - Representatividade dos produtos em 2018

| Produto | Vendas 2018 | Representatividade |
|----------------|-------------|--------------------|
| (continua) | | |
| 1500 ml | | |
| Marca A | 140.783 | 44,8% |
| Marca B | 92.412 | 29,4% |
| Marca C | 1.221 | 0,4% |
| Marca D | 27.387 | 8,7% |
| Marca E | 3.013 | 1,0% |
| 1000 ml | | |
| Marca A | 2.535 | 0,8% |
| Marca F | 6.715 | 2,1% |
| Marca G | 37.205 | 11,8% |
| 900 ml | | |
| Marca B | - | - |

| (conclusão) | | |
|---------------|----------------|-------------|
| Marca C | - | - |
| 300 ml | | |
| Marca F | 2.820 | 0,9% |
| Total | 314.091 | 100% |

Fonte: a autora (2019).

Por fim, foram identificados os itens de maior expressão na aquisição de embalagens no ano de 2018, mediante a classificação ABC. Os resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação ABC

| Item | % | Total categoria | Classificação ABC |
|----------|-------|-----------------|-------------------|
| Garrafas | 81,3% | 81,3% | A |
| Rótulos | 5,8% | | |
| Tampas | 6,0% | 16,4% | B |
| Caixas | 4,6% | | |
| Outros | 2,3% | 2,3% | C |
| Total | 100% | | |

Fonte: a autora (2019).

Assim, devido à grande relevância das garrafas, esse foi o item avaliado no estudo. Cabe salientar que as garrafas utilizadas pela empresa se subdividem nos seguintes tamanhos: 1500 ml, 1000 ml, 900 ml e 300 ml.

4.1.2 Gerenciamento de pedidos de compra

Referindo-se às garrafas, usualmente as compras são realizadas de um único fornecedor. Diferentes fornecedores são contatados para orçamento e se estabelece um acordo com o fornecedor eleito, estipulando valores e quantidades previstas no horizonte de um ano. Assim, durante esse período é mantida fidelidade com o fornecedor, se este mantém asseguradas a disponibilidade de entrega e a qualidade do item.

O fornecedor atual está situado no estado de Santa Catarina, mas detém um centro de distribuição no município de Caxias do Sul/RS, o que representa um *lead time* de entrega de dois dias a partir do pedido realizado. Os pedidos de compra são enviados a cada 15 dias, sendo que a quantidade solicitada é prevista com base nos compromissos assumidos com os clientes (mercados). Mensalmente, a empresa visita os mercados clientes a fim de acompanhar as vendas, negociar promoções e acordar o fechamento de pedidos para um horizonte de curto

prazo (1 a 2 meses), sendo que ações para épocas especiais, Natal por exemplo, são discutidas com cerca de três meses de antecedência.

Em relação ao custo para efetuar um pedido de compra na empresa, leva-se em consideração tempo e recursos envolvidos para sua elaboração, admitindo o valor de R\$ 100,00 por pedido.

4.1.3 Demanda

Com o propósito de detalhar a demanda, buscou-se o histórico de vendas da empresa no período entre janeiro de 2018 até outubro de 2019. Os dados foram tabelados mensalmente e por dimensão da garrafa, desconsiderando a marca de cada produto, posto que as garrafas são as mesmas para as diferentes marcas de produto. As vendas da empresa são contabilizadas por caixas, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Demanda mensal

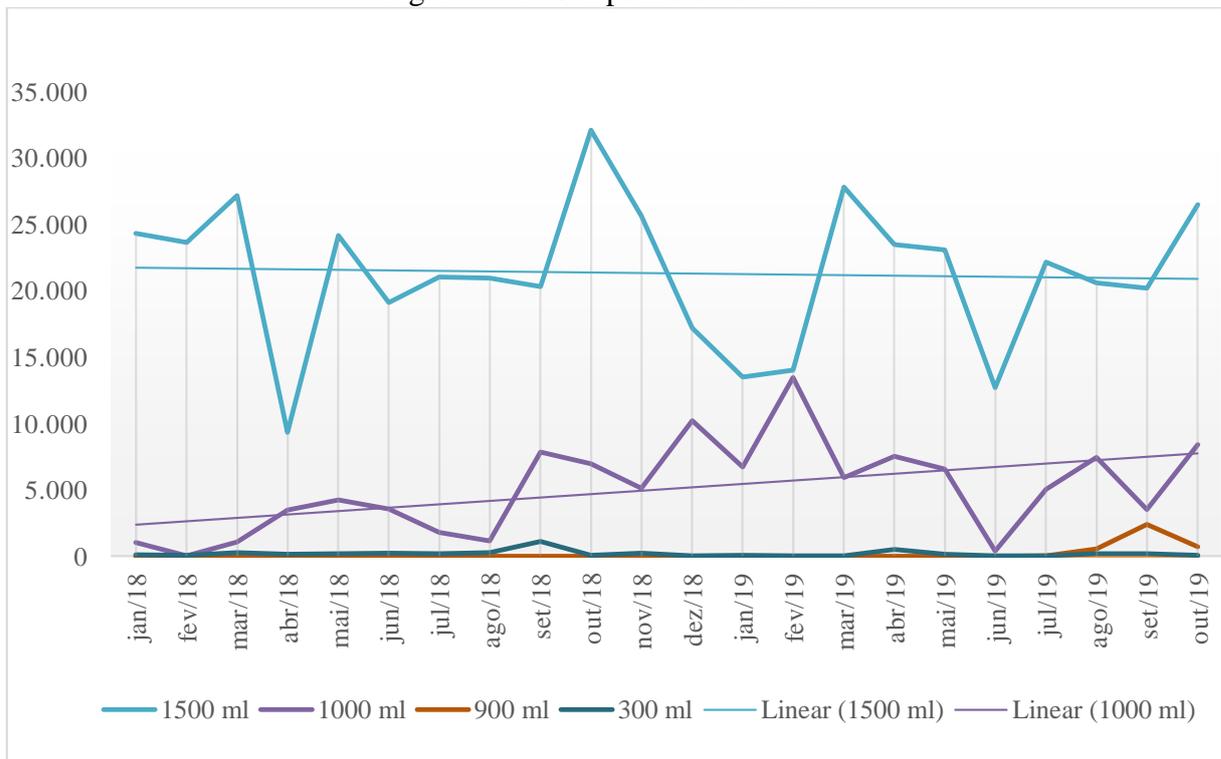
| | (continua) | | | |
|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Demanda | 1500 ml | 1000 ml | 900 ml | 300 ml |
| 2018 | | | | |
| Janeiro | 24.304 | 1.020 | - | 91 |
| Fevereiro | 23.614 | 24 | - | 72 |
| Março | 27.167 | 1.083 | - | 257 |
| Abril | 9.317 | 3.470 | - | 136 |
| Maio | 24.140 | 4.232 | - | 195 |
| Junho | 19.094 | 3.547 | - | 211 |
| Julho | 21.024 | 1.801 | - | 194 |
| Agosto | 20.955 | 1.161 | - | 244 |
| Setembro | 20.304 | 7.836 | - | 1.102 |
| Outubro | 32.076 | 6.964 | - | 69 |
| Novembro | 25.639 | 5.128 | - | 218 |
| Dezembro | 17.181 | 10.190 | - | 31 |
| Total 2018 | 264.815 | 46.456 | 0 | 2.820 |
| 2019 | | | | |
| Janeiro | 13.507 | 6.722 | - | 50 |
| Fevereiro | 13.999 | 13.440 | - | 16 |
| Março | 27.801 | 5.902 | - | 17 |
| Abril | 23.477 | 7.522 | - | 519 |
| Maio | 23.057 | 6.542 | - | 132 |
| Junho | 12.704 | 363 | - | 5 |
| Julho | 22.140 | 5.045 | 24 | 23 |
| Agosto | 20.598 | 7.443 | 525 | 168 |
| Setembro | 20.200 | 3.511 | 2.384 | 165 |

| | | | | (conclusão) |
|--------------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| Outubro | 26.477 | 8.400 | 705 | 45 |
| Total 2019 | 203.960 | 64.890 | 3.638 | 1.140 |
| Total Geral | 468.775 | 111.346 | 3.638 | 3.960 |

Fonte: a autora (2019).

Para uma melhor visualização do histórico é apresentada a Figura 7, na qual é possível acompanhar o desempenho da demanda no período designado.

Figura 7 - Desempenho da demanda



Fonte: a autora (2019).

A Tabela 4 identifica a média, desvio padrão e coeficiente de variação da demanda de cada item, a fim de aclarar a análise da demanda no período.

Tabela 5 - Estatísticas da demanda

| | 1500 ml | 1000 ml | 900 ml | 300 ml |
|-------------------------|---------|---------|--------|--------|
| Média | 21.308 | 5.061 | 910 | 180 |
| Desvio Padrão | 5.333 | 3.369 | 887 | 232 |
| Coeficiente de variação | 25% | 67% | 98% | 129% |

Fonte: a autora (2019).

Identifica-se que os produtos de 1500 ml apresentam demanda mais regular do que à dos demais produtos, evidenciando também uma ligeira tendência de declínio. Já os produtos de 1000 ml apresentam maior variabilidade do que os de 1500 ml, conforme evidenciado no coeficiente de variação (Tabela 5), além de uma tendência de crescimento ao longo do período. Também é possível identificar que, nos dois momentos de maior queda na demanda de produtos de 1500 ml, os produtos de 1000 ml apresentaram crescimento em relação ao período imediatamente anterior.

A demanda dos produtos de 300 ml mostra-se bem inferior aos dois outros itens comentados e apresenta maior variabilidade, conforme se verifica no coeficiente de variação (Tabela 5). Já os produtos de 900 ml começaram a compor o portfólio da empresa em julho de 2019; logo, a interpretação de tendência para esse item ainda se mostra inconclusiva.

4.2 PROPOSIÇÃO DO MODELO

A fim de proporcionar uma análise profunda neste estudo, a operacionalização do modelo de gestão de estoque é desenvolvida respeitando a classificação ABC, considerando apenas o item garrafa. Compreendido o histórico de vendas de janeiro de 2018 a outubro de 2019, submeteu-se os dados à previsão de demanda de cada dimensão de garrafa segundo diferentes métodos de previsão. Os dados foram tabelados e comparados visando identificar o método com menor desvio padrão para cada item. A Tabela 5 relaciona os desvios padrões calculados em cada método para cada item. É importante observar que os valores estão expressos em unidades de garrafas (diferentemente da demanda, expressa anteriormente em unidades de caixas).

Tabela 6 - Desvios padrões por item

| Item | Média Móvel 3 Meses | Último Período | Método dos Mínimos Quadrado | Ponderação Exponencial |
|-------------|--------------------------------|-----------------------|--|-----------------------------------|
| 1500 ml | 46.223 | 42.954 | 33.654 | 35.892 |
| 1000 ml | 22.289 | 29.852 | 26.793 | 25.958 |
| 900 ml | 4.555 | 5.109 | 2.787 | 4.847 |
| 300 ml | 2.429 | 2.699 | 3.536 | 2.081 |

Fonte: a autora (2019).

Para seguir com a proposição do modelo, considera-se o método de menor desvio padrão para cada item, como especificado na Tabela 7:

Tabela 7 - Item x método de previsão

| Item | Menor desvio padrão | Método de Previsão |
|---------|---------------------|------------------------|
| 1500 ml | 33.654 | Mínimos Quadrados |
| 1000 ml | 22.289 | Média Móvel 3 meses |
| 900 ml | 2.787 | Mínimos Quadrados |
| 300 ml | 2.081 | Ponderação Exponencial |

Fonte: a autora (2019).

Definido melhor método de previsão de demanda para cada item, calculou-se o estoque de segurança para o nível z desejado pela empresa e, após isso, determinaram-se o lote econômico e o ponto de ressuprimento. O nível de serviço ficou determinado como 99%, sendo 2,32635 o fator de segurança (z) utilizado para os cálculos. A Tabela 8 apresenta os resultados da estratégia proposta.

Tabela 8 - Modelo proposto

| Modelo | 1500 ml | 1000 ml | 900 ml | 300 ml |
|---------------------------|---------------|--------------|--------------|------------|
| Estoque de segurança I | 78.291 | 51.852 | 6.483 | 4.841 |
| Estoque de segurança II | 13.941 | 3.871 | 346 | 102 |
| LEC | 42.760 | 26.529 | 7.466 | 6.218 |
| Ponto de ressuprimento I | 87.585 | 54.432 | 6.713 | 4.908 |
| Ponto de ressuprimento II | 23.236 | 6.451 | 577 | 169 |
| Estoque médio I | 99.671 | 65.116 | 10.215 | 7.950 |
| Estoque médio II | 35.321 | 17.135 | 4.079 | 3.211 |
| Custo de estoque | | | | |
| Estoque de segurança I | R\$ 14.327,27 | R\$ 6.844,40 | R\$ 965,91 | R\$ 304,96 |
| Estoque de segurança II | R\$ 2.551,27 | R\$ 510,95 | R\$ 51,56 | R\$ 6,39 |
| LEC | R\$ 3.912,50 | R\$ 1.750,91 | R\$ 556,20 | R\$ 195,88 |
| Custo Total | | | | |
| Cenário I | R\$ 18.239,77 | R\$ 8.595,31 | R\$ 1.522,10 | R\$ 500,84 |
| Cenário II | R\$ 6.463,77 | R\$ 2.261,85 | R\$ 607,76 | R\$ 202,27 |

Fonte: a autora (2019).

Na Tabela 8 foram especificadas duas situações: no cenário I é considerado o estoque de segurança de acordo o desvio padrão da demanda (cálculo padrão), enquanto o cenário II apresenta a proposta que considera estoque de segurança para apenas dois dias, que corresponde ao *lead time* de ressuprimento do atual fornecedor da empresa.

Cabe salientar que, devido à variabilidade da demanda ao longo do período, a incidência de altos desvios padrões desencadeiam maior estoque de segurança no cenário I. Por esse motivo e considerando o *lead time* do atual fornecedor de garrafas, optou-se pelo modelo II como estratégia de gestão proposta para esta empresa em estudo, refletindo em menores custos de estoque.

4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para apresentação dos resultados, foram verificados os estoques mensais praticados pela empresa, de janeiro a outubro de 2019. Na Tabela 9 compara-se o estoque médio mensal de garrafas no cenário atual com o modelo simulado (opção II).

Tabela 9 - Comparativo cenário real x simulado

| | 1500 ml | 1000 ml | 900 ml | 300 ml |
|---------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Estoque médio | | | | |
| Real | 55.094 | 31.612 | 5.709 | 12.876 |
| Simulado | 35.321 | 17.135 | 4.079 | 3.211 |
| Desempenho | -35,9% | -45,8% | -28,6% | -75,1% |
| Custo de estoque | | | | |
| Real | R\$ 10.082,26 | R\$ 4.172,72 | R\$ 850,65 | R\$ 811,17 |
| Simulado | R\$ 6.463,77 | R\$ 2.261,85 | R\$ 607,76 | R\$ 202,27 |
| Desempenho | -35,9% | -45,8% | -28,6% | -75,1% |
| Custo de implantação do modelo | -R\$ 19.176,43 | -R\$ 15.702,35 | -R\$ 2.085,26 | -R\$ 6.046,28 |
| Custo total de implantação | -R\$ 43.010,33 | | | |

Fonte: a autora (2019).

O modelo de gerenciamento de estoques proposto mostra-se de viável aplicação, possibilitando redução expressiva tanto no volume quanto no custo de estoque – que representa o custo de oportunidade de manter estoques - praticado atualmente. Isso significa que, além da melhora no desempenho financeiro, o espaço físico necessário para o estoque de garrafas também pode ser significativamente reduzido com a aplicação do modelo proposto. Igualmente, a redução de custos por deixar de comprar garrafas até que o estoque real satisfaça ao estoque do modelo proposto representa resultados expressivos.

Além do desempenho satisfatório verificado no comparativo (Tabela 9), ressalta-se a manutenção do nível de serviço desejado e que as projeções tanto para quantidade do lote econômico de compras como para o ponto de ressuprimento são funcionais e compatíveis com a execução prática na empresa. Embora a quantidade de pedidos a serem feitos seja maior que a atual, a operação para emissão dos pedidos é simples, não acarretando dificuldade para a aplicação do modelo. O lote econômico de compras também é aceitável, dado que se equilibra com as quantidades para fornecimento em cargas fechadas, não gerando adicional de frete. Reconhece-se que a praticidade gerencial do modelo proposto também é um fator relevante

para a aceitação na empresa, consolidando sua qualidade favorável para a implementação da estratégia.

Ainda, observa-se que os resultados deste estudo confirmam os achados da literatura, como citado por Catapan et al. (2014) que são propósitos dos estoques a garantia de manutenção das atividades da empresa e a viabilização para economias de escala. No entanto, diferente dos modelos tomados como referência teórica - Hua, Willems (2016) e Staudt (2011) - a estratégia proposta determinou critérios específicos para o estoque de segurança, interessada em minimizar a quantidade em função dos desvios da previsão da demanda, mas ainda garantindo o nível de serviço desejado. Também, a dificuldade encontrada com os altos índices de desvios padrões constatados nos métodos de previsões de demanda podem ser abordadas em estudos futuros dedicando-se tão somente à aplicação de metodologias avançadas de previsão, com possível embasamento nas pesquisas de Alves et al. (2019) e Ribeiro e Werner (2006), que tratam de modelos compostos através da integração de previsões.

4.4 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

Para migrar do atual gerenciamento de estoques para o modelo proposto neste estudo, faz-se necessário apresentar um plano de implementação, detalhando as ações a serem operacionalizadas. O Quadro 7 especifica o passo a passo desse plano.

Quadro 7 - Plano de implementação

(continua)

| Fase | Atividade | Procedimentos | Prazo | Área responsável |
|-------------|-------------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| I | Realização de inventário | - Atualização/correção de possíveis discrepâncias entre o inventário físico (real) e o informado (sistema). - Definição de períodos para conferência do inventário (checagem). | Imediato/ Periódico | PCP |
| | Parametrização no sistema ERP | - Estoque de segurança - Ponto de ressuprimento - LEC - Estoque médio | Imediato/ Periódico | PCP |
| II | Nivelamento | - Adaptação inicial entre quantidades reais de estoque e estoque médio calculados no modelo. | Imediato | PCP/ Compras |
| | Acordo com fornecedores | - Comunicar fornecedores sobre tamanhos de lotes de ressuprimento e acuracidade do tempo de entrega. | Imediato/ Periódico | Compras |

(conclusão)

| | | | | |
|-----|-----------------------|---|-----------|-----------------------|
| III | Atualização de dados | - Custos de aquisição de material - Custo do pedido - Níveis de serviço desejado - Volume de demanda | Periódico | Compras/ Comercial |
| IV | Reavaliação do modelo | - Considerar diferentes modelos de gestão de estoque para validação do que mais equilibra e atende aos interesses e condições da empresa (custo de estoque <i>versus</i> nível de serviço). | Periódico | PCP/ Comercial |

Fonte: a autora (2019).

Para inicializar a implementação do modelo, serão simultaneamente desenvolvidas as atividades de inventário e parametrização no sistema, sendo que a primeira deverá corrigir qualquer discrepância de estoque físico, reduzindo margem de erro para aplicação do modelo. A parametrização no sistema ERP também ocorre no primeiro momento, entendido que seus valores e quantidades já estão determinadas no modelo. Ainda, deverá ser configurada a rotina de uso do sistema, a fim de gerar alerta para emissão de novos pedidos de compra, atingimento do ponto de ressuprimento e estoque de segurança.

Na segunda fase serão niveladas as quantidades iniciais de estoque com as definidas no modelo, realizando acompanhamento mais próximo até a emissão do próximo pedido de compra e gerenciando qualquer possível erro na configuração do sistema. Também deverá ser tratado com os fornecedores os novos tamanhos de lotes de compra e prazo máximo para entrega do pedido, acordando as responsabilidades das partes envolvidas.

A terceira fase será realizada periodicamente, verificando as atualizações de dados relacionados à aquisição dos materiais e interesses da empresa, assim como a demanda dos produtos, mantendo o modelo proposto adequado às condições encontradas. Por fim, também periodicamente (em um maior prazo de tempo), diferentes modelos de gestão de estoque deverão ser novamente simulados na estrutura da empresa, a fim de validar ou ajustar o modelo implementado. Sendo aprovado um novo modelo, este passo a passo será reiniciado com os novos requisitos.

O modelo de gestão de estoques desenvolvido neste estudo se limitou ao item garrafas, assim como o plano de implementação. Porém, este último poderá ser replicado para os demais itens de embalagens utilizados pela empresa.

5. CONCLUSÕES

O gerenciamento de estoques em empresas industriais, apesar de ser tema relevante na literatura, na prática ainda é tratado empiricamente. Mesmo com grande abordagem na literatura e diversos modelos de gestão adaptáveis a cada condição, as empresas muitas vezes incidem em erros comuns pela falta de análise técnica de suas variáveis.

Referindo-se à revisão sistemática de literatura elaborada nesta dissertação, tanto a análise bibliométrica quanto a análise de conteúdo contribuem à visualização de um panorama completo quanto às publicações sobre o tema gerenciamento de estoques, no período entre 2007 e 2017. Especialmente, explorou-se a evolução das pesquisas sobre o tema no período determinado e a identificação dos modelos abordados, assim como as contribuições e limitações de cada modelo. Ainda, como publicações sobre gestão de estoques de embalagens na indústria alimentícia (inclui-se bebidas não alcoólicas) representam 1,5% do conteúdo analisado, embora o modelo proposto seja específico ao caso da empresa analisada, esta dissertação contribui para a literatura de gerenciamento de estoques.

Neste estudo foi apresentado o caso de uma empresa sem estratégia de gestão de estoques de materiais de embalagem definida. Mesmo não apresentando problemas visíveis como falta de material ou permanência no estoque por grandes períodos, o estudo se propôs a elaborar um modelo de gestão de embalagens adequado à empresa a fim de melhorar seu desempenho.

A revisão sistemática da literatura deu embasamento teórico para iniciar o trabalho. Foi possível identificar que o lote econômico de compras é o modelo mais praticado pelas indústrias, mesmo que com diferentes abordagens. Por acarretar em menores níveis de estoque médio e custos totais, os modelos de revisão contínua detêm maior aceitação pelas empresas do que os modelos de revisão periódica, já que este último é limitado quanto às condições da demanda – demandas com variabilidade implicam na manutenção de maiores estoques para garantia de serviço no período entre os pedidos de compra. Ainda, a definição de estoques de segurança é compreendida como fundamental, já que dá cobertura à variabilidade no ressurgimento e demanda, mantendo o nível de serviço desejado.

A análise do fluxo de materiais e informações dos setores de compras, industrial e comercial da empresa possibilitou identificar as embalagens de maior relevância para o controle de estoque (em relação aos custos), o comportamento da demanda e a relação da empresa com fornecedores e clientes. Com os modelos teóricos compreendidos e as características da

empresa identificadas, foi proposta uma estratégia de gestão de estoque de embalagens (garrafas) adaptada e conveniente para o caso analisado.

5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

A aplicação do modelo proposto evidenciou uma possível redução tanto nos níveis de estoque como no seu custo, o que desperta interesse em uma implementação por parte da empresa. Evidenciado os benefícios da estratégia para o item garrafa, recomenda-se estender o estudo para os demais itens de embalagem, principalmente para os itens classificados como B: rótulos, tampas e caixas. Com um modelo de gestão de estoques que compreenda todos itens de embalagem, a estratégia apresenta maior robustez.

No gerenciamento de pedidos, observa-se que diferentes fornecedores são contatados para orçamento, o que oportuniza o desenvolvimento de um estudo de seleção, análise e avaliação de fornecedores. Através de critérios e metodologias bem estabelecidas, pode-se desenvolver uma relação mais madura com os fornecedores, reduzindo possíveis riscos e maximizando o resultado das negociações.

Ainda, de acordo com o estoque de segurança definido no modelo, a implementação de um acordo de nível de serviço (SLA, *service level agreement*) com os fornecedores é uma ferramenta que pode garantir o cumprimento dos prazos estipulados através de cláusulas e métricas, indicando credibilidade e responsabilidade das duas partes envolvidas no negócio. Por esse motivo, sugere-se a realização de um estudo futuro para analisar a viabilidade de implantação de um SLA entre a empresa e seus principais fornecedores.

A busca por gerenciar o estoque da cadeia como um todo conduz a empresa a avançar em direção à maximização global e não mais apenas individual. A extensão da relação com os fornecedores para além do caráter comercial poderá proporcionar segurança para o desenvolvimento da cadeia em que a empresa está inserida. Garantindo o ressurgimento (prazo/volume), a empresa se beneficia com o cumprimento de seu planejamento de produção e mantém o atendimento ao cliente quanto ao preço e atendimento à demanda.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Custodio da Cunha et al. Aplicação de métodos estatísticos com suavização exponencial dupla e tripla para previsão de demanda na gestão de estoques. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 3, p. 1001-1026, 2019.
- BALLOU, R. H. The evolution and future of logistics and supply chain management. **Produção**, v. 16, n. 3, p. 375-386, 2006.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. ed. Porto alegre: Bookman, 2001.
- BJORK, Kaj-Mikael. An analytical solution to a fuzzy economic order quantity problem. **International Journal of Approximate Reasoning**, Turku, v. 50, n. 3, p. 485-493, 2009.
- BOWERSOX, Donald.; CLOSS, David. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2011.
- BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J; COOPER, M. Bixby. **Gestão da cadeia de suprimentos e logística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- BRASIL. Resolução-RDC nº 259. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Set. 2002. ISSN 1676-2339.
- CARDENAS-BARRÓN, Leopoldo Eduardo; CHUNG, Kun-Jen; TREVINO-GARZA, Gerardo. Celebrating a century of the economic order quantity model in honor of Ford Whitman Harris. **International Journal of Production Economics**, v. 155, p. 1-7, 2014.
- CARVALHO, H.C.; SILVA, L.H. Silva; TAVARES, J.J.P.Z.S. Automated Planning Applied in Inventory Management. **IFAC Proceedings**, Uberlândia, v. 46, n. 24, p. 147-152, 2013.
- CATAPAN, Anderson; PINTO, Ricardo Aurélio Quinhões; TORTATO, Ubiratã; VEIGA, Claudimar Pereira. Gestão de estoque e lean manufacturing: estudo de caso em uma empresa metalúrgica. **Revista Administração em Diálogo**, v. 15, n.1, p.111-138, 2014.
- CHAHARSOOGHI, S. Kamal; HEYDARI, Jafar. Supply chain coordination for the joint determination of order quantity and reorder point using credit option. **European Journal of Operational Research**, v. 204, n. 1, p. 86-95, 2010.
- CHEN, Haoxun; LI, Peng. Optimization of (R, Q) policies for serial inventory systems using the guaranteed service approach. **Computers & Industrial Engineering**, v. 80, p. 261-273, 2015.
- CHOU, Shuo-Yan; JULIAN, Peterson C. Julian; HUNG, Kuo-Chen. A note on fuzzy inventory model with storage space and budget constraints. **Applied Mathematical Modelling**, v. 33, n. 11, p. 4069-4077, 2009.

CHUNG, Kun-Jen; TING, Pin-Shou; HOU, Kuo-Lung. A simple cost minimization procedure for the (Q, r) inventory system with a specified fixed cost per stockout occasion. **Applied Mathematical Modelling**, v. 33, n. 5, p. 2538-2543, 2009.

COBB, Barry R.; RUMÃ, Rafael; SALMERÓN, Antonio. Inventory management with log-normal demand per unit time. **Computers & Operations Research**, v. 40, n. 7, p. 1842-1851, 2013.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

FAVARETTO, Fábio; LIMA, Renato da Silva; SCHEIDEGGER, Anna Paula Galvão. Gestão de estoques e políticas de reposição: um estudo bibliométrico da produção científica nas bases de dados Web of Science, Scopus e Scielo. In: **XX Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP)**, Bauru, 2013.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Thomson, 2002.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GUERRA, João Henrique Lopes. Uma proposta para o processo de definição do estoque de segurança de itens comprados em empresas que fabricam produtos complexos sob encomenda. **Revista Gestão e Produção**, v. 16, n. 3, p. 422-434, 2009.

HUA, N. Grace; WILLEMS, Sean P. Analytical insights into two-stage serial line supply chain safety stock, **International Journal of Production Economics**, v. 181, p. 107-112, 2016.

IZIDORO, Cleyton. **Gestão de tecnologia e informação logística**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

KAZEMI, Nima; SHEKARIAN, Ehsan; CARDENAS-BARRÓN, Leopoldo Eduardo; OLUGU, Ezutah Udony. Incorporating human learning into a fuzzy EOQ inventory model with backorders. **Computers & Industrial Engineering**, v. 87, p. 540-542, 2015.

KRAJEWSKI, Lee J.; RITZMAN, Larry P. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

LAMBERT, Douglas M.; STOCK, James R.; ELLRAM, Lisa M. **Fundamentals of Logistics Management**. Boston: Irwin McGraw-Hill, 1998.

LEE, Amy H.I.; KANG, He-Yau; LAI, Chun-Mei; HONG, Wan-Yu. An integrated model for lot sizing with supplier selection and quantity discounts. **Applied Mathematical Modelling**, v. 37, n. 7, p. 4733-4746, 2013.

LENARD, J. D.; ROY, B. Multi-item inventory control: A multicriteria view. **European Journal of Operational Research**, v. 87, p. 685-692, 1995.

LIBEROPOULOS, George; TSIKIS, Isidoros. **Do stockouts undermine immediate and future sales?** Working Paper, Department of Mechanical Engineering, University of Thessaly, Volos, 2008.

LIBRANTZ, André Felipe Henriques; ARAÚJO, Sidnei Alves; ALVES, Wonder Alexandre Luz; PILEGGI, Gisele Castro Fontanella. Algoritmos de busca aplicados na estimação de parâmetros em um modelo probabilístico de gestão de estoque. **Exacta**, v. 8, n. 2, p. 237-248, 2010.

LUNA, Roger Augusto; VIANA, Fernando Luiz Emerenciano. O planejamento de compras e produção de uma empresa do setor de tintas e seus trade-off. **GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 11, n. 4, p. 45-59, 2016.

LUSTOSA, Leonardo J; MESQUITA, Marco A.; QUELHAS, Osvaldo L. G.; OLIVEIRA, Rodrigo J. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MASCARENHAS, Sidnei A. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

MASIERO, Gilmar. Organização e trabalho no Japão. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 34, n. 1, p. 12-19, 1994.

MIN, Wu; PHENG, Low Sui. Modeling just-in-time purchasing in the ready mixed concrete industry. **International Journal of Production Economics**, v. 107, n. 1, p. 190-201, 2007.

MORAIS, Roberto Ramos. **Logística empresarial**. Curitiba: Intersaberes, 2015.

MOURA, Reinaldo A.; BANZATO José Maurício. **Embalagem Unitização & Containerização**. IMAM, São Paulo, 2000.

MOSER, Philipp; ISAKSSON, Olov H. D; SEIFERT, Ralf W. Inventory dynamics in process industries: An empirical investigation. **International Journal of Production Economics**, v. 191, p. 253-266, 2017.

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

PANDO, Valentín; GARCIA-LAGUNA, Juan; SAN-JOSÉ, Luis A.; SICILIA, Joaquín. Maximizing profits in an inventory model with both demand rate and holding cost per unit time dependent on the stock level. **Computers & Industrial Engineering**, v. 62, n. 2, p. 599-608, 2012.

PANDO, Valentín; SAN-JOSÉ, Luis A; GARCÍA-LAGUNA, Juan; SICILIA, Joaquín. An economic lot-size model with non-linear holding cost hinging on time and quantity. **International Journal of Production Economics**, v. 145, n. 1, p. 294-303, 2013.

PAURA, Glávio Leal. **Fundamentos da Logística**. Curitiba: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Paraná, 2012.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QIU, Ruozen; SUN, Minghe; LIM, Yun Fong. Optimizing (s, S) policies for multi-period inventory models with demand distribution uncertainty: Robust dynamic programming approaches. **European Journal of Operational Research**, v. 261, n. 3, p. 880-892, 2017.

RIBEIRO, José Luis Duarte; WERNER, Liane. Modelo composto para prever demanda através da integração de previsões. **Revista Produção**, v. 16, n.3, p. 493-509, 2006.

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

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, p. 83-89, 2007.

SANTOS, G. A.; TREVISAN, T. M.; VENDRAME, F. C.; SARRACENI, J. M.; VENDRAME, M. C. R. Gestão de estoque: um fator de obtenção de lucro através de sua eficiência. In: **Encontro Científico e Simpósio de Educação**, Lins, 2009.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muskat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

SILVER, E. A.; PYKE, D. F.; PETERSON, R. **Inventory Management and Production Planning and Scheduling**. John Wiley & Sons, 1998.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeias de Suprimentos: projeto e gestão**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SINGH, Sachin; MCALLISTER, Charles D.; RINKS, Dan; JIANG, Xiaoyue. Implication of risk adjusted discount rates on cycle stock and safety stock in a multi-period inventory model. **International Journal of Production Economics**, v. 123, n. 1, p. 187-195, 2010.

SOUZA, Fernando Bernardi; PIRES, Silvio Roberto Ignácio. Produzindo para disponibilidade: uma aplicação da teoria das restrições em ambientes de produção para estoque. **Gestão e Produção**, v. 21, n. 1, p. 65-76, 2014.

STAUDT, F. H. Cálculo do estoque de segurança: as suas diferentes abordagens. **Revista Mundo Logística**, n. 18, p. 02-12, 2010.

SZABO, Viviane. **Gestão de estoques**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

TAJBAKSHI, M. Mahdi; LEE, Chi-Guhn; ZOLFAGHARI, Saeed. Sole sourcing in EOQ models with Binomial yield. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 16, n. 3, p. 163-170, 2010.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

VIANA, João José. **Administração de Materiais: um enfoque prático**. São Paulo: Atlas, 2002.

WANKE, Peter F. The uniform distribution as a first practical approach to new product inventory management. **International Journal of Production Economics**, v. 114, n. 2, p. 811-819, 2008.

YOU, Fengqi; GROSSMANN, Ignacio E. Design of responsive supply chains under demand uncertainty. **Computers & Chemical Engineering**, v. 32, n. 12, p. 3090-3111, 2008.

ZHAO, Y.; KATEHAKIS, M.N. On the structure of optimal ordering policies for stochastic inventory systems with minimum order quantity. **Probability in Engineering and Information Sciences**, v. 20, n. 2, p. 257-270, 2006.

APÊNDICE A – REFERÊNCIAS UTILIZADAS NA REVISÃO SISTEMÁTICA

ALBRECHT, Martin. Determining near optimal base-stock levels in two-stage general inventory systems. **European Journal of Operational Research**, v. 232, n. 2, p. 342-349, 2014.

ANDRIOLO, Alessandro; BATTINI, Daria; GAMBERI, Mauro; SGARBOSSA, Fabio; PERSONA, Alessandro. 1913-2013: The EOQ theory and next steps towards sustainability. **IFAC Proceedings**, v. 46, n. 9, p. 1708-1713, 2013.

BIJVANK, Marco; BHULAI, Sandjai; HUH, Woonghee Tim. Parametric replenishment policies for inventory systems with lost sales and fixed order cost. **European Journal of Operational Research**, v. 241, n. 2, p. 381-390, 2015.

BJORK, Kaj-Mikael. An analytical solution to a fuzzy economic order quantity problem. **International Journal of Approximate Reasoning**, v. 50, n. 3, p. 485-493, 2009.

BOCTOR, FAYEZ F., Offsetting inventory replenishment cycles to minimize storage space. **European Journal of Operational Research**, v. 203, n. 2, p. 321-325, jun. 2010.

BOISSIÈRE, J.; FREIN, Y; RAPINE, C. Lot-sizing in a serial distribution system with capacitated in-system production flow. **International Journal of Production Economics**, v. 112, n. 1, p. 483-494, 2008.

BORGONOVO, E.; PECCATI, L. Global sensitivity analysis in inventory management. **International Journal of Production Economics**, v. 108, n. 1-2, p. 302-313, 2007.

BRAGLIA, Marcello; CASTELLANO, Davide; FROSOLINI, Marco. A note on “A multiple-vendor single-buyer integrated inventory model with a variable number of vendors”. **Computers & Industrial Engineering**, v. 74, p. 84-87, 2014.

CARDENAS-BARRÓN, Leopoldo Eduardo; CHUNG, Kun-Jen; TREVINO-GARZA, Gerardo. Celebrating a century of the economic order quantity model in honor of Ford Whitman Harris. **International Journal of Production Economics**, v. 155 p. 1-7, 2014.

CARVALHO, H.C.; SILVA, L.H. Silva; TAVARES, J.J.P.Z.S. Automated Planning Applied in Inventory Management. **IFAC Proceedings**, v. 46, n. 24, p. 147-152, 2013.

CHAHARSOOGHI, S. Kamal; HEYDARI, Jafar. Supply chain coordination for the joint determination of order quantity and reorder point using credit option. **European Journal of Operational Research**, v. 204, n. 1, p. 86-95, 2010.

CHANDRA, Charu; GRABIS, Juan. Inventory management with variable lead-time dependent procurement cost. **Omega**, v. 36, n. 5, p. 877-887, 2008.

CHATZIKONTIDOU, Anastasia; LONGINIDIS, Pantelis; TSIAKIS, Panagiotis; GEORGIADIS, Michael C. Flexible supply chain network design under uncertainty. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 128, p. 290-305, 2017.

CHEN, Haoxun; LI, Peng. Optimization of (R, Q) policies for serial inventory systems using the guaranteed service approach. **Computers & Industrial Engineering**, v. 80, p. 261-273, 2015.

CHOU, Shuo-Yan; JULIAN, Peterson C. Julian; HUNG, Kuo-Chen. A note on fuzzy inventory model with storage space and budget constraints. **Applied Mathematical Modelling**, v. 33, n. 11, p. 4069-4077, 2009.

CHOUDHARY, Devendra; SHANKAR, Ravi. Modeling and analysis of single item multi-period procurement lot-sizing problem considering rejections and late deliveries. **Computers & Industrial Engineering**, v. 61, n. 4, p. 1318-1323, 2011.

CHUANG, Chia-Hung; CHIANG, Chung-Yean. Dynamic and stochastic behavior of coefficient of demand uncertainty incorporated with EOQ variables: An application in finished-goods inventory from General Motors dealerships. **International Journal of Production Economics**, v. 172, p. 95-109, 2016.

CHUNG, Kun-Jen; TING, Pin-Shou; HOU, Kuo-Lung. A simple cost minimization procedure for the (Q, r) inventory system with a specified fixed cost per stockout occasion. **Applied Mathematical Modelling**, v. 33, n. 5, p. 2538-2543, 2009.

CIUPAN, Emilia. A Study Regarding the Possibility of Optimizing the Supply Batch Using Artificial Neural Networks. **Procedia Engineering**, v. 69, p. 141-149, 2014.

COBB, Barry R.; RUMÁ, Rafael; SALMERÓN, Antonio. Inventory management with log-normal demand per unit time. **Computers & Operations Research**, v. 40, n. 7, p. 1842-1851, 2013.

COMEZ-DOLGAN, Nagihan; TANYERI, Basak. Inventory performance with pooling: Evidence from mergers and acquisitions. **International Journal of Production Economics**, v. 168, p. 331-339, 2015.

CUNHA, P.S.A.; RAUPP, F.M.P.; OLIVEIRA, F. Oliveira. A two-stage stochastic programming model for periodic replenishment control system under demand uncertainty. **Computers & Industrial Engineering**, v. 107, p. 313-326, 2017.

DAI, Jianhua; PENG, Shengbo; LI, Shibiao. Mitigation of Bullwhip Effect in Supply Chain Inventory Management Model. **Procedia Engineering**, v. 174, p. 1229-1234, 2017.

DEVARIAN, Divya; JAYAMOHAN, M.S. Stock control in a Chemical Firm: Combined FSN and XYZ Analysis. **Procedia Technology**, v. 24, p. 562-567, 2016.

DONG Hai, ZHENG Hao, LI Yan Ping, Model Predictive Control for inventory Management in Supply Chain Planning. **Procedia Engineering**, v. 15, p. 1154-1159, 2011.

GLOCK, Christoph H. The joint economic lot size problem: A review. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 2, p. 671-686, 2012.

GUMUS, Alev Taskin; GUNERI, Ali Fuat. A multi-echelon inventory management framework for stochastic and fuzzy supply chains. **Expert Systems with Applications**, Istanbul, v. 36, n. 3, p. 5565-5575, 2009.

GUMUS, Alev Taskin; GUNERI, Ali Fuat; ULENGIN, Fusun. A new methodology for multi-echelon inventory management in stochastic and neuro-fuzzy environments. **International Journal of Production Economics**, v. 128, n. 1, p. 248-260, 010.

HANCHUAN, Pan; RUIFANG, Wang; HAO, Dong; FENG, Zhou. The Research of Logistics Cost and Influencing Factors Based on Cross Docking. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 96, p. 1812-1817, 2013.

HUA, N. Grace; WILLEMS, Sean P. Analytical insights into two-stage serial line supply chain safety stock, **International Journal of Production Economics**, v. 181, p. 107-112, 2016.

HUANG, Boray; WU, Andy. Reduce shortage with self-reservation policy for a manufacturer paying both fixed and variable stockout expenditure. **European Journal of Operational Research**, v. 262, n. 3, p. 944-953, 2017.

IGNACIUK, Przemyslaw; BARTOSZEWICZ, Andrzej. Linear-quadratic optimal control strategy for periodic-review inventory systems. **Automatica**, v. 46, n. 12, p. 1982-1993, 2010

KAZEMI, Nima; SHEKARIAN, Ehsan; CARDENAS-BARRÓN, Leopoldo Eduardo; OLUGU, Ezutah Udony. Incorporating human learning into a fuzzy EOQ inventory model with backorders. **Computers & Industrial Engineering**, v. 87, p. 540-542, 2015.

KEVORK, Ilias S. Estimating the optimal order quantity and the maximum expected profit for single-period inventory decisions. **Omega**, v. 38, n. 3-4, p. 218-227, 2010.

KLEIJNEN, Jack P.C.; WAN, Jie. Optimization of simulated systems: OptQuest and alternatives. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 15, n. 3, p. 354-362, 2007.

KUHN, Heinrich; LISKE, Thomas. An exact algorithm for solving the economic lot and supply scheduling problem using a power-of-two policy. **Computers & Operations Research**, v. 51, p. 30-40, 2014.

LEE, Amy H.I.; KANG, He-Yau; LAI, Chun-Mei; HONG, Wan-Yu. An integrated model for lot sizing with supplier selection and quantity discounts. **Applied Mathematical Modelling**, v. 37, n. 7, p. 4733-4746, 2013.

MADDAH, Bacel; NOUEIHED, Nazim. EOQ holds under stochastic demand, a technical note. **Applied Mathematical Modelling**, v. 45, p. 205-208, 2017.

MIN, Wu; PHENG, Low Sui. Modeling just-in-time purchasing in the ready mixed concrete industry. **International Journal of Production Economics**, v. 107, n. 1, p. 190-201, 2007.

NOBLESSE, Ann M.; BOUTE, Robert N.; LAMBRECHT, Marc R.; HOUDT, Benny Van. Lot sizing and lead time decisions in production/inventory systems. **International Journal of Production Economics**, v. 155, p. 351-360, 2014.

PANDO, Valentín; GARCIA-LAGUNA, Juan; SAN-JOSÉ, Luis A.; SICILIA, Joaquín. Maximizing profits in an inventory model with both demand rate and holding cost per unit time dependent on the stock level. **Computers & Industrial Engineering**, v. 62, n. 2, p. 599-608, 2012.

PANDO, Valentín; SAN-JOSÉ, Luis A; GARCÍA-LAGUNA, Juan; SICILIA, Joaquín. An economic lot-size model with non-linear holding cost hinging on time and quantity. **International Journal of Production Economics**, v. 145, n. 1, p. 294-303, 2013.

PARK, Changkyu. SEO, Junyong. Consideration of purchase dependence in inventory management. **Computers & Industrial Engineering**, v. 66, n. 2, p. 274-285, 2013.

PASANDIDEH, Seyed Hamid Reza; NIAKI, Seyed Taghi Akhavan; YEGANEH, Jalil Aryan. A parameter-tuned genetic algorithm for multi-product economic production quantity model with space constraint, discrete delivery orders and shortages. **Advances in Engineering Software**, v. 41, n. 2, p. 306-314, 2010.

QIU, Ruozen; SUN, Minghe; LIM, Yun Fong. Optimizing (s, S) policies for multi-period inventory models with demand distribution uncertainty: Robust dynamic programming approaches. **European Journal of Operational Research**, v. 261, n. 3, p. 880-892, 2017.

RIEZEBOS, J. Riezebos; GAALMAN, G.J.C. A single-item inventory model for expected inventory order crossovers. **International Journal of Production Economics**, Groninga, v. 121, n. 2, p. 601-609, 2009.

RONI, Mohammad S.; EKSIUGLU, Sandra D.; JIM, Mingzhou; MAMUM, Saleh. A hybrid inventory policy with split delivery under regular and surge demand. **International Journal of Production Economics**, Idaho Falls, v. 172, p. 126-136, 2016.

ROSSI, Tommaso; POZZI, Rossella Pozzi; TESTA, Mariapaola. EOQ-based inventory management in single-machine multi-item systems. **Omega**, v. 71, p. 106-113, 2017.

SAFA, Mahdi; SHAHI, Arash; HAAS, Carl T.; HIPEL, Keith W. Supplier selection process in an integrated construction materials management model. **Automation in Construction**, v. 48, p. 64-73, 2014.

SARACOGLU, Ilkay; TOPALOGLU, Seyda; KESKINTURK, Timur. A genetic algorithm approach for multi-product multi-period continuous review inventory models. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 18, p. 8189-8202, 2014.

SCHULZ, Tobias; VOIGT, Guido. A flexibly structured lot sizing heuristic for a static remanufacturing system. **Omega**, Magdeburgo, v. 44, p. 21-31, 2014.

- SHEKARIAN, Ehsan; KAZEMI, Kazemi; HANIM, Salwa. Abdul-Rashid, Ezutah Udony Olugu, Fuzzy inventory models: A comprehensive review. **Applied Soft Computing**, v. 55, p. 588-621, 2017.
- SHIN, Joohyun; LEE, Jay H. Lee. Multi-time scale procurement planning considering multiple suppliers and uncertainty in supply and demand. **Computers & Chemical Engineering**, Daejeon, v. 91, p. 114-126, 2016.
- SINGH, Sachin; MCALLISTER, Charles D.; RINKS, Dan; JIANG, Xiaoyue. Implication of risk adjusted discount rates on cycle stock and safety stock in a multi-period inventory model. **International Journal of Production Economics**, v. 123, n. 1, p. 187-195, 2010.
- STROHHECKER, Jurgen; GRAIER, Andreas. Do personal traits influence inventory management performance? - The case of intelligence, personality, interest and knowledge. **International Journal of Production Economics**, v. 142, n. 1, p. 37-50, 2013.
- TAJBAKSHI, M. Mahdi; LEE, Chi-Guhn; ZOLFAGHARI, Saeed. Sole sourcing in EOQ models with Binomial yield. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 16, n. 3, p. 163-170, 2010.
- TAMJIDZAD, Shahrzad; MIRMOHAMMADI, S. Hamid. An optimal (r, Q) policy in a stochastic inventory system with all-units quantity discount and limited sharable resource. **European Journal of Operational Research**, v. 247, n. 1, p. 93-100, 2015.
- VENTURA, José A.; VALBENEDITO, Victor A.; GOLANY, Boaz. A dynamic inventory model with supplier selection in a serial supply chain structure. **European Journal of Operational Research**, v. 230, n. 2, p. 258-271, 2013.
- WANKE, Peter F. The uniform distribution as a first practical approach to new product inventory management. **International Journal of Production Economics**, v. 114, n. 2, p. 811-819, 2008.
- WOERNER, Stefan; LAUMANN, Marco; ZENKLUSEN, Rico; FERTIS, Apostolos. Approximate dynamic programming for stochastic linear control problems on compact state spaces. **European Journal of Operational Research**, v. 241, n. 1, p. 85-98, 2015.
- YOU, Fengqi; GROSSMANN, Ignacio E. Design of responsive supply chains under demand uncertainty. **Computers & Chemical Engineering**, v. 32, n. 12, p. 3090-3111, 2008.
- YU, Junfang; MUNGAN, Deniz; SARKER, Bhaba R. An integrated multi-stage supply chain inventory model under an infinite planning horizon and continuous price decrease. **Computers & Industrial Engineering**, v. 61, n. 1, p. 118-130, 2011.