

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Luciano Valente de Oliveira

PROPOSIÇÃO DE MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO E
ANÁLISE DE PROBLEMAS DE GERENCIAMENTO DE
ESTOQUES

Porto Alegre

2016

Luciano Valente de Oliveira

**Proposição de Método de Identificação e Análise de Problemas de Gerenciamento
de Estoques**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientador: Ricardo Augusto Cassel, *Ph.D.*

Porto Alegre

2016

Luciano Valente de Oliveira

**Proposição de Método de Identificação e Análise de Problemas de Gerenciamento
de Estoques**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Ricardo Augusto Cassel, Ph.D.

Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. José Luís Duarte Ribeiro, Dr.

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professor Francisco José Kliemann Neto, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Professor João Luiz Becker, *Ph.D.* (PPGA/UFRGS)

Professor Michel José Anzanello, *Ph.D.* (PPGEP/UFRGS)

AGRADECIMENTOS

Gostaria, primeiramente de agradecer à minha família, que me acolheu durante o percurso deste mestrado. Meus pais que me incentivaram durante esta jornada e me alegraram com seu convívio. À Tuany, pelo carinho, compreensão e companheirismo durante a elaboração desta dissertação.

Gostaria de agradecer também alguns professores. Em especial, ao professor Ricardo Augusto Cassel, pelo auxílio prestado, que muito contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho, que com o seu senso crítico me ajudou a construí-lo e moldá-lo. Obrigado pelos conselhos e considerações prestadas.

Ao professor Kliemann, que foi uma pessoa que me incentivou a cursar o mestrado em Engenharia de Produção, e ao professor João Becker, que apresentou em suas aulas diversas ferramentas que utilizei nesta pesquisa.

Aos demais professores do Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP), pelos ensinamentos repassados.

A diversos amigos que fiz durante este caminho, entre eles Rafael, Rodolfo, Juliano, Alessandro, Letícia, Everaldo, Jessie, Ricardo, Erica, Giuliano, Tassia, Marlon, Guilherme e Tales.

Ao Eduardo Rücker, que me ajudou a realizar o estudo de caso e pela amizade de alguns anos.

À CAPES, pelo suporte que viabilizou o desenvolvimento desta pesquisa.

Oliveira, L.V.. **Proposição de método de identificação e análise de problemas de gerenciamento de estoques.** 2016. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

RESUMO

Estoques são comuns a qualquer empresa, visto que são necessários para amortecer impactos de demandas não programadas e evitar rupturas entre processos, adicionando segurança entre diferentes elos de uma cadeia. Problemas de gerenciamento de estoques são corriqueiros, dado que as suas causas podem ser múltiplas, estando presentes em diferentes nós de uma cadeia e sendo originados por questões vinculadas ao fornecimento, à demanda, à informação, além de outros fatores possíveis. Devido à importância dos estoques para uma empresa, seja financeira, como concentração de ativos, ou seja por mitigar riscos no processo de suprimento, problemas de gerenciamento de estoques são periodicamente tratados na literatura. Entretanto, não existe consenso sobre o que são os problemas de gerenciamento e um método difundido para sua identificação e análise. Esta pesquisa concentra-se nesta lacuna, propondo um método de identificação e análise dos problemas de gerenciamento de estoques. Este método está ancorado em seis distintas etapas que foram aplicadas, na forma de um estudo de caso, em uma empresa da serra gaúcha. As etapas compreendem a identificação dos causadores do problema de gerenciamento de estoques, a modelagem e simulação do ambiente proposto e análises das iterações sob a perspectiva de três variáveis chave: saldo de estoques, escassez e uma função custo. Entre os resultados desta pesquisa encontram-se uma classificação de causadores de problemas de gerenciamento de estoques e o método proposto. Foi possível observar no estudo de caso que, entre as variáveis de entrada utilizada, quando manipulada a média aritmética da distribuição destas variáveis estocásticas, elas causaram maior variação sistemática ao resultado do modelo quando comparada a variação sistemática causada pela alteração da variância da distribuição desta mesma variável estocástica.

Palavras-chave: Estoques. Problemas de Gerenciamento de Estoques. Método de identificação e análise de problemas de gerenciamento de estoques.

Oliveira, L.V.. **Proposição de método de identificação e análise de problemas de gerenciamento de estoques. 2016. 124f.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

ABSTRACT

Inventories are common to any businesses, as they are needed to cushion impacts from unscheduled demands and avoid ruptures between processes, adding security between different tiers in a supply chain. Inventory management problems are common, as their causes can be multiple, and being present on different nodes of a chain, which can be caused by issues related to supply, demand, information, and other possible factors. Due to the importance of inventories for a business, whether financial - as assets - or its role in mitigating risks in the supply process, inventory management problems are frequently approached in the literature. However, there is no consensus on what are inventory management problems and there is no widespread method for identification and analysis of inventory management problems. This research focus on this gap by proposing a method of identification and analysis of inventory management problems. This method is anchored in six distinct steps that have been applied in the form of a case study on a company in south of Brazil. The steps include the identification of the causes of the inventory management problem, the modeling and simulation of the proposed environment and analysis of iterations from the perspective of three key variables: inventory balance, inventory shortages and a cost function. Among the results of this research are a classification of inventory management problems originators and the proposed method. It was observed in the case study that among the input variables, when manipulated the arithmetic mean of the stochastic distribution of these variables, they increased the systematic variation output of the model more than when were manipulated the variance of the stochastic distribution of the same variable.

Keywords-chave: Inventory. Inventory Management Problem. Inventory Management Problem Identification and Analysis Method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Método de Trabalho	19
Figura 2 - O estoque e suas relações na cadeia de suprimentos	35
Figura 3 – As interações de um sistema de estoques.....	36
Figura 4 - Silos funcionais como a causa raiz para falta de objetivos comuns	37
Figura 5 - O nível de estoques e as situações de balanceamento	38
Figura 6 – Sequência lógica de Causa – Efeito – Causa	42
Figura 7 – Problemas causados pela classe desconhecimento ou instabilidade da demanda.....	45
Figura 8 – Problemas causados pela classe entregas e recebimentos.....	46
Figura 9 - Problemas causados pela classe gestão de abastecimento e negociação	48
Figura 10 - Problemas causados pela classe colaboração.....	49
Figura 11 – Problemas causados pela classe gestão da logística e processos produtivos	50
Figura 12 - Problemas causados pela classe gestão do inventário e armazém	52
Figura 13 - Problemas causados pela classe descaracterização ou perda de valor de um produto.....	54
Figura 14 – Problemas causados pela classe <i>Delay</i> Informacional	55
Figura 15 - Problemas causados pela classe assimetria informacional	55
Figura 16 - Problemas gerados pela classe causas diversas	56
Figura 17 – Modelo de negócios simulado.....	68
Figura 18 – Estrutura de relação de causa-efeito dos causadores do PGE da empresa	70
Figura 19 – Série Temporal do Consumo de Produtos em 2014 e 2015	70
Figura 20 – Série Temporal do Recebimento de Produtos em 2014 e 2015	71
Figura 21 - Gráfico de dispersão de médias e desvios nos cenários.....	79
Figura 22 - Gráfico de dispersão da função custo junto à média e variância da demanda	81
Figura 23 - Gráfico de dispersão do saldo médio junto ao somatório de escassez.....	81
Figura 24 - Gráfico de dispersão de médias e variâncias do L.T. junto ao saldo médio estoques	83
Figura 25 - Dispersão de médias e variâncias do L.T. junto a escassez.....	83
Figura 26 - Gráfico de dispersão de médias e desvios nos cenários.....	84
Figura 27 - Gráfico de dispersão de ocorrências e quantidade de escassez	85
Figura 28 - Dispersão da F. Util. para diferentes médias e variâncias de L.T.....	85
Figura 29 - Periodicidade de revisões e somatório de escassez	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Validação do Modelo – Média Aritmética apresentada entre dados históricos e do modelo.....	76
Tabela 2 - Validação do Modelo – Desvios apresentados entre dados históricos e do modelo	76
Tabela 3 - Validação do Modelo – Erros apresentados entre dados históricos e modelo	76
Tabela 4 - Validação do Modelo – Homogeneidade apresentada entre dados históricos e modelo	76
Tabela 5 - Correlações entre demanda e saldo de estoques.....	79
Tabela 6 - Análises de escassez por cenário.....	80
Tabela 7 - Correlações entre demanda existência de escassez	80
Tabela 8 - Correlações entre tempo de entrega do fornecedor e saldo de estoques	84
Tabela 9 - Kruskal-Wallis para saldo médio.....	86
Tabela 10 - Qui-quadrado para Kruskal-Wallis de periodicidade de revisão.....	86
Tabela 11 - Cenários analisados	88
Tabela 12 - Representatividade do valor absoluto de problemas de recebimento e nível médio de estoques.....	89
Tabela 13 - Correlações entre <i>delay</i> recebimento e estoque médio, escassez e função custo.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de Artefatos	20
Quadro 2 – Tipos comuns de reposição de estoques	26
Quadro 3 - Reclamações contrastantes de gestores de Marketing e Logística/Produção	37
Quadro 4 - Classificação dos Riscos na Cadeia de Suprimentos e seus causadores	39
Quadro 5 - Categorias de riscos e seus causadores	40
Quadro 6 – Causas vinculadas à classe de desconhecimento ou instabilidade da demanda.....	44
Quadro 7 – Causas vinculadas à classe entregas e recebimento.....	46
Quadro 8 - Causas vinculadas à classe de gestão de abastecimento e negociação.....	47
Quadro 9 - Causas vinculadas à classe gestão colaborativa	49
Quadro 10 – Causas vinculadas à classe gestão da logística e processos produtivos ..	50
Quadro 11 – Causas vinculadas à classe gestão do inventário e armazém.....	52
Quadro 12 – Causas vinculadas à classe descaracterização ou perda de valor de um produto.....	53
Quadro 13 - Causas vinculadas à classe <i>delay</i> informacional	54
Quadro 14 - Causas vinculadas à classe assimetria informacional	55
Quadro 15 – PGE causados vinculados à classe causas diversas	56
Quadro 16 – Número de citações para classes e subclasses de PGE.....	57
Quadro 17 – Preparação dos Cenários.....	66
Quadro 18 - Função de distribuição para <i>lead time</i> de entrega do fornecedor (ωt), em dias.....	74
Quadro 19 - Função de distribuição para <i>delay</i> de recebimento (ρt), em dias.....	74
Quadro 20 - Função de distribuição para greve (η), em dias	74
Quadro 21 – Função de distribuição para qualidade no momento de recebimento (Q_t), em unidades	75
Quadro 22 – Função de distribuição de consumo de produtos (C_t), em unidades	75
Quadro 23 - Cenários analisados	78
Quadro 24 - Valores da demanda	78
Quadro 25 - Valores do saldo	78
Quadro 26 - Cenários analisados	82
Quadro 27 - Valores do Lead Time	82
Quadro 28 - Valores do saldo	82
Quadro 29 - <i>Outputs</i> dos cenários testados	86
Quadro 30 - Cenários analisados	88

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	QUESTÃO DE PESQUISA	14
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA	15
1.3	JUSTIFICATIVA	15
1.4	METODOLOGIA	17
1.4.1	Método de pesquisa	18
1.4.2	Método de trabalho	19
1.5	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	21
1.6	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	22
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	ESTOQUES	23
2.1.1	O que são e quais são as suas tipificações	23
2.1.2	Os objetivos e razões em retê-los	24
2.1.3	Tipos de sistema de controles de estoques	25
2.2	PROBLEMAS DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES	27
2.2.1	Problemas associados à gestão da cadeia	29
2.2.2	Problemas associados a processamentos internos	30
2.2.3	Problemas associados à gestão do produto	32
2.2.4	Problemas associados à informação	32
2.2.5	Problemas associados à restrições externas	34
2.3	AS RELAÇÕES QUE ENVOLVEM OS ESTOQUES	34
2.4	RISCOS DE RUPTURA E CAUSADORES DE PROBLEMAS DE GESTÃO DE ESTOQUES	37
2.5	DELIMITANDO O PROBLEMA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES	41
3	CLASSIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES	43
3.1	DESCONHECIMENTO OU INSTABILIDADE DA DEMANDA	43
3.2	ENTREGAS E RECEBIMENTOS	45
3.3	GESTÃO DE ABASTECIMENTO E NEGOCIAÇÃO	46
3.4	COLABORAÇÃO	48
3.5	GESTÃO DA LOGÍSTICA E PROCESSOS PRODUTIVOS	49
3.6	GESTÃO DO INVENTÁRIO E ARMAZÉM	51
3.7	DESCARACTERIZAÇÃO OU PERDA DE VALOR DE UM PRODUTO	53
3.8	DELAY INFORMACIONAL	54

3.9	ASSIMETRIA INFORMACIONAL	55
3.10	CAUSAS DIVERSAS	56
3.11	AS CLASSES DE CAUSAS DO PROBLEMA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES	57
4	MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE PROBLEMAS DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES	58
4.1	IDENTIFICAÇÃO DAS PERCEPÇÕES DO PGE	58
4.2	PERCEPÇÕES DE PGE E IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO OU FAMÍLIA DE PRODUTO ANALISADO.....	60
4.3	BUSCA DE DADOS PARA MODELAGEM DAS VARIÁVEIS CAUSADORAS DE PGE.....	61
4.4	CONSTRUÇÃO DO MODELO EM FUNÇÃO DAS VAR. SELECIONADAS	62
4.5	VALIDAÇÃO DO MODELO GERADO	64
4.6	ANÁLISES SOBRE O PGE.....	65
5	APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DE PROBLEMAS DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES	67
5.1	CARACTERIZAÇÃO E AMBIENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	67
5.2	APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	68
	ETAPA 1 – Identificação das percepções do PGE	68
	ETAPA 2 – Percepções de PGE e identificação do produto ou família de produto analisado	68
	ETAPA 3 – Busca de dados para modelagem das variáveis causadoras de PGE.....	71
	ETAPA 4 – Construção do modelo em função das variáveis selecionadas.....	73
	ETAPA 5 – Validação do modelo gerado	75
	ETAPA 6 – Análises sobre o PGE.....	77
5.3	ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	89
6	CONCLUSÕES	92
6.1	LIMITAÇÕES DO TRABALHO	94
6.2	RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	94
	ANEXO – 1 – Mapa de Causadores de PGE	95
	ANEXO – 2 – Questionário de percepção de problemas	96
	ANEXO – 3 – Respostas ao questionário validador	105
	ANEXO – 4 – Estatísticas Monovariadas.....	109

1 INTRODUÇÃO

Questões relacionadas ao gerenciamento de estoques são debatidas na literatura, devido as diversas funções que exercem dentro de uma empresa. Estoques são utilizados para manutenção do bom funcionamento das operações de uma empresa, satisfação do cliente, para evitar rupturas em atendimentos e adicionar segurança entre diferentes elos de uma cadeia (WILD, 1997; ZINN *et al.*, 2002; KRAJEWSKI, 2007; STEVENSON, 2007; EMMET, 2011 e MULLER, 2011).

Também são debatidos por sua importância financeira para uma empresa, bem como para a economia. Estudos divulgam que o bom desempenho na gestão de estoques gera bons resultados financeiros. (KOUMANAKOS, 2008, CHRISTOPHER, 2011, e HOFER *et al.* 2012). Além disso, aprimoramentos no processo de gestão de estoques podem gerar ganhos financeiros em grande escala – como exemplo a empresa Cisco, multinacional da área de telecomunicações que reportou perdas em estoques de 2,25 bilhões de dólares (BARRET, 2001). Quando aborda-se a economia, somente os Estados Unidos possuíam um montante de dois trilhões de dólares em estoques no ano de 2013 (COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS – CSCMP, 2013).

Outro motivo que leva ao estudo de estoques está na sua função de exercer um elo entre diversos processos empresariais e entre distintas cadeias de suprimentos. Seus gestores tentam minimizar perdas que possam causar problemas na sua gestão, eliminando, conseqüentemente, prejuízos financeiros e problemas relacionados a atividades e funções vinculadas a eles (BALLOU, 2006; AIELLO, 2007 e ROSS, 2010).

Os estoques possuem diversas funções que visam atender às exigências de entrega entre os sucessivos ciclos de produção, bem como disponibilizar itens para seus clientes, coordenando diversas atividades distintas, tais quais compras e produção (WILD, 1997 e MUCKSTADT e SAPRA, 2010). Diversos problemas gerenciais decorrem destas necessidades, entre eles estão a compreensão do ponto de equilíbrio entre segurança ao atendimento e custos de manutenção, ou da utilização de fretamentos do tipo *premium* para resolver problemas gerados no processo de previsão de demandas ou de eventos não esperados – como quebras operacionais (KRAJEWSKI *et al.*, 2007 e MUCKSTADT e SAPRA, 2010).

Segundo pesquisa da Crismon & Co (SUPPLY CHAIN DIGITAL, 2011), na lista das dez maiores preocupações de uma Cadeia de Suprimentos, o gerenciamento dos estoques situou-se como o principal motivo de apreensão, seguidos por gestão e previsão da demanda. A concepção e entendimento dos problemas provenientes da gestão de estoques, bem como um método de identificação e análise destes problemas, não são referenciados de forma clara na literatura. Existem abordagens geradas para resolução de problemas específicos, como previsão de demanda e otimizações de cadeias de suprimento (COSTANTINO *et al.*, 2014, e MASOUD e MASON, 2015), porém não existe método difundido sobre como identificar e analisar os problemas de gerenciamento de estoques (PGE).

A lógica do entendimento dos problemas de estoque se faz necessária à medida que suas consequências podem se transformar em questões relevantes para o funcionamento integral de uma empresa. Dado que a proposta básica de uma empresa está na maximização de seu valor, problemas na gestão de estoque atrapalham este objetivo (MICHALSKI, 2008).

Na investigação para entendimento destes problemas e a criação de um método que consiga identificar as variáveis causadoras do PGE e que também possibilite sua análise, ancora-se essa dissertação.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

O tema de pesquisa desta dissertação é a compreensão do problema de gerenciamento de estoques (PGE). O entendimento das suas causas e consequências também são foco de estudo, bem como um modo de identificá-los e analisá-los.

O problema de gerenciamento de estoques é discutido por diversos autores e profissionais das áreas de logística, compras e cadeia de suprimentos, porém inexistente entendimento claro e conciso sobre o que é gerenciar estoques (WILD 1997 e NARAYAN e SUBRAMANIAN, 2009), a diferença entre a definição de estoques e o ato de gerenciá-los (VAN HECK, 2009) e o que são seus problemas (HARRINGTON *et al.*, 1990).

Alguns autores, ao trabalhar o tema gerenciamento de estoques, avançam os seus limites, apresentam revisões que não são claras ou apenas o abordam de modo simplista (WILLIAMS e TOKAR, 2008). Estas dificuldades se apresentam também pelas diversas maneiras possíveis de gerenciar os estoques. Fontaine (2011), por exemplo, comenta que existem oito modos distintos de gerência de estoques: sistema

perpétuo, *Just in Time*, Lote Econômico de Compras (LEC), *Safety Stock based system (SS)*, *Last In First Out*, *First In First Out*, *Vendor Managed Inventory*, método ABC e MRP (*Material Requirements Planning*).

Já os problemas de gerenciamento de estoques normalmente são tratados na literatura de forma específica. Aborda-se PGE como questões vinculadas à previsão de demanda (SHAH e AVITTATHUR, 2007), questões vinculadas aos custos por falta de atendimento (AHISKA *et al.*, 2013), cuidados quanto à segurança e manutenção dos estoques (VAN HECK, 2009), ou como em casos em que o poder de barganha de um ente de uma cadeia traz de consequências sobre os estoques de outro ente desta mesma cadeia (SUCKY, 2005).

Visto que o tema problema de gerenciamento de estoques não é algo ainda claro na literatura, a questão de pesquisa buscará entender o conceito do problema de gerenciamento de estoques, suas causas e consequências. A pergunta de pesquisa pode ser formulada como: o que é o problema de gerenciamento de estoques, quais são as suas variáveis causadoras e como analisá-los?

1.2 OBJETIVOS DE PESQUISA

O objetivo desta pesquisa é conceber um método de identificação do problema de gerenciamento de estoques (PGE) e análise de suas causas. Dentre os objetivos específicos estão:

- a) Gerar uma classificação de variáveis causadoras de PGE;
- b) Criar uma ferramenta de apoio à decisão que simule as interações entre as variáveis causadoras do problema de gerenciamento de estoques;
- c) Comparar a aderência da ferramenta junto a dados de uma empresa para sua validação;
- d) Gerar indicadores que meçam as variáveis causadoras de problemas de gerenciamento de estoques.

1.3 JUSTIFICATIVA

O gerenciamento de estoques exerce relevante impacto financeiro nas empresas e causa preocupações aos seus gestores. Buscando entender quais seriam as causas de maior preocupação no gerenciamento de estoques, uma revisão da literatura foi realizada, pesquisando os problemas de gerenciamento. Utilizou-se de uma

abordagem de revisão de literatura para obtenção de resultados que pudessem incorporar um espectro maior de resultados relevantes, ao invés de limitar as conclusões à leitura de somente alguns artigos. O resultado desta revisão não apontou um consenso ou uma definição uníssona sobre o tema.

Através deste estudo foi possível concluir que muitas vezes os causadores de problemas são abordados, tanto na literatura especializada quanto por profissionais da área, como as consequências de um mau gerenciamento do inventário – tais quais casos em que a demanda é considerada um PGE (TOWILL e CHRISTOPHER, 2007). Esta confusão entre ente causador e ente que sofre a ação carece de clareza. Há uma troca entre os objetos analisados, confundindo tanto especialistas quanto profissionais da área. Este problema pode ocorrer pela própria dificuldade de enxergá-lo, estabelecer suas fronteiras e entendê-lo (BLECH e FUNKE, 2010 e DOSTÁL, 2015).

O entendimento sobre quais são os reais problemas de gerenciamento de estoques poderão levar uma companhia a evitar perdas por tê-los em excesso, bem como poderão diminuir os custos ocasionados por faltas. Os custos de falta de estoques são de difícil mensuração, podendo ocasionar em distintas respostas de um cliente para um fornecedor. O nível adequado de abastecimento do estoque evita, de acordo com Gruen *et al.* (2002), cinco possíveis comportamentos de um consumidor: i) comprar o item em outro local, ii) comprar no mesmo local, porém em um momento distinto, iii) substituição por outro item da mesma marca, iv) substituição por outra marca ou v) a não compra deste item.

Além disso, Kaplan e Anderson (2013) advogam que normalmente os principais componentes de custeio de uma empresa são a sua mão de obra e seus ativos – dentre estes ativos, boa parte são seus estoques. Harrington (1996) comenta que os maiores custos de um negócio estão escondidos nos estoques. Para outros autores, como Viana (2000), em empresas industriais ou comerciais, os estoques podem representar parcelas superiores a 50% do custo do produto vendido. Christopher (2011) complementa que os estoques, em média, superam 50% dos ativos de uma empresa.

Na literatura, diversos problemas de estoques são abordados apenas como simples equações matemáticas de minimização de custos ou maximização de lucros, como citado por Pasandideh *et al.* (2011), em que é explorado o caso do vendedor de jornais (*Newsboy Problem*). Bhakoo *et al.* (2012) trazem como exemplos problemas de gerenciamento de estoques causados pela gestão colaborativa, evidenciados por um

estudo de caso em um hospital australiano, apontando como resultado problemas de confiança, além de questões vinculadas à infraestrutura física.

Do resultado desta revisão pode-se observar que distintos autores utilizam distintos nomes para mencionar o problema de gerenciamento de estoques. Estes homônimos podem ser confundidos como armadilhas (LEE e BILLINGTON, 1992), como risco (CHOPRA e SODHI, 2004), ou o próprio ato de administrá-los pode ser considerado um problema (CASEU e KOKENY, 1998). Também pode ser considerado um problema matemático de programação linear ou não linear (KEREN, 2009; JANSSENS e RAMAEKERS, 2011; YAO *et al.*, 2011 e GANG *et al.*, 2012).

A utilização de um método que consiga diagnosticar os PGE com rapidez e de forma simples poderá levar à causa raiz dos PGE, sendo capaz de diminuir o tempo de resposta para alguns eventos, bem como desmistificar falsos paradigmas que se encontram entre os gestores dos estoques. A utilização de um método também permitirá analisar de forma estatística quais variáveis possuem maior participação nos eventos de problemas de gerenciamento de estoques, proporcionando uma facilidade ao decidir quais ações priorizar para saná-los.

Entre os benefícios da utilização de um método estão as necessidades de sistematizar o diagnóstico de PGE, a fácil visualização de causadores de PGE e, principalmente, a abordagem e investigação destes causadores. A compreensão permitirá observar quais são as relações que levarão ao efeito indesejado.

A utilização deste método permitirá descobrir se os PGE são provenientes de políticas de tamanho de lote e otimização de estoques, resultantes de algum tipo de extravio (como furto ou roubo), se são resultantes de erros transacionais, entre diversas possíveis causas.

1.4 METODOLOGIA

Nesta seção os métodos de pesquisa e de trabalho são apresentados. Um método de pesquisa e um método de trabalho bem definidos permitem uma maior clareza e transparência quanto à condução da pesquisa, o que permite que a sua validade seja reconhecida por outros pesquisadores, evidenciando que a pesquisa é confiável e válida para área (DRESCH, 2013).

1.4.1 Método de pesquisa

O método científico utilizado nesta pesquisa é o dedutivo. O método científico dedutivo consiste em deduzir conclusões com base no que já se sabe.

Para Lacerda *et al.* (2013) a engenharia se preocupa com a utilização do conhecimento científico com o objetivo de projetar e construir artefatos para a solução dos problemas, avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando, e comunicar os resultados obtidos. O método de pesquisa desta dissertação utilizará tanto do estudo de caso e basear-se-á nele para produzir conclusões sobre o tema, ou seja, o foco estabelecido visa compreender o problema de gerenciamento de estoques e desenvolver um método para análise e entendimento das causas deste problema.

A natureza de pesquisa desta dissertação é aplicada, devido à utilização de base de dados de empresas concomitante à busca de solução de problemas genéricos (GIL, 2002). A abordagem é considerada qualitativa, visto que apenas a modelagem das relações e suas análises serão modeladas quantitativamente. A busca pelas variáveis, bem como o mapeamento e definição destes resultados é realizado de forma qualitativa, utilizando-se de entrevistas junto a especialistas e revisão bibliográfica para buscar informações já publicadas sobre o tema.

Dentre os objetivos, esta pesquisa é tida como explicativa, já que ela procura entender o porquê destes problemas. O procedimento utilizado é do *Design Science Research* (DSR), já que o estudo procura uma solução para uma dada “classe de problemas, habilitando a generalização e o avanço do conhecimento na área” (LACERDA *et al.*, p. 744, 2013). O *Design Science Research* tem como proposta projetar, produzir sistemas que ainda não existem, modificar situações existentes para alcançar melhores resultados e possui foco na solução (DRESCH, 2013).

No método proposto por Dresch, (2013, p.159) o DSR surge “do interesse do pesquisador em estudar: i) uma nova ou interessante informação; ii) resposta para uma questão importante; iii) solução para um problema prático ou para uma Classe de Problemas”. A etapa de identificação do problema justifica por que é importante estudá-lo, sua relevância no contexto acadêmico e definição. DRESCH (2013) apresenta ainda que cabe ao investigador observar e medir como o artefato está se comportando – como mensura as respostas a seus estímulos – e como este artefato deverá ser replicável, ou seja, a generalização a diferentes classes de problemas.

1.4.2 Método de trabalho

O método de trabalho define a sequência de passos lógicos que o pesquisador vai seguir a fim de alcançar os objetivos da sua pesquisa (MARCONI e LAKATOS, 2010). Para Goldenberg (2004) a realização de uma pesquisa científica precisa responder a três questões:

- 1) a existência de uma pergunta que se deseja responder;
- 2) a elaboração de um conjunto de passos que permitam chegar à resposta;
- 3) a indicação do grau de confiabilidade na resposta obtida.

O método de trabalho está dividido em 4 etapas distintas, conforme apresentado na Figura 1, que tentarão responder às três questões apresentadas.

Na primeira etapa é realizado o levantamento bibliográfico sobre Problemas de Gerenciamento de Estoques. Nesta etapa é apresentado o que são os estoques, como funciona o seu gerenciamento e o que é compreendido como PGE na literatura.

A segunda etapa apresentará a classificação dos causadores de PGE. Esta etapa contará com o subsídio teórico adquirido no referencial teórico. A ideia desta classificação está na compreensão, de forma simples e rápida, dos possíveis causadores de PGE em um ambiente.



Fonte – Elaborado pelo Autor

Na terceira etapa será criado o método de identificação e análise de problemas de gerenciamento de estoques. Para March e Smith (1995), um artefato do tipo método é um conjunto de passos com fins de obtenção de um resultado. Para eles existem quatro tipos de artefatos: i) constructos; ii) modelos; iii) métodos e iv) instanciações. No Quadro 1 a definição destes conceitos é encontrada.

Quadro 1 - Tipos de Artefatos

Artefato	Descrição
Constructos	Constructos ou conceitos formam o vocabulário de um domínio. Eles constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções. Conceituações são extremamente importantes em ambas as ciências, natural e de <i>design</i> . Eles definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas. Eles podem ser extremamente valiosos para <i>designers</i> e pesquisadores.
Modelos	Um modelo é um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Modelos representam situações como problema e solução. Ele pode ser visto como uma descrição, ou seja, como uma representação de como as coisas são. Cientistas naturais muitas vezes usam o termo ‘modelo’ como sinônimo de ‘teoria’, ou ‘modelos’ como as teorias ainda incipientes. Na <i>Design Science</i> , no entanto, a preocupação é a utilidade de modelos, não a aderência de sua representação à Verdade. Não obstante, embora tenda a ser impreciso sobre detalhes, um modelo precisa sempre capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil.
Métodos	Um método é um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução. Os métodos podem ser ligados aos modelos, nos quais as etapas do método podem utilizar partes do modelo como uma entrada que o compõe. Além disso, os métodos são, muitas vezes, utilizados para traduzir um modelo ou representação em um curso para resolução de um problema. Os métodos são criações típicas das pesquisas em <i>Design Science</i> .
Instanciações	Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos. No entanto, uma instanciação pode, na prática, preceder a articulação completa de seus constructos, modelos e métodos. Instanciações demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam.

Fonte: March e Smith (1995) citado por Lacerda et al. (2013)

O objetivo do método é conseguir identificar quais são os causadores dos problemas de gerenciamento de estoques e analisá-los no ambiente pesquisado. A ideia está na construção de passos que consigam, de forma simples, rápida e eficiente trazer consciência sobre possíveis eventos que estejam acontecendo no ambiente analisado.

A quarta etapa trabalhará a validação, aplicação e análise do método. Para validação do método será realizado um estudo de caso. O estudo de caso permitiu que os passos do método proposto fossem seguidos em um ambiente empresarial. Para sua concretização, foram realizadas entrevistas com seis pessoas responsáveis pelos estoques no ambiente estudado, sendo elas responsáveis por atividades dos setores de Logística de Entrada e Saída, Planejamento e Controle da Produção, Engenharia de Produto, Comercial, Fiscal, Compras e Manufatura. As entrevistas se concentraram em um dia. Posteriormente à realização das entrevistas e análise das variáveis, foram

buscados dados para realização da etapa de modelagem computacional deste ambiente. Os dados buscados tinham como objetivo compreender o comportamento dos estoques de um produto selecionado para análise. Para isso, observou-se as movimentações de entrada, saída e saldo de estoques. Também foram colhidas informações sobre as variáveis que interagiram neste modelo.

Quanto à validação do modelo computacional, demandou-se a busca por métricas que indicassem quantidade ou qualidade dos indicadores pré-determinados e definir a eficiência com a qual o sistema atinge seus objetivos (FRANCÊS *et al.*, 2005). Dentre as técnicas de avaliação há dois grandes grupos de técnicas – de modelagem e de aferição. As técnicas de aferição são aplicadas a sistemas computacionais reais, sendo as mais utilizadas a construção de protótipos, coleta de dados e *benchmarking*. As técnicas de modelagem são utilizadas nos casos em que não se deseja interferir no sistema existente ou em sistemas que ainda não foram desenvolvidos (MARQUES, 2008).

Nesta mesma etapa realizou-se a avaliação do método gerado. Seguiu-se padrões de avaliação estatísticos para que os resultados do artefato pudessem ser validados. Julgar o grau de confiabilidade na resposta obtida ao problema de pesquisa é uma das saídas desta etapa. Lacerda *et al.* (2013) expõem que avaliações de artefatos necessitam de três passos (i) explicitar o ambiente interno, o ambiente externo e os seus objetivos; (ii) explicitar como deve ser testado; e (iii) descrever os mecanismos que medem os resultados.

1.5 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Faz parte desta pesquisa delimitar o escopo de problema de gerenciamento de estoques (PGE) a fim de compreender como os problemas de gerenciamento afetam os estoques no ambiente utilizado por esta pesquisa. Será analisada somente a relação de consumo e fornecimento de um nó de uma cadeia de abastecimento (fornecedor-indústria).

A etapa mais sensível será a de análise de resultados, visto que o método buscará representar um modelo real através de simulação computacional, estando calcado em todas as conjecturas realizadas nas etapas predecessoras, bem como a uma boa alimentação de sua base de dados. Esta etapa utilizará como entrada os dados fornecidos pelos sistemas de informação da empresa visitada. Dados omissos, ou

problemas em estimação de parâmetros, bem como informações erradas, mascararão os resultados, diminuindo a fidedignidade e aderência do modelo computacional.

É importante salientar que as análises serão descritas ao cenário criado podendo ser generalizadas a outros ambientes do mesmo local de pesquisa e que contenham características similares às descritas, porém não será possível inferir para ramos de negócio distintos dos pesquisados se os principais problemas apresentados são os mesmos, devido a diversos estratos possíveis para o mesmo problema de pesquisa. Um exemplo prático seria a contextualização deste problema de pesquisa junto a empresas de outro país, em que algumas causas jamais existiriam (desastres naturais, por exemplo) ou que possuiriam probabilidades muito distintas da abordagem desta pesquisa (como inconfiabilidade do fornecedor).

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura desta dissertação está posta desta forma: no primeiro capítulo serão abordados o tema, seus objetivos, com uma breve introdução sobre a temática e o método utilizado nesta pesquisa. Ao fim desta seção introdutória sua delimitação também é explorada.

O capítulo subsequente apresenta um referencial teórico sobre o assunto apresentado nesta dissertação para geração de conscientização sobre o tema. É possível destacar o objeto de estudo, esmiuçando o que são os estoques e seus problemas.

O terceiro capítulo abordará os causadores do problema de gerenciamento de estoques. Este capítulo é chave para o método proposto, sendo um constructo basilar para o modelagem computacional.

O quarto capítulo tratará do método em si. Neste capítulo serão apresentadas as etapas para utilização do método, constando neste capítulo o modo de seleção de variáveis, de captação de dados para estas variáveis, a modelagem, validação e análise.

O quinto capítulo abordará a aplicação do método. Os resultados das entrevistas, e a explicitação das interações da modelagem, os tipos de avaliação serão então expostos. Questões que abordem entendimentos estatísticos necessários sobre os resultados também serão abordados neste capítulo. Culminando esta pesquisa, as conclusões e sugestões para estudos futuros e suas limitações serão abordadas no capítulo 6 desta dissertação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O capítulo referencial teórico abordará a temática estoques, a fim de gerar conscientização sobre o objeto de pesquisa. Este capítulo está subdividido em o que são estoques, seguido pelos problemas de gerenciamento de estoques abordados na literatura, compreensão das relações que envolvem os estoques, os tipos de riscos e rupturas envolvidos na gestão de estoques e a delimitação do problema de gerenciamento de estoques para esta pesquisa.

Para compreender os PGE é necessário entender primeiramente o objeto de estudo – os estoques. A primeira subseção apresentará o que é abordado na literatura sobre PGE. Posteriormente serão apresentadas as relações que existem em uma cadeia e como estes processos levam a rupturas e PGE. Na última seção deste capítulo será apresentada a delimitação do problema de gerenciamento de estoques para esta pesquisa.

2.1 ESTOQUES

Esta seção está subdividida em três partes. A primeira apresentará o que são os estoques e como são tipificados. A segunda abordará os objetivos e razões em retê-los, enquanto a terceira apresentará modos de gerenciá-los.

2.1.1 O que são e quais são as suas tipificações

Ballou (2006) define estoques como acúmulos de matéria prima, insumos, componentes, produtos em processo e produtos acabados que aparecem em numerosos pontos por todos os canais de distribuição e de produção na empresa. Já Slack (2009) define estoque como a acumulação armazenada de recursos materiais em sistema de transformação.

Existem três tipos básicos de estoques: matéria-prima, produto em processo (*WIP*) e produtos acabados. Muckstadt e Sapra (2010) apresentam cinco diferentes classificações de estoques: de antecipação, de ciclo, de segurança, *pipeline*, e desacoplamento.

Estoques de antecipação são criados para atender demandas que não são imediatas, mas sim em um futuro previsto. Os de ciclo são utilizados para atender picos de necessidades que são ocorrem ciclicamente. Os estoques de segurança são

utilizados para proteção de *lead times* (de produção, fornecimento, etc.). Os estoques *pipeline* são utilizados para preenchimento durante o período de transição do pedido de fornecimento e as necessidades em um canal de distribuição. Já os estoques de desacoplamento possuem como função a proteção de estágios de produção de um processo, permitindo a maximização da utilização e da eficiência do local de operação.

Muller (2011) apresenta as suas tipificações de estoques:

- Matéria prima: usada para produção de produtos parcialmente já produzidos ou não produzidos.
- Produto em processo: os que são considerados *WIP – Work-in-Process*: são os itens que já receberam algum processamento, portanto não são mais matéria prima, porém não terminaram todas as suas fases produtivas, logo ainda não é um produto acabado.
- Produto acabado: produtos já prontos para os consumidores.
- Consumíveis: são materiais que não são utilizados diretamente na produção, por isso recebem tratamento distinto. Exemplos são lâmpadas, papéis toalha, etc.
- Serviços, reparação, substituição e reposição (S&R): usados em mercados de reposição, necessários para manutenção de produtos de clientes.
- Manutenção, reparo e operação (MRO): nesta classificação estão todos itens necessários para manutenção de operações na fábrica, equipamentos de segurança (EPIs) e qualquer outra necessidade de operação de uma fábrica.
- *Buffer* ou estoque de segurança: este tipo de inventário serve para compensar demandas incertas e manutenção do balanceamento entre operações com diferentes tempos de processamento.
- Antecipação: tipo de inventário que é utilizado para tratamento de sazonalidades ou períodos de pico.
- Trânsito: estoque que está no caminho de um fornecedor para um cliente.

2.1.2 Os objetivos e razões em retê-los

Autores possuem diversas opiniões sobre quais são os objetivos dos estoques. Para Muller (2011) os objetivos dos estoques estão basicamente vinculados à segurança: do fluxo produtivo, de flutuações na demanda, de fornecimentos inconfiáveis, do preço, e economias de escala: ganhos em descontos por quantidade e a diminuição de custos de pedido.

Wild (1997) cita como objetivo dos estoques suportar as necessidades do negócio e a otimização de três alvos: nível de serviço, investimento em estoques e custos operacionais. Para o autor, o balanceamento destas três variáveis é o objetivo de controlar os estoques. Quanto maior o balanceamento, maior a geração de valor para empresa.

Bowersox *et al.* (2006) comentam a existência de quatro benefícios de serviços vinculados à administração dos estoques:

- a) Estoque Ocasional: normalmente utilizado em apoio ao mercado distribuidor, está vinculado a picos de demanda ou demandas sazonais.
- b) Sortimento Completo: vinculado a necessidade de *one-stop-shopping*, estes tipos de armazéns possuem *mix* completos para a demanda de um cliente.
- c) Apoio à Produção: estocam inventário para oferecer suporte à produção, trabalhando como *buffers* de segurança a eventuais rompimentos na cadeia, tanto de fornecimento quanto de produção.
- d) Presença no Mercado: um armazém com características de localização próxima ao cliente; sua intenção é atender a um cliente ou grupo de clientes de forma customizada (tempo de resposta, garantias de entrega, etc.).

Outras razões de sua retenção estão vinculadas a inesperadas mudanças nas demandas dos clientes (diminuição do ciclo de vida de um produto, ou a presença de diversos competidores que diminuem a acurácia de sua previsão); presenças de incerteza nas quantidades e qualidades do suprimento, custos dos insumos e tempos de entrega; *lead times* sempre demandarão estoques de segurança, mesmo quando não há incerteza na oferta ou demanda; economias de escala ofertados por transportadoras encorajando a compra de grandes quantidades para obtenção de descontos; dissociar suprimento de demanda para manutenção do fluxo de produção; antecipação de demanda promocional e manutenção do nível de serviço proposto ao cliente (SIMCHILEVI *et al.*, 2008 e EMMETT, 2011).

2.1.3 Tipos de sistema de controles de estoques

A gestão dos estoques é o processo de garantir a sua disponibilidade. É papel também do processo de gerenciamento de estoques administrar as incertezas da demanda para manutenção de níveis de serviço desejado, mantendo os custos em um patamar esperado (CSCMP, 2013).

Existem diversas questões que fazem com que o processo de gerenciamento de estoques se torne difícil. Aiello (2008) apresenta questões quanto à garantia de disponibilidade e manutenção de custos: quanto estoque deve ser mantido? Quanto pode-se melhorar o desenho de produtos e processos para diminuir os níveis de estoques? Quanto deve ser comprado ou produzido internamente?

Dois são os modelos de revisão de estoques mais comuns na literatura utilizados para gerenciar os pedidos: contínuo e periódico. O modelo de revisão contínuo, também conhecido como perpétuo, possui um período variável de pedido – PVP, dado que a observação do nível de estoque é constante. O modelo de revisão periódico é utilizado quando o nível de estoques é observado periodicamente, existindo um período fixo de pedido – PFP (EMMETT, 2011).

Para ambos os modelos, há ainda outras questões a resolver. A quantidade pedida poderá ser variável (QPV) ou fixa (QPF), formando-se quatro possíveis realidades de quanto e quando pedir: PVP/QPV; PVP/QPF; PFP/QPV e PFP/QPF (EMMETT, 2011). No Quadro 2 estas opções são apresentadas.

Quadro 2 – Tipos comuns de reposição de estoques

Métodos	Comentários
QPF/PFP	Pode acabar antes do PFP, mas pode ser aceitável se a demanda e os prazos de entrega forem constantes
QPF/PVP	Precisa de uma revisão contínua de estoque
QPV/PFP	Precisa de uma revisão periódica do estoque no intervalo de pedido por tempo fixo (por exemplo, toda sexta-feira)
QPV/PVP	Muitas ordens são colocadas, mantendo o nível de estoques mais próximo do máximo

Fonte: Adaptado de Emmett (2011)

Outros autores denominam de forma diferente os mesmos modos de realização de controle de estoques, os chamando de sistemas Q,R – R,S – T,S e T,R,S. O sistema Q,R utiliza-se da revisão contínua e lotes fixos, ou seja, no momento em que o nível de estoque atingir ou chegar abaixo do ponto de pedido R , é encomendada uma quantidade fixa Q . Já o sistema R,S utiliza-se da revisão contínua, porém com lotes variáveis, ou seja, quando o nível de estoque atinge o ponto de pedido R , é encomendada uma quantidade variável elevando a posição de estoque ao nível máximo S (CHENG *et al.*, 2010 e ROSA *et al.*, 2010).

Os outros dois sistemas (T,S e T,R,S) utilizam a revisão periódica, ou seja, a cada período T é observado o nível de produtos em estoque. Enquanto o sistema T,S possui lotes variáveis – a cada período de duração T é encomendado a necessidade de saldo para elevar a posição do estoque ao nível S – o sistema T,R,S observa no período

T se a posição de estoque encontra-se no ponto de pedido R. Caso esteja, é encomendada e quantidade necessária para abastecimento até o nível máximo S (CHENG *et al.*, 2010 e ROSA *et al.*, 2010).

Bowersox (2006) chama estes modelos de reativos, pois estão sempre respondendo a estímulos passados. Muckstadt e Sapro (2010) comentam que os modelos periódicos são ideais para ambientes que possuem maiores custos variáveis de pedido, enquanto os modelos contínuos, por conceitualmente possuírem tendências de maior frequência na realização de pedidos, são ideais para ambientes que possuem custos variáveis menores.

2.2 PROBLEMAS DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES

Ballou (2006) classifica de forma genérica o problema de gerenciamento de estoques. Sua classificação engloba cinco grandes grupos: natureza da demanda, filosofia do gerenciamento, grau de agregação de produtos, estoques de múltiplos estágios e estoques virtuais.

Para o autor, o grupo natureza da demanda gera problemas no gerenciamento de estoques devido às dificuldades de compreensão de seu padrão (Terminais, Perpétuos, Sazonais e Irregulares). A filosofia de gerenciamento para o autor gera problemas, pois existem duas filosofias básicas conflitantes (conceitos de puxar e empurrar) que influenciam quando e como realizar pedidos. O grau de agregação de produtos remete às dificuldades inerentes ao controle de pedidos de produtos a nível de conjuntos ou unidades. Os estoques de múltiplos estágios adicionam dificuldades na tomada de decisões sobre o nivelamento de estoques durante diferentes nós de uma cadeia. Estoques virtuais causam problemas como a visualização do que existe em sistemas de informação e o que há no estoque físico.

Já Silver (2008) classifica os problemas de gerenciamento de estoques em 8 dimensões e modelos associados, argumentando que pode haver sobreposição entre os itens de sua classificação. Para o autor qualquer modelo é uma abstração da realidade, e a ideia de sua classificação é de capturar a essência do PGE a fins de pesquisa e aplicação.

As dimensões são as seguintes: (i) itens únicos ou em conjunto – criados por itens substitutos, demanda complementar, descontos em grupos; (ii) o tempo de duração – período finito, infinito ou único; (iii) pontos de estocagem – tratamento de um ou múltiplos escalões, efeitos de agrupamento de estoques, local de realização do

pedido; (iv) controle e informação – como é realizada a gestão colaborativa; (v) natureza do produto e tipo de demanda – durabilidade do produto, quais são os seus produtos reparadores, o ciclo de vida é uma questão importante, a demanda é determinista, estocástica ou estacionária; (vi) estrutura dos custos de compra – gerado por desconto de fornecedor, considerações sobre o modo de fretamento, custos de inflação; (vii) natureza do processo de suprimento – restrição sobre montante mínimo e máximo de pedido, múltiplos de lotes, janelas de reabastecimento, necessidades de logística reversa; e (viii) considerações sobre validade – qual a taxa de obsolescência do produto e questões sobre sua deterioração e perecibilidade.

Esta forma de tratamento de PGE abordada por Ballou (2006) e Silver (2008) não é encontrada com frequência na literatura. Usualmente os autores trabalham problemas específicos, buscando soluções para um cenário ou uma situação. Exemplos podem ser dados quando se estuda a aleatoriedade do *lead time* e seus efeitos sobre os estoques (de tempo, tráfego, escalas, multimodalidade e roteirização) (JANSSENS e RAMAEKERS, 2011 e FENG *et al.*, 2006). Análise complementar é realizada quando verifica-se a não estacionariedade dos parâmetros do *lead time* e como a sua diminuição pode melhorar o nível de serviço (AL-HARKAN e HARIGA, 2007; e OUYANG *et al.*, 2006).

Esta seção apresentará o viés de problema de gerenciamento de estoques dividido em classes vinculadas à gestão da cadeia, processamento interno, produto, informação e fatores externos. Estas classes foram identificadas durante a revisão bibliográfica. Foram classificadas deste modo, pois agrupam de forma genérica quais classes possuem uma mesma raiz causadora de problemas de gerenciamento de estoques. A gestão da cadeia agrupa questões vinculadas à gestão da demanda, de clientes e de fornecedores; a classe processamento interno busca questões vinculadas a processos produtivos e logística; a classe de produtos vincula questões como obsolescência; a classe informações apresenta problemas relacionados a *delays* e assimetria de informação e, no último grupo, restrições externas, vincula-se questões como regulação de mercado e demandas legais podem afetar a administração dos estoques.

2.2.1 Problemas associados à gestão da cadeia

O desconhecimento da distribuição da demanda é um fator recorrentemente estudado. Kunnumkal e Topaloglu (2008) trazem esta questão em problemas do tipo vendedor de jornais e algumas possíveis causas da utilização deste tipo de suposição. Entre as causas estão a insuficiência de dados para a composição paramétrica do modelo de distribuição ou dificuldades de coleta devido à confusões na observação do montante de produtos vendidos e do montante demandado.

Também vinculado à demanda, a sua instabilidade também causa problema na gestão de estoques. Gerada por distintos canais de distribuição e novos modelos de comercialização (como o *e-commerce*), além do advento de diversas funções que anteriormente inexistiam nos produtos, causam o aumento da instabilidade de suas demandas (SHAH e AVITTATHUR, 2007 e KWAK *et al.*, 2009).

Referindo-se à variabilidade da demanda, o período firme – congelamento dos processos de recebimento/entrega – é utilizado para diminuí-la (ÖZEN *et al.*, 2012). Já Bulinskaya (2004) propôs um modelo que ajuda controlar demandas estocásticas. Para o autor o controle de inventários é um caso especial de gestão de risco ou de decisões tomadas sobre incerteza, trilhando um caminho entre o excesso e a falta de estoque.

Alterações na demanda também ocorrem por variáveis como preço e marca. Baseados em políticas de redução de preços para aumentar a demanda, Zhang *et al.* (2012) propuseram um modelo em que há uma conjunção entre preço e controle de inventário com restrições de capacidade e custos fixos de ordens de pedido. A lealdade à marca também é um fator que poderá desorganizar o comportamento da demanda, dado que um cliente poderá não adquirir produtos substitutos, visando somente o produto desejado (BENSOUSSAN *et al.*, 2007).

Problemas também ocorrem por questões vinculadas ao fornecimento. Serel (2008) comenta que existem diversas causas que podem gerar rupturas, tais como acidentes, mau funcionamento de equipamentos e greves. Para Yazlali e Erhun (2009) a estratégia de abastecimento *multi-sourcing* pode amenizar estes tipos de problemas.

Outras questões que envolvem o fornecimento estão vinculados ao poder de barganha (SUCKY, 2005) e à contratação de fornecimentos mínimos (GÜRLER e YILMAZ, 2010). A observação do momento correto para realização de um pedido em mercados de preços flutuantes também é uma abordagem recorrente na gestão de problemas de estoques (GALLEGO e WOLF, 2000 e TARIM e KINGSMAN, 2004).

Em um estudo de caso, realizado em hospitais australianos, abordaram-se dificuldades vinculadas à gestão colaborativa do inventário e a utilização de um *software* para gestão conjunta destes estoques (BHAKOO e SINGH, 2012). Dentre as dificuldades para continuidade e perpetuação deste modelo de gestão encontram-se: problemas de confiança, divergência de objetivos entre os atores, inércia cultural, infraestrutura física e técnica.

2.2.2 Problemas associados a processamentos internos

Algumas causas dos problemas de gestão de estoques estão vinculados à qualidade e quantidade realizada na etapa produtiva. De um lado, a aleatoriedade: problemas de não conformidade podem reduzir os níveis desejados de manutenção de materiais; do outro lado, a superprodução pode aumentar os custos de produção, armazenagem e até mesmo causar custos de destruição (KEREN, 2009).

Alguns problemas de gestão de inventário vinculados ao processo de manufatura também são encontrados na pesquisa de Cui *et al.* (2009). A decisão do local de preparação de matérias primas, o modo como o material deverá ser recebido – se preparado pelo fornecedor ou dentro da empresa – podem causar PGE.

Os *lead times* no processo produtivo (tempo de fabricação, tempo de preparação, tempo de espera, tempo de movimentação e tempo de inspeção), podem fazer com que haja necessidade de montantes maiores ou menores de produtos estocados para mitigar possíveis riscos de falta (OUYANG *et al.*, 2006 e AL-HARKAN e HARIGA, 2007).

Caseau e Kokeny (1998) abordam questões como a subcontratação de ativos similares de outras companhias para o atendimento das necessidades de um cliente, bem como dificuldades no gerenciamento da manutenção destes ativos, e a sua gestão de retorno como casos problemáticos.

A priorização de clientes gera impactos sobre o modo em que o estoque é gerenciado. É muito difícil estimar monetariamente as implicações de atingimento as demandas dos clientes, e o atingimento dos requisitos individuais do nível de serviço. Por estas razões as empresas trabalham basicamente com metas para os níveis de serviço e taxas de atendimento (SAMII *et al.*, 2011).

Tratando a gestão de retornos, Yao *et al.* (2011) comentam sobre a maior frequência de pesquisas sobre este assunto. Citam que a utilização de um bom processamento da gestão de retornos poderá trazer benefícios econômicos.

Problemas usuais na gestão de processos internos estão vinculados sobre o que deve ser feito com o inventário em excesso. Kalagnanam *et al.* (2000) abordam como diferentes tipos de estoques devem ser tratados (matéria-prima, produto em processamento e produto acabado). Para os autores, geralmente, o excesso é advindo de ordens canceladas, produção abaixo da qualidade desejada e para produção em excesso para satisfação de restrições de máquinas ou operações.

A opção por uma política de gestão de estoques LIFO (*Last-in-First-out*) ou FIFO (*First-in-First-out*) poderá gerar problemas ao gestor de estoques para balancear as suas necessidades com a de clientes (PARLAR *et al.*, 2010). Os autores apontam que clientes preferem a política LIFO, que mantém os produtos mais novos à sua disposição, e os gestores de estoque preferem uma política que diminua a possibilidade de obsolescência de seus produtos.

Muito autores também abordam problemas gerados pela utilização de políticas contínuas ou periódicas de revisão. Uma das desvantagens do sistema periódico é que escassez normalmente ocorre antes de um reabastecimento, devido às variações de demanda e de tempo de entrega (FATRIAS e SHIMIZU, 2010). Ainda abordando este tema, Axsa (2001) comenta que em uma política de avaliação contínua do estoques é razoável supor que a estrutura da política de estoque ideal deveria depender mais do tamanho relativo da variação de demanda estocástica, do que o tamanho da média demanda.

Hwang e van den Heuvel (2009) e Venkatraman e Venkatraman (2000) trazem à tona as dificuldades na gestão de produtos de tamanhos físicos muito grande (*bulk size*). A restrição de espaço e dificuldades na movimentação e o sucateamento devido ao errado manuseio deste tipo de produto são considerados comuns pelos autores.

Um assunto muito pesquisado é o ponto ótimo de compras e vendas. A maioria dos estudos busca minimização de problemas causados pelos excessos de custos e não atendimentos. Taleizadeh *et al.* (2010) propõem um ponto ótimo de pedido em que a tentam compreender como quantidade pedida de um produto poderá minimizar o custo total da cadeia. Já Gang *et al.* (2012) desenvolvem um modelo misto de solução de estoques através do algoritmo genético para achar soluções computacionais eficazes.

Pasandideh *et al.* (2011) propõem um modelo para maximizar os lucros em períodos únicos de venda – semelhantes ao *newsboy problem*.

Também tratado com bastante frequência é o tópico segregação dos estoques. Para evitar perdas por não entregas e por custos de armazenamento, a decisão sobre centralização e descentralização dos estoques é abordada por Eynan (1999) na tentativa de diminuir a variabilidade da demanda através da compensação de pedidos de clientes, direcionando-os para um único local de armazenagem.

2.2.3 Problemas associados à gestão do produto

Pourakbar e Dekker (2012) ingressam na linha da diferenciação e seus impactos sobre os estoques. Para eles, o desenvolvimento de produtos de forma cada vez mais veloz tem diminuído os ciclos de vida dos produtos, conseqüentemente, há maiores dificuldades no processo de gestão de estoques no que tange ao gerenciamento de obsolescência e cumprimento de acordos de nível de serviço (ANS). Song e Lau (2004) abordam os custos de obsolescência, observando que ele ocorrerá de modo contínuo – ao longo de um período – ou de modo repentino – apenas no fim da vida de um produto.

Walker (2000) aponta as principais características de produtos que sofrem com perda de valor – normalmente causadas por um ou mais tipo destas características: rápida obsolescência (ex. jornais), rápida deterioração (ex. vegetais e frutas), sazonalidade (ex. produtos de reposição de um projeto único) e futuro incerto em um determinado horizonte de tempo.

2.2.4 Problemas associados à informação

Os problemas relacionados à gestão da informação são vitais para uma empresa tomar a correta decisão. Visto que a informação disponível em cada etapa do sistema de estoques possui impacto direto na programação da produção, controle de inventários e planejamento de entregas, a atualização da informação possui papel preponderante para melhorar o funcionamento dos processos de negócio (Haji e Darabi, 2009).

Bensoussan *et al.* (2006) comentam que em grandes organizações há distorções em pedidos baseadas na visualização do *status* de estoques disponíveis nos sistemas de informação de empresas devido aos *delays* informacionais. Neste artigo é cunhado o

termo montante do *delay* informacional, que é a duração entre momento atual e a informação mais recente do nível de estoque em um sistema computacional. Para os autores, o *delay* informacional pode tanto ser constante (quando a variação é nula ou quase zero) e randômica (grande variabilidade do evento gerador do *delay*). De acordo com os autores, os problemas de nivelamento informacional ocorrem geralmente por erros transacionais, rendimentos de produção, refugos, extravios e roubos de materiais.

Bensoussan *et al.* (2009) complementam que o *delay* informacional pode ocorrer por causas tecnológicas e causa de gestão. Exemplo de *delay* tecnológico é a incompatibilidade de diferentes sistemas de TI (a incompatibilidade gera necessidade de novos processos de validação, aprovação, transmissão e consolidação dos resultados). Já os atrasos vinculados aos processos de gestão normalmente ocorrem devido às rotinas e procedimentos inerentes aos processos organizacionais, que realizam as transformações nos dados para que possam atender às necessidades operacionais.

Ala-Risku *et al.* (2010) abordam o projeto de uma companhia de telecomunicações sob a perspectiva de falta de alinhamento entre times e a baixa acuracidade de estoques. Essencialmente este estudo apontou que problemas gerados por divergências de informação sobre o nível de estoques existente e o informado pelo sistema postergou a realização do projeto analisado. Este problema ocorria devido ao fato de que as pessoas envolvidas entendiam que a realização da inserção dos dados no sistema era muito laborioso, levando à falta de credibilidade dos resultados produzidos pelo *software* utilizado para tomada de decisão.

Kovács *et al.* (2013) comparam investidas distintas para o problema de gestão de estoques quando há assimetria de informação. É demonstrado que, quando há maior nível de troca de informações, ganhos são gerados pelo simples *status* da posição em que se encontra um fornecedor/cliente perante uma demanda.

Estoques para assistência de desastres possuem menos abordagens na literatura do que estoques empresariais. Os autores apresentam três aspectos que diferenciam e dificultam a sua gestão: aquisição, armazenagem e distribuição. Enquanto em uma organização empresarial é possível realizar o planejamento com certa segurança nas necessidades de compras, prevendo demandas, em um desastre existe maior dificuldade de sua previsão, portanto, maior complexidade na tomada de decisão sobre quando e onde deverão ser armazenados os materiais (WHYBARK, 2007).

2.2.5 Problemas associados à restrições externas

Nair e Anderson (2005) trazem também outras informações que interferem na gestão de estoques, como a regulamentação de um governo quanto ao nível mínimo de inventário a ser adotado em um determinado segmento. No exemplo trazido existe uma clara determinação que limita um percentual do montante financeiro total deverá ficar imobilizado durante o período que este valor se encontrar sob o domínio de uma empresa.

Observando a gestão de dados através da computação em nuvem, em que os dados são os estoques em um armazém, Djemame *et al.* (2012) reportam que existem diversos riscos a serem observados. Nesta lista incluem-se os potenciais problemas por possuir os dados armazenados e gerenciados em locais remotos, além da proteção intelectual desta informação, gerando dificuldades na administração dos estoques.

É possível observar, através desta seção, que os problemas de gerenciamento de estoques podem ocorrer em distintos ambientes (no próprio local analisado ou junto à cadeia), devido a distintos *stakeholders* (clientes, fornecedores, governo ou outros entes), por questões de informação (ou sua falta), por dificuldades criadas pelo próprio produto (obsolescência), além de restrições externas.

Nota-se também que o problema de gerenciamento de estoques pode possuir, para distintas classificações de causas, a mesma abordagem de problema. Como exemplo, dificuldades geradas pela obsolescência de um produto poderão ser relacionadas a classe produto (quando há perda de valor do item no tempo), como também poderá ser classificada em informação (dificuldades causadas pela falta de informação sobre um item obsoleto).

Reitera-se que a nomenclatura problema é abordada de forma diferente conforme, o viés do seu observador. A palavra problema é apontada como exemplo de dificuldade na gestão de escassez de produtos (BHAKOO *et al.*, 2012), como também pode ser tratada para dificuldades de gestão de produtos obsoletos (POURAKBAR e DEKKER, 2012).

2.3 AS RELAÇÕES QUE ENVOLVEM OS ESTOQUES

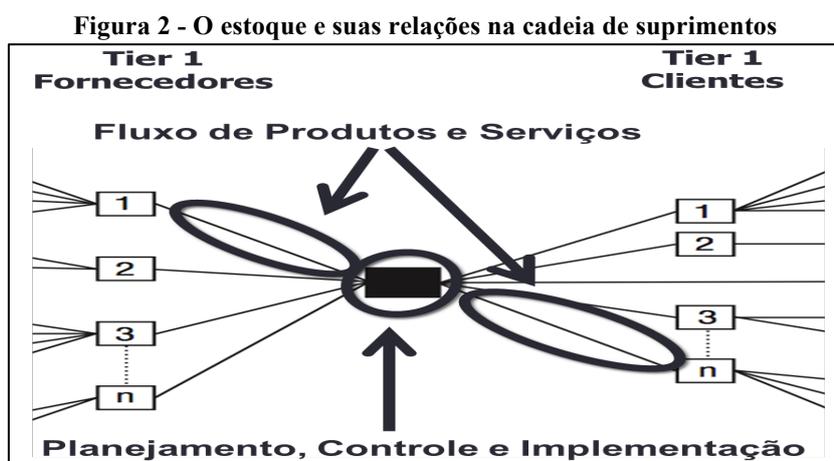
Os estoques servem para proteger as empresas de incertezas (MICHALSKI, 2009), permitir economias de escala, equilibrar demandas e suprimentos (BOWERSOX *et al.*, 2006, CHOPRA e MEINDL, 2007 e CHRISTOPHER, 2011),

portanto é necessária a compreensão dos processos em que os estoques estão envolvidos para compreender como PGE podem ocorrer.

Dentre alguns processos catalogados estão: recebimento de materiais, verificação de produtos, determinação de datas de recebimento, gerenciamento de rotas de transporte, gerenciamento da capacidade, carregamentos e descarregamentos, seleção de fornecedores, empacotamento de produtos, previsão de demanda, priorização de clientes, devolução de produtos defeituosos, transferência de produtos, gerenciamento de pedidos, seleção de pedidos, armazenagem de produtos, bem como tantos outros (SUPPLY CHAIN OPERATIONS REFERENCE – SCOR, 2012).

Pode-se observar que estes processos permeiam relações que compreendem os fluxos de produtos e serviços entre distintos *stakeholders* envolvidos no gerenciamento de estoques. Na Figura 2 verifica-se os processos de planejamento, controle e implementação de uma empresa focal e o fluxo de relacionamentos (de produtos e informação) que esta empresa necessita realizar junto a diferentes nós/*tiers* de uma cadeia, onde se encontram outras partes envolvidas que agem ou possuem alguma relação direta ou indireta sobre os estoques desta empresa (LAMBERT, 2014).

Também é possível conceber através desta figura que em um processo de venda de produto, acionado por um *tier* de clientes, refletirá em necessidades junto à empresa para o atendimento desta demanda. Logo, esta empresa acionará processos internos – por exemplo, seleção de fornecedores, pedidos de compra – implicando em gatilhos que demandarão necessidades em nós/*tiers* anteriores (seus fornecedores) (LAMBERT, 2014).



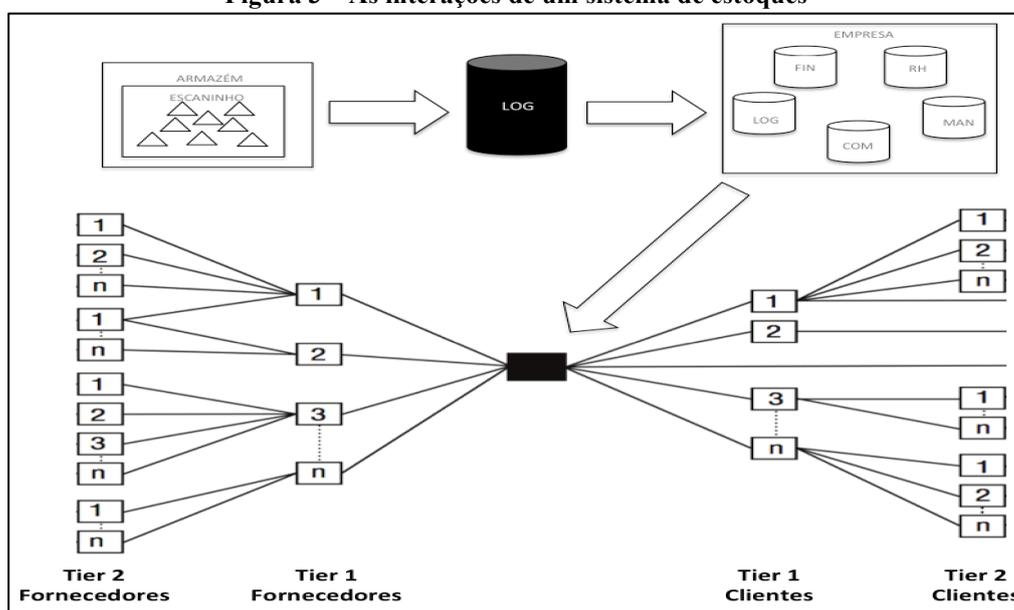
Fonte: Elaborado pelo autor

Frequentemente o responsável pela atividade de gerenciamento dos estoques está vinculado ao setor de logística. O CSCMP (2013) define logística como “o

processo de planejamento, implementação e controle de procedimentos para o eficiente e eficaz transporte e armazenagem de mercadorias, incluindo serviços e informações relacionadas a partir do ponto de origem ao ponto de consumo, para fins de conformidade com os requisitos do cliente. Esta definição inclui entrada, saída, e movimentos internos e externos”.

Ao visualizar a rede de suprimentos inteira, a área de logística da empresa focal (responsável pela administração dos estoques) interage junto a outros silos desta empresa (vendas, compras, manufatura), bem como há interações junto a outros *stakeholders* (clientes e fornecedores) dentro desta mesma rede (LAMBERT, 2014). Na Figura 3 é possível observar tais interações.

Figura 3 – As interações de um sistema de estoques



Fonte: Elaborado pelo autor

Destas relações, diversas discussões entre os silos surgem. O silo comercial enxerga as demandas dos clientes como prioritárias, ao passo que o setor de manufatura apresenta suas questões sobre capacidade. Destas relações, distintas necessidades de estoque para cada silo são geradas, ocasionando em alguns *trade-offs* (AMARAL, 2012).

No Quadro 3 Shapiro (2001) apresenta reclamações contrastantes de distintos silos empresariais. Simchi-Levi *et al.* (2008) complementam estas reclamações ao apresentar alguns *trade-offs* (de tamanho do lote e inventário, de transportes e tamanho do lote, de *lead time* e transportes, de variedade de produtos e inventário, e de custos e nível de serviço) que necessariamente impactam na administração de inventário.

Quadro 3 - Reclamações contrastantes de gestores de Marketing e Logística/Produção

Reclamações da Logística/Produção	Reclamações do Marketing
Previsões inaccuradas	Falta de capacidade produtiva
Alterações repentinas de necessidades de clientes	Excessivo <i>lead time</i> de fabricação e entrega
Estoques excessivos de produtos acabados	Quantidade de produtos acabados menor que o necessário para uma rápida resposta
Excessivo número de produtos em oferta, necessitando de produções não econômicas	Variedade de produtos insuficientes
Requisitos irreais de níveis de serviço (qualidade, tempo de entrega)	Custos de logística excessivo
Alterações desnecessárias ou custosas na customização de produtos aos clientes	Resistência e ineficiência na implementação de customizações ao produto que o deixarão mais competitivo

Fonte: Shapiro, 2001

Os *trade-offs* apresentados são causadores de problemas de gerenciamento de estoques que ocorrem pela percepção dos silos funcionais de necessidades de otimizações locais. Akkermans *et al.* (1999) identificaram ciclos viciosos em que suas causas de alguns problemas ocorriam justamente pela falta de alinhamento entre os silos. A Figura 4 apresenta falta de objetivos comuns entre estes silos como consequência de problemas como histórico de otimizações locais e de atitudes reativas entre logística e vendas.

Figura 4 - Silos funcionais como a causa raiz para falta de objetivos comuns

Fonte: Akkermans *et al.*, 1999

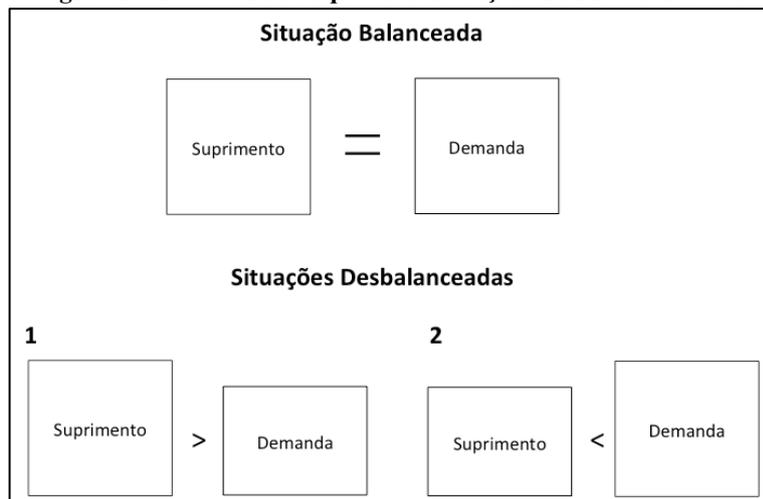
2.4 RISCOS DE RUPTURA E CAUSADORES DE PROBLEMAS DE GESTÃO DE ESTOQUES

Os problemas no gerenciamento de estoques poderão ser causados em algum dos seus processos e atividades ou em momentos de ruptura nos fluxos de produtos e serviços junto à outros nós de uma cadeia. Estas rupturas poderão acontecer no processamento interno, em que a empresa focal é a responsável, como também poderão ocorrer devido a causas em outro *tier* da cadeia, tanto a montante quanto a jusante.

Observam-se relações de causa-efeito entre os fluxos de serviços e produtos nos diferentes nós, que precisam ser geridos, controlados e implementados pela empresa focal. Esta gestão é realizada para evitar rupturas, que estão fortemente ligadas às relações de suprimento e demanda (conforme demonstrado na Figura 5), bem como dos processos internos que poderão desnivelá-los (LAMBERT, 2014).

Estas ocorrências em outros nós da cadeia poderão ocasionar rupturas, dado que os estoques se encontram em um sistema aberto, ou seja, um sistema que não possui apenas variáveis internas (endógenas), mas é suscetível a outras variáveis externas (exógenas). Estas variáveis exógenas estão suscetíveis a atividades desencadeantes de ruptura que são de difícil visualização ou previsão. Singhal *et al.* (2011) e Chopra e Sodhi (2004) apresentam, nos Quadros 4 e 5, os principais riscos de ruptura.

Figura 5 - O nível de estoques e as situações de balanceamento



Fonte: Elaborado pelo autor

Alguns exemplos de ocorrências de rupturas por variáveis endógenas podem ser observadas através de problemas no processo produtivo que geram quebras de fornecimento. Exemplos de eventos externos podem ocorrer em outros nós, como nos episódios em que um pedido, remetido a um fornecedor, não é entregue devido a problemas de transporte. Outros eventos que podem ser citados são fatores inesperados ou sem possibilidade de controle que dificultam a administração de materiais, tais como mudanças climáticas que alteraram rotas, regulações governamentais ou sanções impostas sem qualquer possibilidade de sua previsão.

Singhal *et al.* (2011) apresentam no Quadro 4 cinco classes de riscos. Entre eles estão gatilhos de riscos vinculados à operação, mercado, negócio, produto e outros. Nota-se que pontos que estão vinculadas à operação (como erros de previsão)

também estão associados à classe riscos de negócio. Esta ambiguidade pode ser explicada, dado que existem riscos de negócio em alguns tipos de mercado (como o de ações), ou por dificuldades da realização do próprio processo de previsão de uma empresa.

Quadro 4 - Classificação dos Riscos na Cadeia de Suprimentos e seus causadores

Classe	Definição de Riscos	Características	Causadores
1	Riscos Operacionais	Riscos operacionais relevantes à cadeia, interferindo em entregas ou interrupções dos fluxos dos produtos ou informação.	Desabastecimento da cadeia, incertezas na demanda, falhas de máquinas/sistemas, planejamento errôneo, riscos de informação e segurança.
2	Riscos de Mercado	Flutuações do mercado sem possibilidade de previsão.	Irregularidade do preço, comportamento do consumidor, ações de concorrentes, desastres e riscos ambientais.
3	Riscos do Negócio	Riscos específicos de uma classe ou setor que podem afetar a performance da cadeia.	Efeitos de estratégias do negócio, como terceirização, desenho da cadeia, erros de previsão ou gestão colaborativa.
4	Riscos do Produto	Questões relacionadas à natureza do produto que podem deixar a cadeia vulnerável a riscos e incertezas.	Baixa expectativa de vida do produto, complexidade de confecção, multifuncionalidade.
5	Riscos Diversos	Características diversas que devem ser categorizadas de forma distinta das demais categorias.	Riscos políticos, associados à imagem, ecológicos.

Fonte: Adaptado de Singhal *et al.*, 2011

Cabe acrescentar que, no Quadro 5, os causadores de riscos de Chopra e Shodi também podem apresentar esta ambiguidade. No caso da categoria de risco, previsão, e seu causador, efeito chicote, representam questões similares a categoria sistema, e a causa, falta de integração entre fornecedores.

Outro exemplo, na categoria *Delay*, a falta de flexibilidade de um fornecedor que não consegue entregar modificações pedidas fora de prazos acordados deveriam ter sua origem em um pedido fora de um prazo acordado, e não na falta de flexibilidade do fornecedor.

Ahiska *et al.* (2013) também cita possíveis formas de rompimento: estratégias de *sourcing* (de um único fornecedor ou mais), natureza de demanda (determinística estacionária ou não estacionário versus estocástica), tipo de controle do estoque (periódico ou contínuo), natureza do tempo de entrega (*lead time* é instantâneo e programável ou estocástico), horizonte de planejamento (único período ou multi-período, finito ou infinito) assim como outras formas de incerteza (incerteza de suprimento por um fornecedor não confiável).

Quadro 5 - Categorias de riscos e seus causadores

Categoria de Risco	Causadores
Rompimento	Desastres naturais Disputas empregatícias Falência de fornecedor Guerra e terrorismo Dependência de um único fornecedor
<i>Delay</i>	Alta utilização da capacidade do fornecimento Inflexibilidade da fonte de fornecimento Falta de qualidade/productividade do fornecedor Manuseio excessivo por questões alfandegárias e de transporte
Sistema	Quedas/problemas de infraestrutura Falta de integração entre sistemas de informação <i>E-commerce</i>
Previsão	Previsões inacuradas devido a longos <i>lead times</i> , sazonalidade, variedade do produto, pequenos ciclos de vida Efeito chicote ou distorção devido a vendas promocionais, incentivos ou falta de visibilidade da cadeia
Propriedade Intelectual	Integração vertical da cadeia Terceirização global (<i>offshoring</i>)
Compras	Riscos cambiais Percentis de componentes chave em <i>single sourcing</i> Utilização da capacidade produtiva Contratos de curto prazo e longo prazo
Recebíveis	Número de clientes Força financeira dos clientes
Estoques	Taxa de obsolescência Custos de manutenção de estoques Valor do produto Incerteza de fornecimento e demanda
Capacidade	Custo da capacidade Flexibilidade da capacidade

Fonte: Adaptado de Chopra e Sodhi, 2004

É importante ressaltar que o PGE não é um risco. Risco é a incerteza de um possível acontecimento (APOSTOLAKIS *et al.*, 1980 e SITKIN e PABLO, 1992) enquanto o problema é um fato já consumado. Por exemplo, em casos de riscos de suprimento devido à falta de confiabilidade de um fornecedor, o problema só ocorrerá se esta inconfiabilidade se confirmar. Logo a causa do problema é a não entrega por parte de um fornecedor, sendo a inconfiabilidade de sua entrega um risco, não sendo sua causa ou seu problema.

Os estoques existem justamente para amenizar alguns destes problemas. Suas funções compreendem (i) atendimento a demandas antecipadas de clientes; (ii) para suavizar necessidades de clientes; (iii) para desacoplar operações; (iv) para proteger a falta de atendimento; (v) para ganhar vantagens de pedidos de ciclo; (vi) para proteger-se contra aumento de preços; (vii) para permitir operações e (viii) para ganhar descontos por quantidades (STEVENSON, 2007).

2.5 DELIMITANDO O PROBLEMA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES

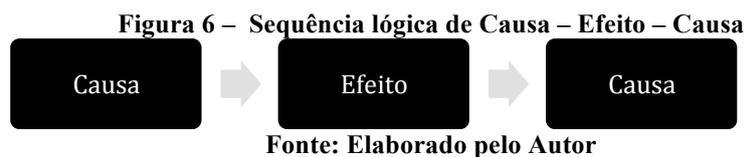
O problema de gerenciamento de estoques é de difícil compreensão. Distintos autores utilizam de um mesmo nome, para trabalhar algo que chamam de problema de gerenciamento de estoques. Estes homônimos para PGE são tratados como armadilhas (LEE e BILLINGTON, 1992), ou como o próprio ato de administrá-los (CASEU e KOKENY, 1998). Também é considerado um problema matemático de programação linear ou não linear (KEREN, 2008; JANSSENS e RAMAEKERS, 2011; YAO *et al.*, 2011 e GANG *et al.*, 2012), entre tantas outras nomenclaturas dadas – como risco (CHOPRA e SODHI, 2004) e outras abordagens semânticas.

O próprio objeto – estoque – possui diversas caracterizações. Há em sua definição viés para otimizações de nível de serviço, produção e custo (WILD, 1997) ou para proteção de processos e diminuição de custos (MULLER, 2011). Quanto a suas tipificações, apesar de existirem três básicas (matéria prima, WIP e produto acabado), pode ser classificada em cinco tipos (MUCKSTADT e SAPRA, 2010) ou em outros nove tipos (MULLER, 2011).

Além disso, a própria definição de um problema é complexa e conflituosa. Um problema pode ser definido tanto como um conflito entre duas tendências observadas, como também um conflito entre uma condição atual e uma almejada (DOSTÁL *apud* LINHART, 1976), podendo a sua definição variar pelo viés de interpretação do observador e as variações a qual o problema pode ser submetido (BLECH e FUNKE, 2010). A interpretação de um problema depende da habilidade de estar consciente sobre a situação, a habilidade de percepção do problema e a pretensão de lidar com ele (DOSTÁL, 2015).

A própria complexidade na separação do objeto que sofre um problema (efeito) e do objeto gerador de seu problema (causa) é uma das dificuldades de compreensão do PGE. Comum é o exemplo de que a flutuação da demanda é um problema de gerenciamento de estoques, porém os seus resultados é que geram falta de atendimento a um cliente ou custos excessivos de estoques. Logo, a flutuação da demanda não é um problema, mas sim um causador de problemas de gerenciamento de estoques.

Do problema em si, existirão as consequências, podendo o problema de gerenciamento de estoques ser a consequência desta causa, bem como ele ser causa de outra consequência. Esta lógica é apresentada na Figura 6.



Dada a diversidade de definições observadas na literatura para o problema de gerenciamento de estoques, optou-se por utilizar duas características para delimitação de PGE para este estudo: de atendimento e de custo. O bom gerenciamento dos estoques visa, portanto, maximizar o nível de atendimento e a minimizar os seus custos.

O problema de gerenciamento de estoques pode ser delimitado nesta pesquisa como qualquer desvio, evento ou restrição que impeça o gestor de estoques atingir seus objetivos relacionados a custos ou nível de serviço. No próximo capítulo serão apresentadas as causas observadas para geração de PGE. Também será realizada uma classificação destas causas.

3 CLASSIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES

Causas do problema de gerenciamento de estoques são qualquer evento que impeça o gestor de estoques atingir seus objetivos relacionados a custos ou nível de serviço. Harrington *et al.* (1990) comentam que causas comuns de problemas no gerenciamento de estoques são causados por falta de padronização da nomenclatura de *part-numbers*, políticas e procedimentos não atualizados para necessidades dos materiais, faltas de treinamento por parte dos funcionários e de sistemas de mensuração da performance. Diferentemente do apresentado por Harrington *et al.* (1990), esta pesquisa apresentará uma classificação das classes causadoras de Problemas de Gerenciamento de Estoques divididos em um número maior de causas.

As classes foram arranjadas da seguinte maneira: desconhecimento ou instabilidade da demanda; entregas e recebimentos de materiais; gestão de abastecimento e negociação; colaboração; gestão da logística e processos produtivos; gestão do inventário e armazém; descaracterização ou perda de valor de um produto; *delay* e assimetria informacional, além de outras causas diversas, como exemplo as provenientes de questões políticas, de fiscalização e governança.

Estes causadores também serão retratados através de estruturas de releção de causa-efeito, em que as elipses inferiores apontam para o problema que elas causam, buscando trazer clareza sobre como os problemas de gerenciamento de estoques são originados.

3.1 DESCONHECIMENTO OU INSTABILIDADE DA DEMANDA

Os causadores de problemas associados a esta classe são diversos, podendo advir de alterações repentinas de pedidos, em casos de ausência de períodos firmes, a criação de novos canais de distribuição, segregando a demanda e criando maior variabilidade nas necessidades de entregas de produtos. O preço de um produto ou serviço é um grande causador de variância nas demandas por um produto ou serviço. Algumas empresas trabalham justamente com um jogo de preços, para dificultar o julgamento do processo decisório de um cliente sobre o que é barato ou caro. Este caso é facilmente encontrado em companhias aéreas (WALKER, 2000; SEREL, 2008); MARTIN e GILLEN, 2009; YAZLALI e ERHUN, 2009; GÜRLER e YILMAZ, 2009; KEREN, 2009; JANSSENS e RAMAEKERS, 2011 e ZHANG *et al.*, 2012).

Criação de novas funções nos produtos alteram o comportamento padrão do consumidor perante o item em análise, podendo criar novos estímulos para sua compra e bagunçando o padrão conhecido sobre ele. Geração de promoções entram na mesma linha – tentam estimular novos clientes (SHAH e AVITTATHUR, 2007; GÜRLER e YILMAZ, 2009; KEREN, 2009; KWAK *et al.*, 2009; JANSSENS e RAMAEKERS, 2011 e POURAKBAR e DEKKER, 2012).

Falta de dados leva a uma má previsão de vendas, aumentando a incerteza de uma previsão ou causando uma falsa sensação de conhecimento sobre o que está ocorrendo. O mesmo ocorre quando um processo de previsão é fundamentado em um *outlier*, como em casos de previsão baseados em picos inesperado de demanda. Neste processo de entendimento do que os clientes pretendem consumir ou comprar dificilmente há nos bancos de dados das empresas informações sobre o que foi pedido e não pôde ser entregue (BULINSKAYA, 2003; BENSSOUSSAN *et al.*, 2007; KUNNUMKAL e TOPALOGLU, 2008 e JANSSENS e RAMAEKERS, 2011).

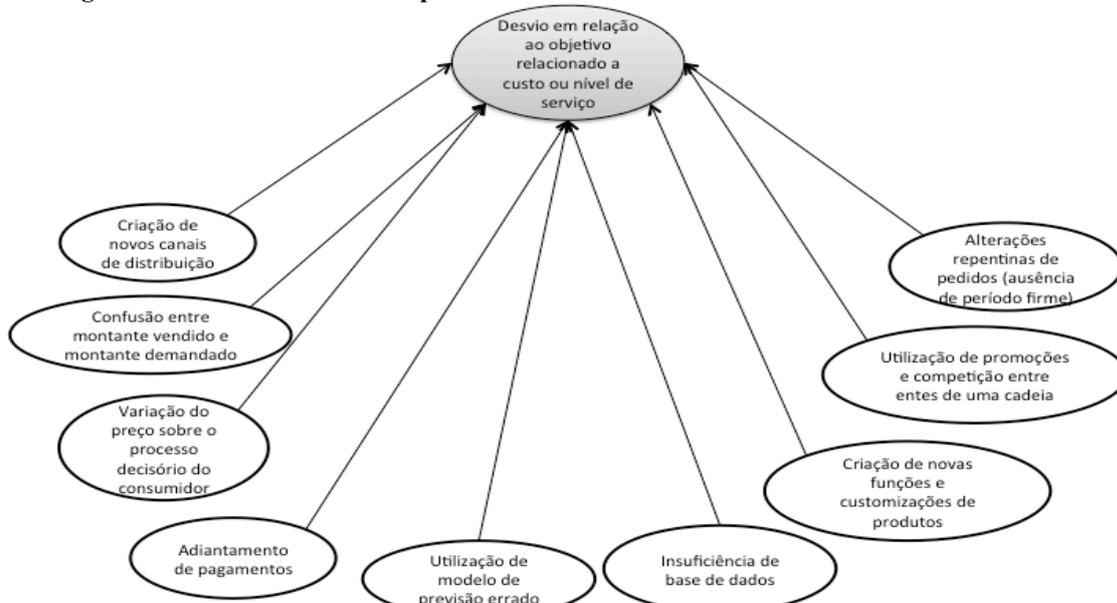
No Quadro 6 são apresentados os autores que comentaram estas causas. Na Figura 7 é possível visualizar as causas mais recorrentes vinculadas ao desconhecimento ou instabilidade da demanda.

Quadro 6 – Causas vinculadas à classe de desconhecimento ou instabilidade da demanda

Causa	Autores
Criação de novos canais de distribuição	Eynan (1999) e Kwak <i>et al.</i> (2009)
Confusão entre montante vendido e montante demandado	Benssoussan <i>et al.</i> (2007), Kunnumkal e Topaloglu (2008)
Variação do preço sobre o processo decisório do consumidor	Keren (2009), Martin e Gillen (2009), Serel (2008), Walker (2000), Yazlali e Erhun (2009), Zhang <i>et al.</i> (2012)
Adiantamento de pagamentos	Nair e Anderson (2005)
Utilização de modelo de previsão errado	Janssens e Ramaekers (2011),
Insuficiência de base de dados	Bulinskaya (2003), Janssens e Ramaekers (2011), Kunnumkal e Topaloglu (2008)
Criação de novas funções e customizações de produtos	Janssens e Ramaekers (2011), Keren (2009), Kwak <i>et al.</i> (2009), Pourakbar e Dekker (2012)
Utilização de promoções e competição entre entes de uma cadeia	Gürler e Yılmaz (2009), Pourakbar e Dekker (2012), Shah e Avittathur (2007)
Alterações repentinas de pedidos (ausência de período firme)	Gürler e Yılmaz (2009), Janssens e Ramaekers (2011), Keren (2009)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7 – Problemas causados pela classe desconhecimento ou instabilidade da demanda



Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 ENTREGAS E RECEBIMENTOS

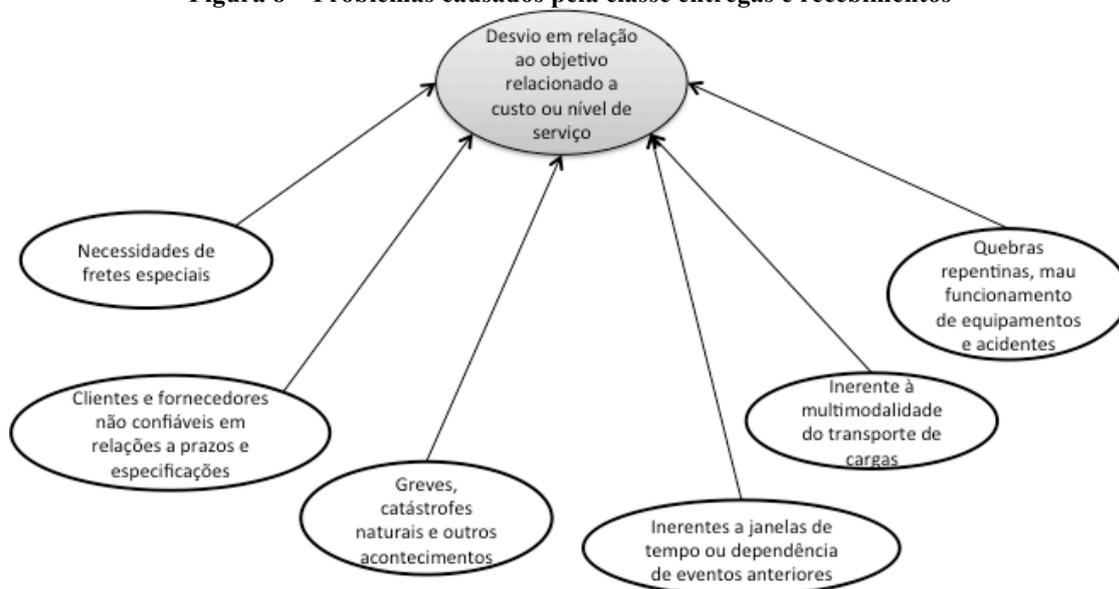
Os causadores de PGE na classe entregas e recebimentos podem ser explanados basicamente por questões vinculadas ao *lead time*, avarias nos produtos e falhas em entregas. Os geradores destas causas são provenientes de quebras repentinas, greves, catástrofes naturais, além de problemas de confiabilidade junto aos fornecedores ou clientes (TARIM e KINGSMAN, 2004; OUYANG *et al.*, 2006; BENSSOUSSAN *et al.*, 2007; WHYBARK, 2007; SEREL, 2008; HAJI e DARABI, 2009; YAZLALI e ERHUN, 2009; JANSSENS e RAMAEKERS, 2011; OZEN *et al.*, 2012; SHAVANDI *et al.*, 2012; DJEMAME *et al.*, 2012; ZHANG *et al.*, 2012 e AHISKA *et al.*, 2013).

No Quadro 7 são apresentados os autores que comentaram estas causas. Na Figura 8 é possível visualizar os problemas mais recorrentes.

Quadro 7 – Causas vinculadas à classe entregas e recebimento

Causas	Autores
Necessidades de fretes especiais	Whybark (2007)
Clientes e fornecedores não confiáveis em relações a prazos e especificações	Ahiska <i>et al.</i> (2013), Djemame <i>et al.</i> (2012), Haji e Darabi (2009), Serel (2008), Tarim e Kingsman (2004)
Greves, catástrofes naturais e outros acontecimentos	Whybark (2007)
Inerentes a janelas de tempo ou dependência de eventos anteriores	Ahiska <i>et al.</i> (2013), Benssoussan <i>et al.</i> (2007), Shavandi <i>et al.</i> (2012), Yazlali e Erhun (2009), Zhang <i>et al.</i> (2012)
Inerente à multimodalidade do transporte de cargas	Ouyang <i>et al.</i> (2006), Ozen <i>et al.</i> (2012)
Quebras repentinas, mau funcionamento de equipamentos e acidentes	Whybark (2007), Djemame <i>et al.</i> (2012), Janssens e Ramaekers (2011), Ouyang <i>et al.</i> (2006), Serel (2008)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8 – Problemas causados pela classe entregas e recebimentos

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 GESTÃO DE ABASTECIMENTO E NEGOCIAÇÃO

A quantidade de fornecedores utilizados (de fonte única ou múltipla) poderá acarretar em gastos excessivos com inventários para suprir possíveis riscos provenientes da incerteza de entrega. Mercados estruturados em formas de monopólios ou oligopólios poderão criar situações de negociação não favoráveis ao comprador/vendedor (CASEAU e KOKENY, 1998; EYNAN, 1999; VENKATRAMAN e VENKATRAMAN, 2004; WHYBARK, 2007; YAZLALI e ERHUN, 2009; ALA-RISKU *et al.*, 2010; AHISKA *et al.*, 2013 e BHAKOO *et al.*, 2011). Nos casos em que há um alto grau de dependência, pode haver comportamentos

incertos e oportunistas, resultando em menores níveis de colaboração e performance entre as empresas (IRELAND e WEB, 2007).

Momentos de “baixa” poderão facilitar na negociação por volumes ou preços melhores. Já nos momentos em que o item se encontra em seu período de “alta”, dificuldades para negociação poderão ser esperados. Ambos os casos poderão refletir na flutuação dos preços pagos pelo comprador/vendedor do produto (EYNAN, 1999; SHAH e AVITTATHUR, 2007; OZEN *et al.*, 2012 e AHISKA *et al.*, 2013).

Imposição por dominância de partes (quando algum ente da cadeia exerce sua influência sobre o comprador/fornecedor – como exemplo, estoques podem tornar-se exigências “não desejadas”), momentos de negociação em que há um teto financeiro para realização de compras de produtos por parte de um fornecedor ou cliente, bem como barganhas realizadas por algum indivíduo de uma cadeia irão impactar no processo de gestão de estoques (CASEAU e KOKENY, 1998; SUCKY, 2005; YAO *et al.*, 2008; KEREN, 2009; YAZLALI e ERHUN (2009); TALEIZADEH *et al.*, 2010; BHAKOO *et al.*, 2011; PASANDIDEH *et al.*, 2011; OZEN *et al.*, 2012 e AHISKA *et al.*, (2013).

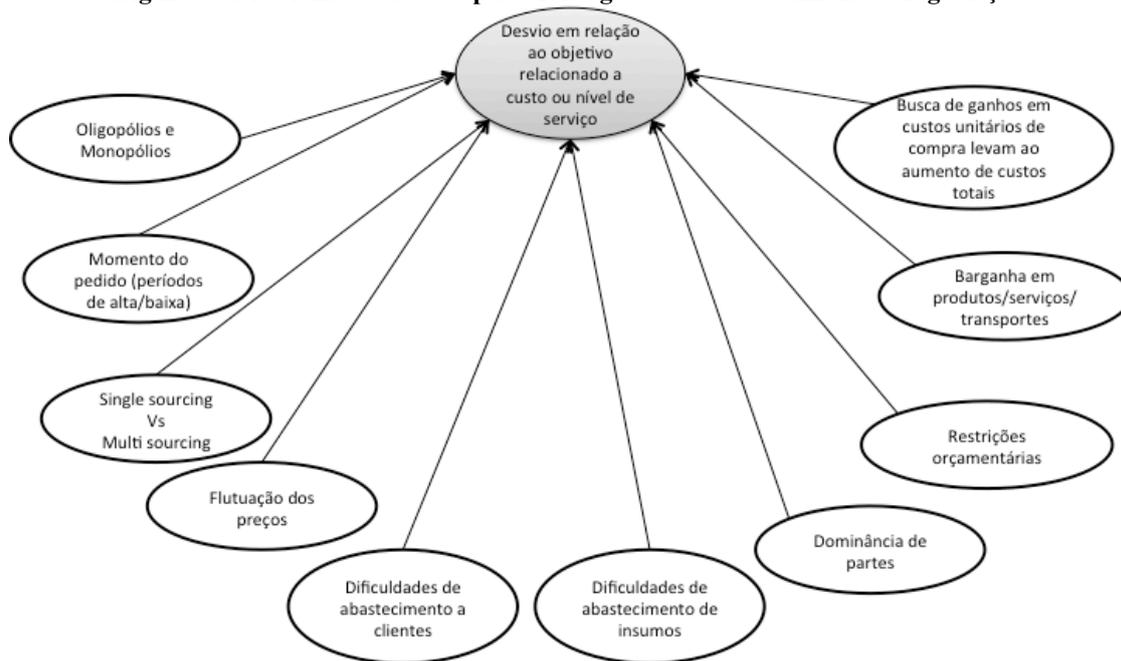
No Quadro 8 são apresentados os autores que comentaram estas causas. Na Figura 9 é possível visualizar os problemas mais recorrentes.

Quadro 8 - Causas vinculadas à classe de gestão de abastecimento e negociação

Causas	Autores
Busca de ganhos em custos unitários de compra levam ao aumento de custos totais	Ahiska <i>et al.</i> (2013), Bhakoo <i>et al.</i> (2011), Caseau e Kokeny (1998), Sucky (2005), Yao <i>et al.</i> (2008), Yazlali e Erhun (2009)
Barganha em produtos/serviços/transportes	Bhakoo <i>et al.</i> (2011), Sucky (2005)
Restrições orçamentárias	Keren (2009), Ozen <i>et al.</i> (2012), Pasandideh <i>et al.</i> (2011), Taleizadeh <i>et al.</i> (2010)
Dominância de partes	Keren (2009), Sucky (2005)
Dificuldades de abastecimento de insumos	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Caseau e Kokeny (1998), Whybark (2007), Eynan (1999)
Dificuldades de abastecimento a clientes	Caseau e Kokeny (1998), Whybark (2007), Eynan (1999), Venkatraman e Venkatraman (2004)
Flutuação dos preços	Ahiska <i>et al.</i> (2013), Eynan (1999), Ozen <i>et al.</i> (2012), Shah e Avittathur (2007)
Momento do pedido (períodos de alta/baixa)	Shah e Avittathur (2007)
Single Sourcing vs Multi sourcing	Ahiska <i>et al.</i> (2013), Yazlali e Erhun (2009),
Monopólios e oligopólios	Bhakoo <i>et al.</i> (2011)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 9 - Problemas causados pela classe gestão de abastecimento e negociação



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 COLABORAÇÃO

Diversos são os causadores de PGE relacionados à classe colaboração. Divergência entre objetivos dos *stakeholders* de uma cadeia levam à falta de integração entre os elos. (ALA-RISKU *et al.*, 2010; BHAKOO *et al.*, 2011 e OZEN *et al.*, 2012).

A falta de integração leva a variações e divergências de informação entre os diferentes ambientes, seja por questões vinculadas à sistemas computacionais, ou através de outros fatores. A integração de processos leva a benefícios financeiros para empresas e criação de valor (BHAKOO *et al.*, 2011; ALA-RISKU *et al.*, 2010; KRAUSE *et al.*, 2007 e ZHANG e HUO, 2013). Solaimani *et al.* (2015) citam três habilitadores para que a gestão colaborativa ocorra de fato – a segurança no fornecimento, confiança entre as partes e suporte da alta gestão.

No Quadro 9 são apresentados os autores que comentaram estas causas. Na Figura 10 é possível visualizar os problemas mais recorrentes.

Quadro 9 - Causas vinculadas à classe colaboração

Causas	Autores
Incerteza	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Bhakoo <i>et al.</i> (2011), Ozen <i>et al.</i> (2012),
Repasse errado de informação ao parceiro	Bhakoo <i>et al.</i> (2011)
Divergência de objetivos entre os <i>stakeholders</i>	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Bhakoo <i>et al.</i> (2011)
Falta de confiança entre <i>stakeholders</i>	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Bhakoo <i>et al.</i> (2011), Solaimani (2015)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 10 - Problemas causados pela classe colaboração

Fonte: Elaborado pelo autor

3.5 GESTÃO DA LOGÍSTICA E PROCESSOS PRODUTIVOS

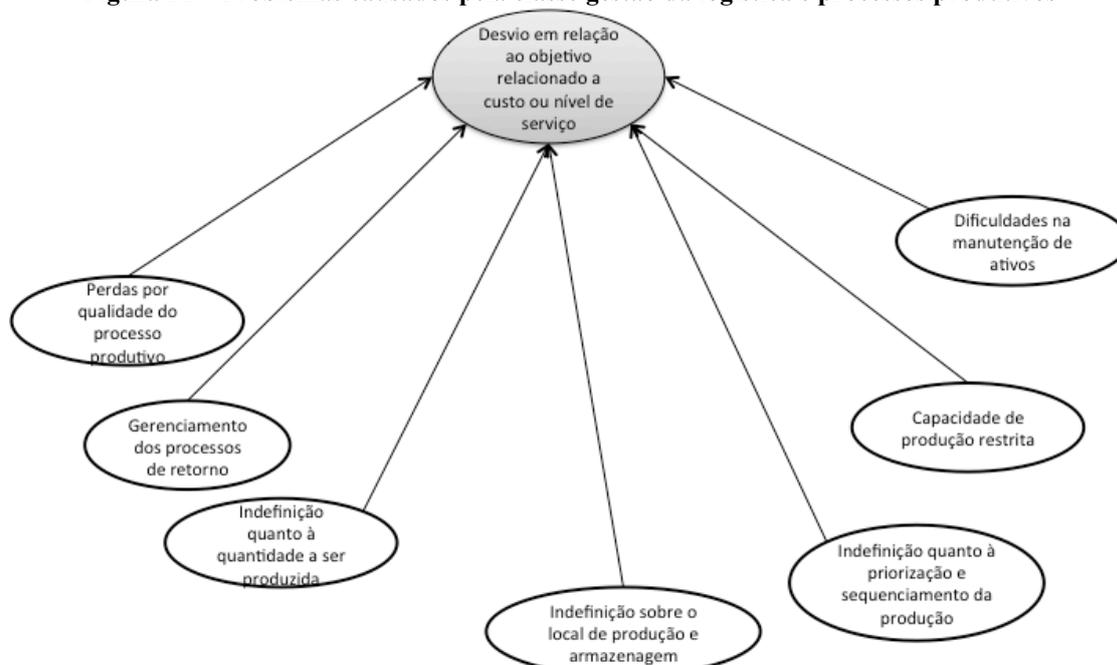
Os causadores mais comuns vinculados à gestão da logística e do processo produtivo são perdas por qualidade, quantidade e capacidade do processo produtivo, além de questões dependências de manutenção de ativos (CASEAU e KOKENY, 1998; EYNAN, 1999; KALAGNANAM *et al.*, 2000; VENKATRAMAN e VENKATRAMAN, 2004; TARIM e KINGSMAN, 2004; OUYANG *et al.*, 2006; AL-HARKAN e HARIGA, 2007; YAO *et al.*, 2008; CUI *et al.*, 2009; HAJI e DARABI, 2009; HWANG e VAN DEN HEUVEL, 2009; KEREN, 2009; GÜRLER e YILMAZ, 2009; YAZLALI e ERHUN, 2009; ALA-RISKU *et al.*, 2010; TALEIZADEH *et al.*, 2010; BHAKOO *et al.*, 2011; JANSSENS e RAMAEKERS, 2011; DJEMAME *et al.*, 2012; GALLEGO e WOLF, 2012; SHAVANDI *et al.*, 2012 e ZHANG *et al.*, 2012).

No Quadro 10 são apresentados os autores que comentaram estas causas. Na Figura 11 é possível visualizar os problemas mais recorrentes.

Quadro 10 – Causas vinculadas à classe gestão da logística e processos produtivos

Causas	Autores
Perdas por qualidade do processo produtivo	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Cui <i>et al.</i> (2009), Haji e Darabi (2009), Janssens e Ramaekers (2011), Kalagnanam <i>et al.</i> (2000), Ouyang <i>et al.</i> (2006), Venkatraman e Venkatraman (2004)
Indefinição quanto à quantidade a ser produzida	Cui <i>et al.</i> (2009), Gürler e Yılmaz (2009), Haji e Darabi (2009), Kalagnanam <i>et al.</i> (2000), Venkatraman e Venkatraman (2004), Yazlali e Erhun (2009)
Gerenciamento de processos de retorno	Gürler e Yılmaz (2009), Yao <i>et al.</i> (2008)
Capacidade de produção restrita	Al-Harkan e Hariga (2007), Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Caseau e Kokeny (1998), Cui <i>et al.</i> (2009), Djemame <i>et al.</i> (2012), Gallego e Wolf (2012), Hwang e van den Heuvel (2009), Kalagnanam <i>et al.</i> (2000), Keren (2009), Shavandi <i>et al.</i> (2012), Taleizadeh <i>et al.</i> (2010), Tarim e Kingsman (2004), Yazlali e Erhun (2009), Zhang <i>et al.</i> (2012)
Indefinição quanto à priorização e sequenciamento	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Bhakoo <i>et al.</i> (2011), Cui <i>et al.</i> (2009), Kalagnanam <i>et al.</i> (2000)
Indefinição sobre o local de produção e armazenagem	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Eynan (199)
Dificuldades na manutenção de ativos	Caseau e Kokeny (1998)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11 – Problemas causados pela classe gestão da logística e processos produtivos

Fonte: Elaborado pelo autor

3.6 GESTÃO DO INVENTÁRIO E ARMAZÉM

Dentre os causadores observados nesta classe, estão as políticas de visitação de reposição (casos em que a revisão periódica acaba diminuindo o nível de serviço devido ao tempo entre necessidades de pedidos e sua visitação). Políticas de tamanho de lotes causam problemas na gestão dos estoques devido aos *trade-offs* não estudados anteriormente a sua implementação (CASEAU e KOKENY, 1998; EYNAN, 1999; GALLEGO e WOLF, 2000; WALKER, 2000; AXSA, 2001; SONG e LAU, 2004; VENKATRAMAN e VENKATRAMAN, 2004; TARIM e KINGSMAN, 2004; OUYANG *et al.*, 2006; FENG *et al.*, 2006; AL-HARKAN e HARIGA, 2007; SHAH e AVITTATHUR, 2007; KUNNUMKAL e TOPALOGLU, 2008; SEREL, 2008, YAO *et al.*, 2008; HWANG e VAN DEN HEUVEL, 2009; KEREN, 2009; GÜRLER e YILMAZ, 2009; YAZLALI e ERHUN, 2009; HAJI e DARABI, 2009; FATRIAS e SHIMIZU, 2010; PASANDIDEH *et al.*, 2011; SAMII *et al.*, 2011; PARLAR *et al.*, 2010; TALEIZADEH *et al.*, 2010; JANSSENS e RAMAEKERS, 2011; GANG *et al.*, 2012; KÓVACS *et al.*, 2012 SHAVANDI *et al.*, 2012 e ZHANG *et al.*, 2012).

O modo como é realizada agregação entre os diferentes níveis de uma cadeia de suprimentos também pode acarretar em aumento de custos ou diminuição de atendimento a uma determinada empresa (ALA-RISKU *et al.*, 2010 e KÓVACS *et al.*, 2012).

Simchi-Levi *et al.* (2015) mostram que firmas com alto grau de flexibilidade, atingem seu ponto ótimo ao manter maiores níveis de estoques para produtos com baixa variabilidade de demanda e menores níveis de estoques para produtos com alta variabilidade de demanda. Na ótica dos autores essa questão vai de encontro ao modelo clássico de gestão de estoques, que atribui um alto nível de estoques para produtos com grandes variabilidade de demanda. Os autores complementam que, de fato a teoria clássica é verdadeira para empresas com baixo grau de flexibilidade produtiva. Nos casos em que a demanda possui características de alta variação, é mais efetivo utilizar a capacidade destas empresas para produzir o necessário e manter níveis menores de estoques (EYNAN, 1999; HWANG e VAN DEN HEUVEL, 2009 e PARLAR *et al.*, 2010).

Dentre as políticas de processamento dos estoques, o modo como é realizado o *picking* pode afetar a gestão dos estoques, visto que a baixa produtividade dos selecionadores poderá não entregar a demanda necessária no período pedido (EYNAN, 1999; HWANG e VAN DEN HEUVEL, 2009 e PARLAR *et al.*, 2010). Pingulkar e

Khanzode (2015) apresentam exemplos dos principais causadores de ineficiência neste processo como a distância percorrida, tempo de busca de ordem, grande número de *pickers*, altos volumes, produtos pequenos e ordens pequenas.

No Quadro 11 são apresentados os autores que comentaram estas causas. Na Figura 12 é possível visualizar os problemas mais recorrentes.

Quadro 11 – Causas vinculadas à classe gestão do inventário e armazém

Causas	Autores
Modelo de visitação para reposição	Axsa (2001), Fatrias e Shimizu (2010), Feng <i>et al.</i> (2006), Gallego e Wolf (2000), Gang <i>et al.</i> (2012), Gürler e Yılmaz (2009), Janssens e Ramaekers (2011), Keren (2009), Parlar <i>et al.</i> (2010), Serel (2008), Song e Lau (2004), Walker (2000)
Otimização de tamanho de lote e de pedidos	Al-Harkan e Hariga (2007), Axsa (2001), Caseau e Kokeny (1998), Eynan (1999), Fatrias e Shimizu (2010), Gallego e Wolf (2000), Gang <i>et al.</i> (2012), Gürler e Yılmaz (2009), Haji e Darabi (2009), Hwang e van den Heuvel (2009), Janssens e Ramaekers (2011), Keren (2009), Kóvacs <i>et al.</i> (2012), Kunnumkal e Topaloglu (2008), Ouyang <i>et al.</i> (2006), Parlar <i>et al.</i> (2010), Pasandideh <i>et al.</i> (2011), Samii <i>et al.</i> (2011), Serel (2008), Shah e Avittathur (2007), Shavandi <i>et al.</i> (2012), Song e Lau (2004), Taleizadeh <i>et al.</i> (2010), Tarim e Kingsman (2004), Venkatraman e Venkatraman (2004), Walker (2000), Yao <i>et al.</i> (2008), Yazlali e Erhun (2009), Zhang <i>et al.</i> (2012)
Agregação e centralização de estoques	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Kóvacs <i>et al.</i> (2012),
Modelo de processamento de estoques	Eynan (1999), Hwang e van den Heuvel (2009), Parlar <i>et al.</i> (2010)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12 - Problemas causados pela classe gestão do inventário e armazém



Fonte: Elaborado pelo autor

3.7 DESCARACTERIZAÇÃO OU PERDA DE VALOR DE UM PRODUTO

Diversos são os fatores associados a descaracterização ou perda de valor de um produto. Normalmente vinculados a novas opções de mercado (mais baratas ou com maiores funções) ou a novas necessidades tecnológicas. Também podem ocorrer pelo processo de movimentação e armazenagem que poderá deteriorar produtos pelo modo que os operadores realizam o transporte de um carga ou o mantém estocado. Já a descaracterização das propriedades (casos em que exista a deterioração do produto – tipificados por alimentos estragados ou medicamentos com prazo de validade inferior à data de utilização) bem como a sazonalidade podem diminuir a sua necessidade de consumo, ocasionando em maiores estoques e perda futura por descaracterização (KALAGNANAM *et al.*, 2000; SONG e LAU, 2004; WHYBARK 2007; SHAH e AVITTATHUR, 2007; SEREL, 2008; PARLAR *et al.*, 2010; PASANDIDEH *et al.*, 2011; GANG *et al.*, 2012; POURAKBAR e DEKKER, 2012; SHAVANDI *et al.*, 2012; GANG *et al.*, 2012 e ZHANG *et al.*, 2012).

No Quadro 12 são apresentados os autores que comentaram estas causas. Na Figura 13 é possível visualizar os problemas mais recorrentes.

Quadro 12 – Causas vinculadas à classe descaracterização ou perda de valor de um produto

Causas	Autores
Movimentação e armazenagem	Kalagnanam <i>et al.</i> (2000)
Sazonalidade e sua vinculação à venda e produção	Gang <i>et al.</i> (2012), Pasandideh <i>et al.</i> (2011), Pourakbar e Dekker (2012), Shah e Avittathur (2007), Shavandi <i>et al.</i> (2012)
Descaracterização das propriedades do produto	Whybark (2007), Gang <i>et al.</i> (2012), Kalagnanam <i>et al.</i> (2000), Parlar <i>et al.</i> (2010), Pasandideh <i>et al.</i> (2011), Pourakbar e Dekker (2012), Serel (2008), Shah e Avittathur (2007), Shavandi <i>et al.</i> (2012), Song e Lau (2004), Zhang <i>et al.</i> (2012)
Perda de valor do produto	Gang <i>et al.</i> (2012), Kalagnanam <i>et al.</i> (2000), Kwak <i>et al.</i> (2009), Parlar <i>et al.</i> (2010), Pourakbar e Dekker (2012), Samii <i>et al.</i> (2011), Shah e Avittathur (2007), Shavandi <i>et al.</i> (2012), Song e Lau (2004)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13 - Problemas causados pela classe descaracterização ou perda de valor de um produto



Fonte: Elaborado pelo autor

3.8 DELAY INFORMACIONAL

Várias questões podem gerar o *delay* informacional, como a transformação de dados para análises de processos internos; a periodicidade de atualização de sistemas informacionais (como os sistemas de manufatura integrados do chão de fábrica); erros transacionais; diferenças entre o que está em um sistema e o que de fato a empresa possui; furtos, refugos e perdas distintas; bem como quando há incompatibilidade de sistemas, necessitando a transformação destes dados para posterior alimentação (BENSSOUSSAN *et al.*, 2006; BENSSOUSSAN *et al.*, 2009; HAJI e DARABI, 2009 e ALA-RISKU *et al.*, 2010).

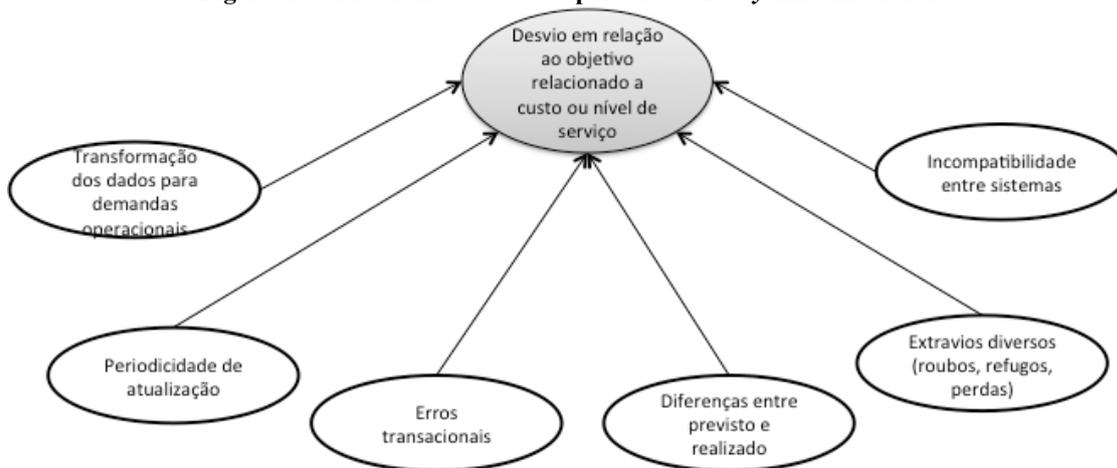
No Quadro 13 são apresentados os autores que comentaram estas causas. Na Figura 14 é possível visualizar os problemas mais recorrentes.

Quadro 13 - Causas vinculadas à classe *delay* informacional

Causas	Autores
Transformação dos dados para demandas operacionais	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Benssoussan <i>et al.</i> (2006), Benssoussan <i>et al.</i> (2009)
Periodicidade de atualização	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Benssoussan <i>et al.</i> (2006), Benssoussan <i>et al.</i> (2009), Haji e Darabi (2009)
Erros transacionais	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Benssoussan <i>et al.</i> (2006), Benssoussan <i>et al.</i> (2009)
Diferenças entre previsto e realizado	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Benssoussan <i>et al.</i> (2006), Benssoussan <i>et al.</i> (2009), Haji e Darabi (2009)
Extravios diversos (roubos, refugos e perdas)	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Benssoussan <i>et al.</i> (2006), Benssoussan <i>et al.</i> (2009), Haji e Darabi (2009)
Incompatibilidade entre sistemas	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Benssoussan <i>et al.</i> (2006), Benssoussan <i>et al.</i> (2009)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 – Problemas causados pela classe *Delay* Informacional



Fonte: Elaborado pelo autor

3.9 ASSIMETRIA INFORMACIONAL

Cui *et al.* (2013) demonstram que há ganhos significativos quando em um processo de previsão de demanda ponderam-se parâmetros a jusante e a montante da cadeia. O compartilhamento de informações diminui a assimetria informacional, diminuindo perdas por falta de vendas. Os maiores causadores da assimetria são o desalinhamento entre os elos da cadeia, falsas informações dentro de um sistema de informação e a inexistência de registros ou possibilidade de sua previsão (KWAK *et al.* 2009; ALA-RISKU *et al.*, 2010; BHAKOO *et al.*, 2011 e KÓVACS *et al.* (2012).

No Quadro 14 são apresentados os autores que comentaram estas causas. Na Figura 15 é possível visualizar os problemas mais recorrentes.

Quadro 14 - Causas vinculadas à classe assimetria informacional

Subclasse	Autores
Falta de alinhamento entre stakeholders	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Bhakoo <i>et al.</i> (2011), Kóvacs <i>et al.</i> (2012), Kwak <i>et al.</i> (2009),
Falsas informações apresentadas pelo sistema	Ala-Risku <i>et al.</i> (2010), Kóvacs <i>et al.</i> (2010)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 15 - Problemas causados pela classe assimetria informacional



Fonte: Elaborado pelo autor

3.10 CAUSAS DIVERSAS

Fatores geradores deste tipo de causa são necessidades mínimas de inventário motivadas por regulação política-jurídica. Falta de registros ou impossibilidades de previsão também causam problemas de gerenciamento de estoques (um típico causador desta classe são as rupturas de fornecimento que ocorrem devido a desastres naturais). Chopra e Sodhi (2014) comentam que grandes rupturas ocorreram no início do século XXI, e que estes acontecimentos além de levar muitas vidas, como aconteceu em um *tsunami* no Japão no início de 2011, deixou a indústria automotiva com prejuízos econômicos e problemas por perdas financeiras por muitos meses. Para os autores, a proteção da cadeia de suprimentos de sérios rompimentos possui sempre algumas soluções óbvias, como o aumento do nível de estoques e de capacidade em múltiplos locais, mas estas ações minam a eficiência financeira da cadeia (NAIR e ANDERSON, 2005, WHYBARK, 2007; SEREL, 2008; BHAKOO *et al.*, 2011 e DJEMAME *et al.* (2012).

No Quadro 15 são apresentados os autores que comentaram estas causas. Na Figura 16 é possível visualizar os problemas mais recorrentes.

Quadro 15 – PGE causados vinculados à classe causas diversas

Causas	Autores
Atendimento à legislação	Bhakoo <i>et al.</i> (2011), Djemame <i>et al.</i> (2012), Nair e Anderson (2005)
Nível mínimo de inventário	Nair e Anderson (2005)
Regulamentação em diferentes países	Bhakoo <i>et al.</i> (2011), Djemame <i>et al.</i> (2012), Nair e Anderson (2005)
Falta de qualquer registro ou previsibilidade futura	Bhakoo <i>et al.</i> (2011), Whybark (2007), Serel (2008)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 16 - Problemas gerados pela classe causas diversas



Fonte: Elaborado pelo autor

3.11 AS CLASSES DE CAUSAS DO PROBLEMA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES

No Quadro 16 as 10 classes causadoras são catalogadas, juntamente com a quantidade de citações apresentadas da forma em que foram seccionadas. É possível observar que gestão do inventário e armazém e gestão da logística e processos produtivos são as classes que mais apresentam trabalhos publicados.

Quadro 16 – Número de citações para classes e subclasses de PGE

Classe	Citações
Desconhecimento ou instabilidade da demanda	24
Entregas e recebimentos	19
Gestão de abastecimento e negociação	30
Colaboração	8
Gestão da logística e processos produtivos	36
Gestão do inventário e armazém	46
Descaracterização ou perda de valor de um produto	26
Assimetria informacional	6
<i>Delay</i> informacional	21
Causas diversas	10

Fonte: Elaborado pelo autor

No próximo capítulo será apresentado o método de identificação e análise de PGE. Faz parte desta seção apresentar como funcionam as seis etapas do método e como executá-las.

4 MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE PROBLEMAS DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES

O Método Proposto de Identificação e Análise de Problemas de Gerenciamento de Estoques busca, no momento de sua aplicação, compreender quais são os causadores do PGE no ambiente de pesquisa e mensurar seus efeitos de criação de excessos de estoques e não atendimentos a pedidos. Este método procura, primeiramente, percepções dos causadores do PGE através de entrevistas estruturadas, a fim de obter as respostas corretas para identificação dos causadores do PGE.

Posteriormente, os resultados destas entrevistas são utilizados para o mapeamento e modelagem do ambiente analisado. Esta modelagem buscará compreender as relações dos estoques – formados pelos dados que os alimentam (entradas de materiais) e os dados que os consomem (saídas de materiais) – e as variáveis causadoras de PGE percebidas nas entrevistas, para que então seja construído um modelo computacional que simule as interações destas variáveis.

A construção do modelo deverá obedecer a alguns critérios estruturais para sua validação. O modo de coleta de dados, a caracterização do ambiente de pesquisa, as características das variáveis escolhidas, as justificativas de sua utilização e aderência delas ao modelo projetado precisam ser observados e medidos. Realizadas estas etapas, analisam-se quais variáveis possuem maior participação no PGE.

Para a execução do método os seguintes passos deverão ser seguidos:

1. Identificação das percepções do PGE;
2. Percepções de PGE e identificação do produto ou família de produto analisado;
3. Busca de dados para modelagem das variáveis causadoras de PGE;
4. Construção do modelo em função das variáveis selecionadas;
5. Validação do modelo gerado;
6. Análises sobre o PGE.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS PERCEPÇÕES DO PGE

Para identificar o problema de pesquisa no ambiente de estudo, primeiramente será necessário compreender quais são as percepções dos gestores de estoques sobre o ambiente pesquisado. Esta percepção é colhida através de entrevistas, que visam obter informações sobre os causadores do PGE. Este questionário permite a identificação de quais possíveis

variáveis causam o PGE e identificar possíveis relações atestadas de modo empírico pelos respondentes.

O questionário apresentado pelo método está estruturado de forma a buscar nos respondentes diferentes visões sobre os estoques. Por isso, é importante salientar que a seleção dos entrevistados necessita de uma mistura de perfis que consiga abranger diferentes espectros do problema. O momento de seleção deverá levar em consideração os seguintes critérios:

- Grau de influência de suas ações sobre os estoques;
- Grau de interdisciplinaridade entre os envolvidos na gestão de estoques;
- Nível de conhecimento do indivíduo sobre os processos de negócio da empresa;
- Disponibilidade para participação em encontros futuros sobre a discussão de possíveis resultados.

Profissionais das seguintes áreas são os recomendados a fazer parte do grupo de entrevistados:

- Planejamento e Controle da Produção (PCP): o profissional do PCP é responsável por atuar com análise e gestão de estoque, bem como o planejamento, controle e programação de produção de peças, bem como coordenação do fluxo de informação das áreas de produção, vendas e compras (CBO, 2015).
- Logística de Entrada (Almoxarifado) e de Saída (Expedição): o profissional do Almoxarifado e da Expedição é responsável por recepcionar os materiais entregues pelos fornecedores, conferências entre recebimentos e pedidos (quantidades e qualidade especificadas) e no processo de atendimento ao cliente. Entre suas funções que envolvem os estoques encontram-se movimentações de entradas e saídas de materiais, controles de estoques e movimentação física dos itens armazenados (CBO, 2015).
- Comercial: o profissional da área Comercial é o responsável pelo acompanhamento de pedidos e controle de vendas. Este profissional sugere políticas de vendas, participando de eventos, planeja vendas especializadas, demonstra produtos e serviços, acompanha clientes na pós-venda (CBO, 2015).
- Fiscal: o profissional da área fiscal é o responsável por atuar na conciliação das contas de impostos, atividades de lançamentos contábeis. Sua responsabilidade junto ao processo de estoques está na liberação fiscal de materiais de entradas e produtos vendidos (CBO, 2015).

- Compras: o profissional da área de Compras é o responsável pela cotação e negociação de produtos com fornecedores. O cadastro de produtos comprados pela empresa nos sistemas de informação também é realizado por este profissional (CBO, 2015).
- Produção: o profissional da área de Produção é o responsável desenvolver processos e produtos necessários para atendimento aos clientes (CBO, 2015).

Os tópicos da entrevista estão vinculados às 10 classes de causadores de PGE. As perguntas são estruturadas de forma a buscar entender o tipo de problema e os seus causadores. No Anexo 2 é possível visualizar o questionário. O questionário deverá ser respondido sem interferência ou auxílio entre os respondentes, para que não haja influência nas respostas apresentadas. No momento de aplicação do questionário, as perguntas não deverão ser apresentadas aos respondentes na mesma ordem. Isso poderá mitigar problemas de vício ou viés nas respostas. É importante que o respondente traga informações de percepção genérica quanto ao questionário, não se focando apenas em um possível item ou família de produto a ser analisada.

Em média, contando-se uma breve introdução do entrevistador junto ao respondente, necessitam-se 15 minutos para responder as questões apresentadas. A introdução do porquê ele está respondendo ao questionário deve ser realizada antes do preenchimento do questionário. O entrevistador deverá se colocar à disposição para responder a algum problema de compreensão sobre qualquer pergunta. Todas as entrevistas deverão ser marcadas com antecedência e confirmadas por entrevistado e entrevistador.

4.2 PERCEPÇÕES DE PGE E IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO OU FAMÍLIA DE PRODUTO ANALISADO

A identificação das percepções dos PGE deverão basear-se nos resultados apresentados pelas entrevistas estruturadas. Serão consideradas variáveis para inclusão no modelo computacional apenas as que apresentarem as características abaixo:

- Acontecimentos no ambiente estudado e que possuam frequência considerada moderada, alta ou muito alta. Respostas com frequências consideradas muito baixas e baixas deverão ser apresentadas ao gestor de estoques para que considerações sejam realizadas sobre a sua modelagem;
- Dados omissos não deverão ser levados em consideração na análise;
- Somente as variáveis que possuam um número representativo de respostas assinaladas perante a amostra coletada deverão ser consideradas;
- As variáveis apresentadas deverão ser discutidas com o gestor dos estoques da empresa para posterior modelagem, de forma a incluir ou excluir variáveis apresentadas no

questionário. Estas variáveis deverão ser apresentadas em forma de uma estrutura de relação de causa-efeito para melhor compreensão, bem como apresentação de relatório que possua apenas as variáveis que atendam os requisitos acima. Um exemplo deste relatório encontra-se no Anexo 3.

A seleção do produto ou família de produtos deverá ser realizada em conjunto com o gestor dos estoques. Neste momento uma análise subjetiva deverá ser tomada para escolha do produto a ser analisado. Algumas recomendações são feitas nesta etapa: (i) produtos com maior participação na movimentação em armazéns e maior participação econômica perante outros tendem a possuir maior impacto em futuras melhorias, portanto seria interessante priorizar este produto ou família – neste processo de escolha o ideal é a utilização da análise de Pareto para realização desta análise; (ii) é importante que o produto ou família selecionado possua informações disponíveis para as variáveis escolhidas para modelagem.

4.3 BUSCA DE DADOS PARA MODELAGEM DAS VARIÁVEIS CAUSADORAS DE PGE

A busca de dados para modelagem deverá respeitar as probabilidades de ocorrências dos eventos vinculados às variáveis causadores de PGE. Para isso, deverá ser procurada informação junto a indicadores que consigam trazer subsídios para definição destas probabilidades.

A coleta de dados de entrada para o modelo deverá conceber as variáveis responsáveis por alterar o nível de estoques – recebimentos e consumos. Para que análises estatísticas posteriores possam balizar o modelo gerado, deverá ser entendida a função de distribuição de probabilidade destes dados. Caso não seja possível identificar um padrão de distribuição conhecido na literatura (normal, exponencial, beta, entre outras), uma função de distribuição deverá ser gerada com base nas frequências apresentadas em seus dados históricos.

Quanto às variáveis causadoras de problemas de estoques, para sua modelagem deverão ser observadas as frequências de acontecimento, através de dados históricos. Assim como para as variáveis de consumo e recebimento de estoques, para que análises estatísticas posteriores possam balizar o modelo, deverá ser entendida a função de distribuição de probabilidade destas variáveis. Caso não seja possível identificar um padrão conhecido na literatura, uma função de distribuição deverá ser gerada com base nas frequências apresentadas em seus dados históricos. É importante ressaltar que, caso não haja dados históricos, as variáveis poderão ser modeladas e utilizadas, porém deverão trabalhar em um

processo de análise de sensibilidade ou análise de cenários para simulação dos resultados possíveis para os parâmetros estimados.

4.4 CONSTRUÇÃO DO MODELO EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS

A construção computacional dos cenários deverá buscar modelar as variáveis provenientes do questionário de percepção de problemas e do refinamento desta informação junto aos gestores dos estoques. Para que o modelo gerado possa analisar o PGE as variáveis escolhidas precisarão estar de algum modo vinculadas ao excesso de estoques ou não atendimentos realizados – os principais *outputs* gerados pelo modelo.

O modo de simulação utilizará do teste por *stress*. Este tipo de simulação enfatiza a robustez e gestão de erros através de circunstâncias não consideradas normais. Estas séries de testes junto ao modelo serão realizadas de modo a estressá-lo ao máximo, buscando mitigar possíveis problemas de viés produzido por um cenário. A abordagem será utilizada uma vez que a validação para problemas similares ao apresentado nesta pesquisa recomendam este tipo de enfoque (CHOPRA e SODHI, 2014). O tipo de simulação recomendado é o de Monte Carlo.

O modelo computacional deverá ser gerado em função das variáveis acumuladoras e consumidoras de estoque. Estas variáveis deverão ser formuladas de acordo com as suas funções de distribuição de probabilidade, de modo que sempre atendam às relações da equação (1).

$$\lambda_t = \lambda_{t-1} + \mu_t - \pi_t \quad (1)$$

Na equação (λ_t) representa o saldo em estoque no período analisado; (λ_{t-1}) é o valor apresentado pelo saldo no período anterior ao analisado; (μ_t) representa as entradas ou recebimentos de materiais no período analisado; e (π_t) representa as saídas ou consumos de produtos no período.

Os outros *outputs* analisados, além dos estoques, são o excesso de estoques, escassez e a função custo. O excesso de estoques (α_t) é considerado qualquer valor de estoque acima de um ponto de corte, que pode ser maior ou igual a uma unidade em estoque. A variável escassez (γ_t) é medida pelo não atendimento a taxas de consumo/pedidos do estoque. Do mesmo modo que o excesso em estoque, deverá ser apontado um ponto de corte para sua mensuração, que pode ser maior ou igual a uma unidade de demanda não atendida.

A função custo (*Função custo_t*) é apontada como função do excesso em estoque multiplicado por uma constante de excesso em estoque (Δ), somada aos escassez, multiplicados por outra constante de falta de estoques (Λ). Os valores considerados para a constante de excesso em estoque (Δ) devem ser parametrizadas de forma a apresentar os custos do produto, adicionados aos custos unitários de pedido, e, para constante de escassez (Λ), a parametrização deverá representar o custo de não ganho de um atendimento a um consumo/pedido por produto. Este valor deverá representar a margem de contribuição do item (Valor de Venda – Custos) adicionado de uma penalização. Abaixo as equações são apresentadas:

$$\alpha_t = \text{Max}(\lambda_t, 0) \quad (2)$$

$$\gamma_t = -\text{Min}(\lambda_t, 0) \quad (3)$$

$$\text{Função custo}_t = \alpha_t \Delta + \gamma_t \Lambda \quad (4)$$

Para todas as equações apresentadas acima, o período de análise é representado por (t). Este período poderá ser discretizado em unidades como dias úteis e semanas, ou poderá ser considerado numa linha de tempo contínua, como tempos entre chegadas em filas no período de uma hora. A mesma ideia pode ser aplicada à unidade de medida dos estoques. Poderão ser trabalhados em variáveis discretas (ex. unidades de carros estocadas/consumidas) ou variáveis contínuas (litros de cerveja estocadas/consumidas).

Quanto às variáveis causadoras de problemas de gerenciamento de estoques, deverão ser analisadas como poderão ser mensuradas sua relações com os estoques. Por exemplo, o causador de PGE *delay* de recebimento, poderá ser modelado de modo que, em sua ocorrência, haverá o atraso no recebimento de um produto – de acordo com a sua função de distribuição. Este evento poderá acarretar em não recebimento de produto, que poderá ter como consequência o não atendimento a consumos/pedidos de produtos.

Outro exemplo que pode ser utilizado é o de ocorrências de falhas em equipamentos. Este evento pode ser modelado de modo que na ocorrência de falha em manutenção em um recurso produtivo, deverá ocorrer a parada de produção, que deverá ser avaliado de acordo com a função de distribuição especificada para este episódio. Como consequência, este evento poderá acarretar em não atendimento de consumos/pedidos por aquela linha de produção.

4.5 VALIDAÇÃO DO MODELO GERADO

A validação do modelo computacional deverá buscar simular o comportamento apresentado pelo sistema real. Pidd (2003) divide a validação em dois modos: Caixa-Preta e Caixa-Aberta. O tipo Caixa-Preta trabalha de forma a medir variáveis de entrada e de saída. Validação para modelos Caixa-Aberta é baseada na avaliação de variáveis e as relações que existem no sistema. A validação utilizada neste método será do tipo Caixa-Aberta.

É importante ressaltar que, para um instrumento ser válido, primeiramente ele precisa ser confiável. A validação busca medir se um instrumento realmente está mensurando o que este instrumento foi criado para medir. A confiabilidade de um instrumento busca estimar a replicabilidade destes resultados. Um método utilizado para observar a confiabilidade de um artefato é a estatística (FIELD, 2009).

Dentre os testes que devem ser realizados para validação do modelo, busca-se encontrar paridade entre os dados de Saldo de Estoques, Consumo de Itens e Recebimento de Itens. Os testes de validação deverão ser os seguintes:

- Média de Saldo para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Média de Consumo para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Média de Recebimento para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Desvios de Saldo para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Desvios de Consumo para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Desvios de Recebimento para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Erros apresentados de Saldo para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Erros apresentados de Consumo para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Erros apresentados de Recebimento para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Homogeneidade de Variância de Saldo para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Homogeneidade de Variância de Consumo para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa;
- Homogeneidade de Variância de Recebimento para o modelo gerado e para os dados informados pela empresa.

Os valores apresentados são medidos da seguinte forma:

Análise das médias aritméticas apresentadas; os desvios apresentados pela fórmula do desvio padrão (raiz da Variância da Amostra); a homogeneidade observada pelo teste de Levene; também serão observados os erros apresentados e mensurados de 3 formas distintas (Erro Médio Absoluto, Raiz do Erro Quadrático Médio e Erro Percentual Médio Absoluto).

Todos os testes realizados deverão possuir, no momento de medição dos *outputs* do modelo computacional, os mesmos parâmetros utilizados entre as variáveis de restrição do modelo, bem como suas políticas de visitação, pontos de reposição e outros parâmetros que o modelo possa ter.

4.6 ANÁLISES SOBRE O PGE

Para que o método de identificação e análise de problemas de gerenciamento de estoques possua relevância acadêmica é essencial que seu método de trabalho esteja bem estruturado e que seja seguido adequadamente, a fim de assegurar a posterior replicabilidade (MENTZER e FLINT, 1997). Essa estrutura requer algumas avaliações perante os resultados apresentados. As avaliações possuem diversas funções, como aferição do desempenho, entendimento de cumprimento de normas e padrões além da compreensão de quem se beneficia destes resultados (ANDRIOLA e ANDRIOLA, 2009).

As análises deste método serão balizadas por avaliações estatísticas geradas pelo *stress testing*. Este teste geralmente é realizado de dois modos: análise de sensibilidade ou de cenários. Na análise de cenários os eventos são tratados previamente, para entendimento do modo em que irá reagir o modelo para dados parâmetros. Já as análises de sensibilidade buscam entender o que a modificação em uma determinada variável gera no resultado global do sistema (BIS, 2005). Outro motivo para utilização de métodos estatísticos está no processo de simulação de sistemas estocásticos. Este é um experimento estatístico, logo o *output* deste sistema está sujeito à variação estocástica e necessita de análise estatística para determinar sua significância (Bhaté-Felsheim *et al.*, 2002).

Os *outputs* gerados pelo modelo utilizarão distintos tipos de avaliação. No processo de análise de cenários serão verificados quais variações nos dados de entrada das variáveis selecionadas – principalmente quanto a alterações na média aritmética e variância da distribuição destes dados – causam variações em três tipos de indicadores mensurados: saldo de estoque, escassez e função custo. É importante que os cenários sejam construídos de modo que as variáveis sejam pertinentes ao ambiente pesquisado.

A importância do planejamento dos cenários está na observação sobre como o modelo reagiria em situações em que diferentes iterações de variáveis de entrada trariam de resultado ao modelo. No Quadro 17 é apresentada uma proposta de como os dados de entrada que possuem algum tipo de distribuição estocástica podem ser preparados, de modo que sua média e sua variância sejam analisadas com alterações para mais e menos.

Quadro 17 – Preparação dos Cenários

	Dado Entrada Média X% <	Dado Entrada Média Base	Dado Entrada Média X% >
Dado Entrada c/ Variância X% >	Cenário 3	Cenário 6	Cenário 9
Dado Entrada c/ Variância Base	Cenário 2	Cenário 5	Cenário 8
Dado Entrada c/ Variância X% <	Cenário 1	Cenário 4	Cenário 7

Fonte: Elaborado pelo Autor

Neste quadro é possível observar nove cenários, todos baseados nas interações das variáveis de entrada – com 3 tipos de variação do dado de entrada para sua média aritmética e 3 alternativas do dado de entrada quanto a sua variância. A ideia está na busca de observações que possam apresentar diferenças ao sistema gerado, de forma seja possível observar se o modelo é mais sensível a variância ou a média aritmética. Observa-se que, para qualquer alteração realizada (quanto à média aritmética ou variância), é possível fazer três comparações. Por exemplo, se o pesquisador quer entender como se comporta o dado de entrada com média aritmética base, ele poderá contrastar este dado quanto à variância base e também como o modelo reage quando há uma mudança na variância da distribuição dos dados de entrada para mais ou menos.

A ideia da utilização de cenários que apresentam tamanhas variações poderá apresentar se há indícios de comportamento nos *outputs* conforme a variação apresentada pelos dados de entrada. Para conhecer possíveis relacionamentos deste tipo entre os dados alguns testes como de correlação (Kendall, Spearman e Person) e testes de média e variância (Teste T, Anova e Kruskal-Wallis) poderão ser aplicados para observação de tendências. Gráficos de dispersão também serão utilizados para análise visuais.

Nesta etapa, os resultados apresentados pelas simulações e analisados com base nos testes estatísticos serão os balizadores da informação quanto ao que são os problemas de gerenciamento de estoque no ambiente estudado. No próximo capítulo será apresentada a aplicação de todas as etapas no método apresentada nesta seção.

5 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DE PROBLEMAS DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES

Esta seção apresentará como foi aplicado o método de análise de PGE em uma empresa localizada na serra gaúcha. Primeiro será descrito o ambiente empresarial selecionado para aplicação do método, posteriormente a aplicação das seis etapas do método no ambiente estudado é descrita. Ao final desta seção serão discutidos os pontos positivos e os problemas apresentados durante a aplicação do método.

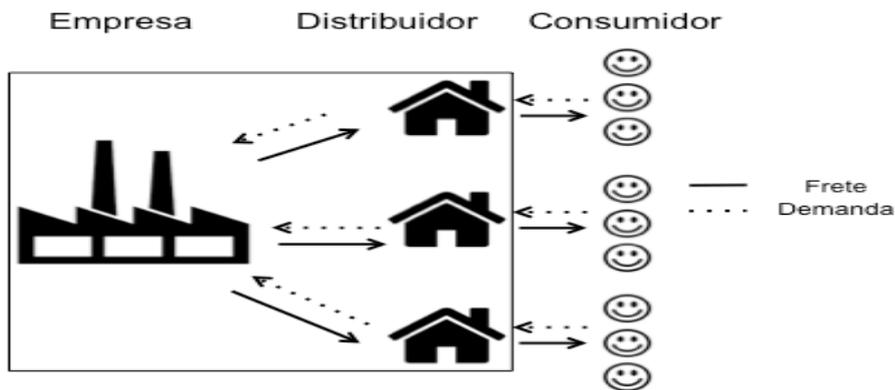
5.1 CARACTERIZAÇÃO E AMBIENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A empresa pesquisada situa-se na serra gaúcha. Fundada em meados da década de 1970, o seu principal negócio está na venda de veículos fora de estrada, como retroescavadeiras, tratores e caminhões basculantes. O negócio iniciou através de uma *joint-venture* entre a *holding* detentora do capital e mão-de-obra no Brasil, e uma empresa sueca, detentora do conhecimento e tecnologia dos veículos fora de estrada.

Os principais mercados da companhia hoje estão divididos em três nichos: construção civil, mineração e agrícola. Os produtos normalmente são vendidos de modo pontual (um cliente realiza o pedido de uma unidade ou um lote de produtos), observando-se que a frequência de uma nova compra não é repetida com assiduidade. O principal cliente da empresa é o governo, em suas diferentes esferas (nacional, estadual e municipal). Grande parte das vendas é realizada através de licitações públicas, de modo que a empresa participa de pregões para venda de produtos e estes produtos são entregues a municípios que recebem os veículos para fomentar regiões carentes em infraestrutura e maquinário para realização de suas atividades. O processo de pedido que será simulado será realizado no modelo mais comum à companhia, o B2B (*business-to-business*), em que os pedidos chegam do consumidor para um distribuidor, e deste distribuidor é repassado para empresa analisada, constituindo a simulação a ser realizada nesta dissertação, apresentada na Figura 17.

A companhia possuía em 2015 concessionárias em 17 estados brasileiros, algumas premiações em distintas áreas de gestão, como a gestão de pessoas (GPTW – *Great Place to Work*) e da qualidade (PQRS – Prêmio da Qualidade do Rio Grande do Sul). O seu corpo de colaboradores tem cerca de cem funcionários diretos. Seu faturamento no ano de 2014 foi próximo a R\$ 360 milhões.

Figura 17 – Modelo de negócios simulado



Fonte: Elaborado pelo Autor

5.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Nesta seção serão descritas a aplicação das seis etapas do método de identificação e análise de problemas de gerenciamento de estoques.

ETAPA 1 – IDENTIFICAÇÃO DAS PERCEPÇÕES DO PGE

O processo de entrevistas foi realizado junto a 6 profissionais da empresa, responsáveis por atividades dos setores de Logística de Entrada e Saída, Planejamento e Controle da Produção, Engenharia de Produto, Comercial, Fiscal, Compras e Manufatura. As entrevistas se concentraram em um dia. Todas elas foram marcadas com antecedência, sendo possível absorver as percepções de profissionais de todas as áreas na empresa que possuem alguma interface com estoques.

Para escolha dos profissionais que responderam as entrevistas, foram observados previamente pelo responsável pelo agendamento qual o nível de conhecimento do respondente sobre o processo de negócio da empresa, grau de influência de suas ações sobre os estoques e o grau de interdisciplinaridade. Os resultados das respostas apresentadas pelos profissionais se encontra no Anexo 3.

ETAPA 2 – PERCEPÇÕES DE PGE E IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO OU FAMÍLIA DE PRODUTO ANALISADO

A análise dos resultados das entrevistas apontaram percepções dos entrevistados de que duas classes são as frequentes causadoras dos problemas de gerenciamento de estoques no ambiente pesquisado. Estas são as classes de Informação, e Entregas e Recebimentos (estas foram as únicas classes apontadas por todos os respondentes). Dados omissos nos questionários foram retirados da análise, sendo avaliadas somente as respostas que foram

consideradas com representatividade amostral perante à população de respondentes – ao menos 4 dos 6 respondentes deveriam ter respondido.

Os motivos percebidos como causadores de PGE nas classes Informação e Entregas e Recebimentos estão listados abaixo. O resultado completo da análise sobre as percepções apresentadas encontra-se no Anexo 3.

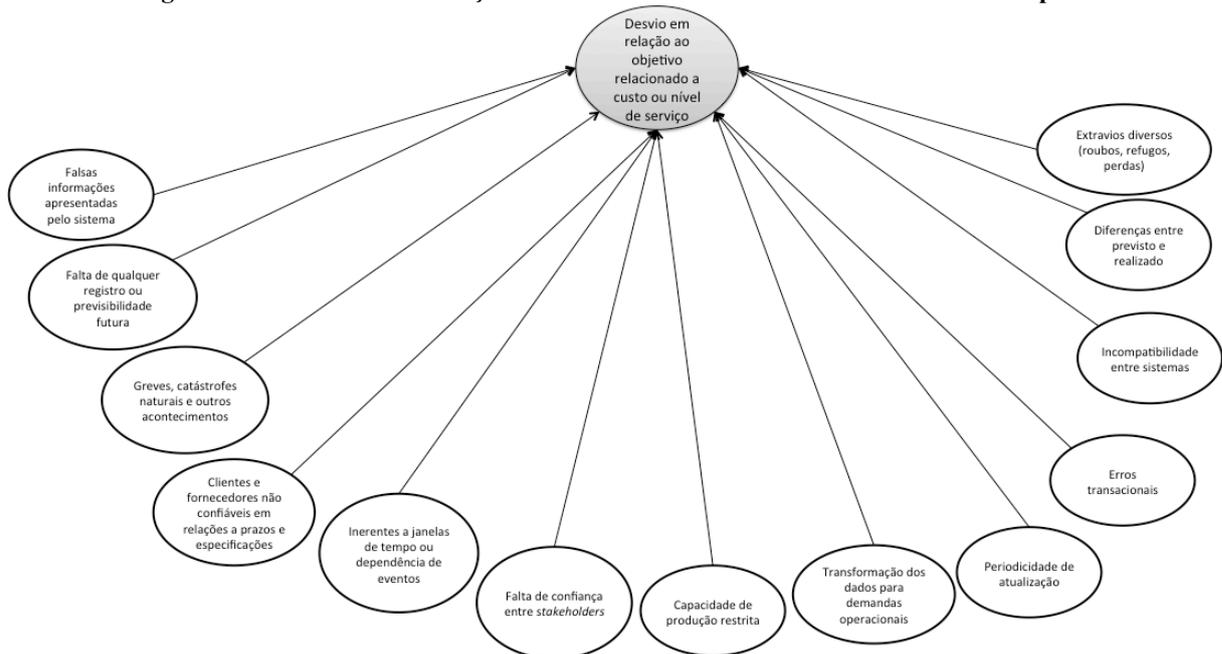
- Periodicidade de atualização do sistema
- Erros transacionais
- Falta de alinhamento entre setores sobre utilização de sistemas informacionais
- Falsas informações apresentadas pelo sistema
- Diferenças entre previsto e realizado
- Incompatibilidade de sistemas
- Clientes e fornecedores não confiáveis
- Janelas de tempo (períodos firmes)
- Multimodalidade de transporte
- Quebras ou mal funcionamento do processo produtivo do cliente/fornecedor

Com base nas informações do Anexo 3, foi apresentado o panorama de respostas ao responsável na empresa de selecionar o produto que seria posteriormente modelado. Um mapa de causa-efeito foi então construído para melhor visualização das relações destas variáveis. Na Figura 18 é possível observar que os diversos causadores (apontados nas camadas superiores da figura) geravam a maioria dos PGE no ambiente estudado. Como exemplo, a transformação de dados de sistemas para demandas operacionais causam *delay* informacional, e conseqüentemente geram aquisições de produtos a mais do que o necessário por falta de informação no momento de realização de um pedido – aumentando os custos da empresa.

Para escolha do produto a ser modelado, foi realizada uma análise de Pareto. O produto escolhido foi o RD 120. Ele possui grande participação na movimentação do armazém da empresa, além de possuir informação disponível sobre os seus saldos, consumos e recebimentos.

O RD 120 é um componente de uma retroescavadeira. Ele é utilizado de forma unitária para cada retroescavadeira vendida. Desta forma, este componente segue a mesma demanda imposta ao produto acabado.

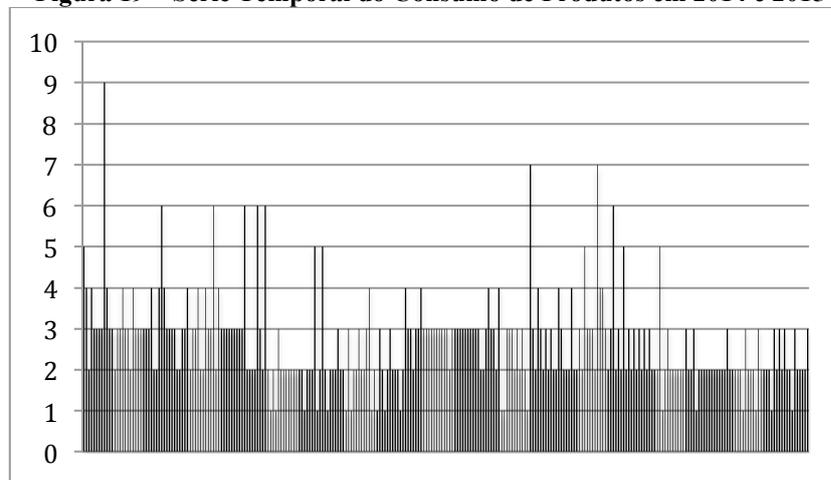
Figura 18 – Estrutura de relação de causa-efeito dos causadores do PGE da empresa



Fonte: Elaborado pelo Autor

Cada retroescavadeira (produto final) vendida possui características distintas, de tal forma que cada venda representa um projeto diferente, havendo particularidades na montagem de cada projeto. Estas particularidades vão do montante de material passível de carregamento (peso e volume), a alterações no projeto de motor, inclusões de carregadeiras e diferenças em seu sistema hidráulico. Dentre as características comuns a qualquer pedido está o componente RD120, utilizado unitariamente a cada venda de um produto final. O consumo médio diário deste produto, nos anos de 2014 e 2015 foi de 2 a 3 unidades diárias (Figura 19), existindo uma capacidade planejada para atendimento de até 8 unidades por dia.

Figura 19 – Série Temporal do Consumo de Produtos em 2014 e 2015

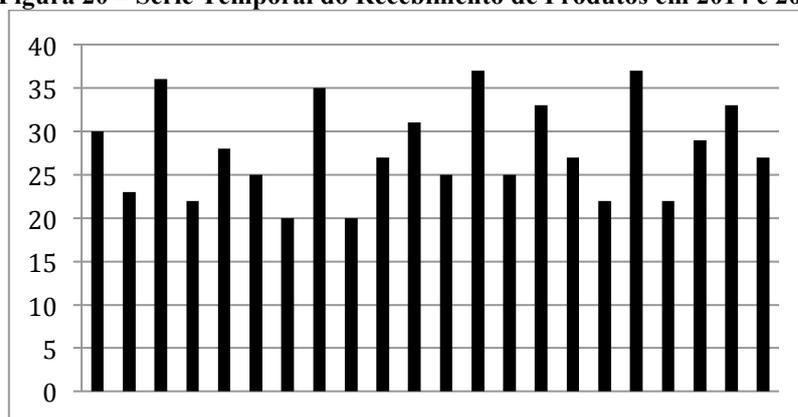


Fonte: Elaborado pelo Autor

O componente é comprado em lotes médios de 30 unidades, e na Figura 20 é possível observar o histórico realizado nos anos de 2014 e 2015. No acordo de compras o fornecedor aceita pequenas variações no lote pedido. O fornecedor localiza-se na mesma região da empresa escolhida para análise, não existindo barreiras aduaneiras para o recebimento do produto, ao contrário da maioria de itens utilizados para montagem do produto final, que são importados.

Dado que esta empresa faz parte de um conglomerado de empreendimentos pertencentes a um mesmo grupo, o processo de recebimento é realizado de forma unificada entre este grupo de empresas – havendo um entreposto de recebimento de materiais. Posteriormente à entrada e verificação da mercadoria recebida, esta segue para seu local de destino.

Figura 20 – Série Temporal do Recebimento de Produtos em 2014 e 2015



Fonte: Elaborado pelo Autor

ETAPA 3 – BUSCA DE DADOS PARA MODELAGEM DAS VARIÁVEIS CAUSADORAS DE PGE

A coleta dos dados foi realizada em duas partes: primeiramente foram analisados os maiores causadores percebidos de PGE na empresa, posteriormente, após a seleção de quais causadores de problemas deveriam ser compreendidos, buscaram-se dados para modelar estas variáveis computacionalmente. Observou-se na empresa que os causadores destes impactos são *lead time* de entrega do fornecedor, qualidade do componente, *delays* de consumo interno de produtos e de atravessamento de recebimentos, greves que atrasam entregas e consumos, capacidade de produção.

A busca de dados para modelagem respeitou as probabilidades de ocorrências dos eventos vinculados às variáveis causadores de PGE. Estas informações foram retiradas de indicadores que empresa possuía em seu sistema de gestão de informação e também em controles paralelos ao seu sistema de gestão de informação. Todas as distribuições foram analisadas de modo a observar se havia compatibilidade entre elas e alguma distribuição

notável. Os testes foram realizados no *software Easy Fit*, não observando-se aderência das distribuições dos dados a nenhuma das distribuições notáveis disponíveis no *software*.

O *Lead Time* de Entrega do Fornecedor obedece a um comportamento estocástico, possuindo um tempo de entrega esperado de 9,55 dias, sua função de distribuição de probabilidade é encontrada no Quadro 20. Este *lead time*, que é considerado alto para os gestores dos estoques, traz consequências ao modelo como um maior número de estoques de segurança, necessários para amortizar o estoque neste período. O aumento de escassez/pedidos atrasados também é outro problema gerado pela restrição, além de estoques em excesso por erros de programação da produção. O maior exemplo de ocorrência está na geração de pedidos ao fornecedor sem a devida visualização de pedidos em trânsito, gerando excesso de estoques.

A variável qualidade no recebimento de materiais também possui um comportamento estocástico, visto que os valores arbitrados estão vinculados a uma média de recebimentos problemáticos. Este evento ocorre em 3% dos casos, sendo modelado para que em casos de ocorrências positivas quanto à qualidade no recebimento, metade dos casos sejam adicionadas 3 unidades de compras ao pedido, e na outra metade dos casos, 3 unidades a menos sejam retiradas do pedido. A fdp pode ser observada no Quadro 23.

Os *delays* de consumo de estoques e de recebimento foram coletados através de busca empírica dos dados pelos funcionários das empresas. Observou-se que, em média, há um atraso na informação entre o consumo real e virtual de 1 dia útil. Quanto ao recebimento interno, essa restrição foi modelada de forma estocástica, possuindo o valor médio de *delay* 2,12 dias. Sua função de distribuição de probabilidade é encontrada no Quadro 21.

As greves possuem 50% de probabilidade de ocorrência durante o ano analisado, sendo a possibilidade de ocorrência distribuída igualmente entre os meses de Maio, Junho e Julho. Estas probabilidades estão associadas às épocas em que o dissídio salarial é negociado, havendo forte tendência de ocorrência de greves neste período. As consequências do acontecimento de greves são a perda de um dia produtivo, impossibilitando a produção, recebimento de materiais e a verificação das necessidades de estoques.

A capacidade produtiva é outro limitador da produção, porém sua capacidade é muito superior à demanda média (capacidade de produção de 8 produtos/dia ante demanda média de 2-3 produtos/dia). A restrição maior hoje é imposta pelo mercado, que está sempre mantendo suas necessidades menores que a capacidade do sistema instalado.

ETAPA 4 – CONSTRUÇÃO DO MODELO EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS

A construção do modelo em função das variáveis identificadas na etapa anterior necessitou verificar que todas as restrições adicionadas estivessem vinculadas a variável saldo em estoque (λ_t). O utilizou-se o modelo de simulação de Monte Carlo, aplicado no *software Excel*. A unidade de tempo (t) utilizada foi dia útil. Para cada cenário foram realizadas 2436 repetições. Todas as variáveis aleatórias eram independentes e identicamente distribuídas (iid). O horizonte de tempo foi constituído de 216 dias. Este horizonte foi gerado para simular a quantidade de dias não trabalhados (devido a greves e acordos sindicais) na empresa durante o período analisado.

A política utilizada é denominada T,R,S, em que a cada período fixo de duração T, verifica-se a posição do estoque. Se estiver abaixo do ponto de pedido R, é encomendada uma quantidade suficiente para que a posição de estoque atinja o número máximo S. Caso contrário, não se encomenda. Os valores T, R e S são respectivamente 10, 55, 80. Estes valores são os utilizados pela empresa na parametrização de pedidos para o produto RD 120.

A verificação de necessidade de estoques (N_t) é realizada de forma periódica (a cada dez dias úteis). A equação de verificação (5) é apresentada:

$$N_t = \begin{cases} \chi - \lambda_t, & \lambda_t \leq Z \\ 0 & , \lambda_t > Z \end{cases} \quad (5)$$

Em que a ocorrência de verificação é realizada quando o valor de saldo (λ_t) é menor ou igual ao valor estipulado como ponto de pedido (Z). Caso este valor seja maior que o ponto de pedido (Z) a verificação não irá realizar um pedido para compra de RD 120. Caso haja necessidade de compra de estoques, o pedido é realizado de forma que o valor máximo permitido para estocagem do item (χ) é subtraído do saldo (λ_t) no momento de verificação, realizando um pedido deste resultado.

Este pedido gera a necessidade de entradas ou recebimentos de materiais (μ_t). Esta variável está condicionada a variáveis de *delay* de recebimento (ρ), variável greve (η), *lead time* de entrega do fornecedor (ω) e qualidade no momento de recebimento (Q_t), podendo estas variáveis alterar o tempo de entrega final. A equação 6 é mostrada abaixo:

$$\mu_{t+\rho+\eta+\omega} = N_t + Q_t \quad (6)$$

As variáveis apresentadas (ω , ρ e η) podem adicionar prazo de entrega, seguindo as funções de distribuição de probabilidade (fdp) e funções de distribuição acumulada (FDA):

Quadro 18 - Função de distribuição para *lead time* de entrega do fornecedor (ω_t), em dias

ω (dias)	fdp	FDA
10	0,91	0,91
9	0,01	0,92
8	0,01	0,93
7	0,01	0,94
6	0,01	0,95
5	0,01	0,96
4	0,01	0,97
3	0,01	0,98
2	0,01	0,99
1	0,01	1

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 19 - Função de distribuição para *delay* de recebimento (ρ_t), em dias

ρ (dias)	Fdp	FDA
2	0,8	0,8
0	0,04	0,84
1	0,04	0,88
3	0,04	0,92
4	0,04	0,96
5	0,04	1

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 20 - Função de distribuição para greve (η), em dias

Greve	fdp	FDA
Sim	0,0204	0,0204
Não	0,9796	1

Fonte: Elaborado pelo Autor

É importante salientar que a variável greve (η) poderá ocorrer somente no período de Maio a Junho, postergando o recebimento de mercadorias em 1 dia, com uma probabilidade global de ocorrência em um período de um ano de 50%. Estes dados foram colhidos na empresa, e representam a parada sindical anual (com probabilidade de ocorrência de uma vez a cada dois anos).

Já a variável qualidade no momento de recebimento (Q) poderá alterar a quantidade de produtos remetidas pelo fornecedor, adicionando ou subtraindo do montante 3 unidades. A sua função de distribuição de probabilidade é a seguinte:

Quadro 21 – Função de distribuição para qualidade no momento de recebimento (Q_t), em unidades

Q (unidades)	fdp	FDA
0	0,970	0,970
+3	0,015	0,985
-3	0,015	1,000

Fonte: Elaborado pelo Autor

Outra equação importante para o modelo é a do consumo de RD 120 (Equação 7). Esta equação está condicionada a uma capacidade de atendimento (l_t) de 8 unidades diárias, logo, o consumo deverá ser inferior ou igual a 8 unidades. O *delay* no consumo (v) é uma constante que representa a realização do consumo no parque fabril e o observado no sistema de informação. Esta constante está fixada em 1 dia de atraso de observação. A variável Greve (η) segue os mesmos parâmetros apresentados no Quadro 20, que em caso de sua ocorrência postergará o consumo dos estoques em um dia útil. O Quadro 22 apresenta a fdp e FDA do consumo diário do RD 120(C_t).

$$\pi_t = \begin{cases} C_{t+\eta+v} & , \zeta_t \leq l_t \\ l_t & , \zeta_t > l_t \end{cases} \quad (7)$$

Quadro 22 – Função de distribuição de consumo de produtos (C_t), em unidades

C (unidades)	fdp	FDA
1	0,071	0,071
2	0,425	0,496
3	0,371	0,868
4	0,079	0,946
5	0,021	0,968
6	0,021	0,989
7	0,011	1,000

Fonte: Elaborado pelo Autor

A função custo foi parametrizada de forma que as constantes utilizadas (Δ – custos do produto e os custos unitários de pedido) e (Λ – margem de contribuição do item adicionado de uma penalização), estabelecidos em R\$ 30,00 para excessos e R\$ 150,00 para faltas. Deste modo todas as variáveis causadoras de PGE para o ambiente e produto pesquisado foram parametrizados, permitindo a validação do modelo.

ETAPA 5 – VALIDAÇÃO DO MODELO GERADO

Para validação do modelo foram realizadas diversas análises. Análise das médias aritméticas; desvios apresentados pela fórmula do desvio padrão (raiz da Variância da Amostra); a homogeneidade observada pelo teste de Levene; análise de erros (Erro Médio

Absoluto, Raiz do Erro Quadrático Médio e Erro Percentual Médio Absoluto). Todos os testes realizados utilizaram os mesmos dados de entrada, resultantes de 2436 replicações em um horizonte de tempo de 216 dias, habilitados pelos da política T,R,S (respectivamente – 10, 55 e 80).

Dentre as avaliações realizadas, observou-se em que medida as restrições aplicadas ao modelo causaram efeitos no (i) estoque médio, (ii) escassez – e (iii) variações sobre a função custo. Também buscou-se informações sobre quanto as variáveis imputadas ao modelo criam variação ao estoque médio, escassez e a função custo. Para isso, devido aos dados não possuírem distribuições ditas normais, realizou-se análises não paramétricas para sua compreensão.

Tabela 1 - Validação do Modelo – Média Aritmética apresentada entre dados históricos e do modelo

Média	Dados Reais	Modelo
Saldo	46,53	42,70
Consumo	2,333	2,199
Recebimento	27,80	33,63

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 2 - Validação do Modelo – Desvios apresentados entre dados históricos e do modelo

Desvios	Dados Reais	Modelo
Saldo	16,77	12,98
Consumo	0,85	0,89
Recebimento	5,67	4,85

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 3 - Validação do Modelo – Erros apresentados entre dados históricos e modelo

Erros	¹ E.M.A.	² R.E.Q.M.	³ E.P.M.A.
Saldo	+12,90	+15,42	+0,157
Consumo	+0,765	+1,217	+0,119
Recebimento	N/A	N/A	N/A

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 4 - Validação do Modelo – Homogeneidade apresentada entre dados históricos e modelo

Homog. Var.	Levene
Saldo	0,913
Consumo	0,403
Recebimento	N/A

Fonte: Elaborado pelo Autor

O teste de Levene para recebimento de materiais não foi possível ser realizado devido ao tamanho da amostra. A soma de ponderações de casos reais é menor que o número

¹ E.M.A. – Erro Médio Absoluto

² R.E.Q.M. – Raiz do Erro Quadrático Médio

³ E.P.M.A. – Erro Percentual Médio Absoluto

de grupos necessários para realização do teste. A avaliação de erros para recebimento também não foi devido ao tamanho da amostra de dados reais. Algumas comparações de análises monovariadas como histogramas e testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) são apresentados no Anexo 4.

ETAPA 6 – ANÁLISES SOBRE O PGE

Existem dois tipos de variações existentes do processo de pesquisa, sendo eles de variação sistemática, quando há alteração em performance de um experimento devido a alguma manipulação, e variação não sistemática/aleatória, quando o desempenho de um experimento varia devido a fatores desconhecidos (FIELD, 2009).

Nesta etapa do método, serão avaliadas algumas questões tidas como importantes para entendimento do PGE no ambiente pesquisado. A primeira questão está no entendimento de alterações na variância e média aritmética da fdp da demanda. Outra questão importante está na compreensão de alterações na variância e média aritmética da fdp do *lead time*. Ideias sobre a periodicidade de reposição e também como as outras variáveis apontadas como geradoras do PGE podem interagir e gerar maiores problemas.

Abaixo são apresentadas avaliações das questões geradas em conjunto com os gestores de estoques sobre quais seriam os possíveis causadores do PGE. Estas análises foram realizadas de forma a utilizar o teste por *stress*. O teste estatístico de *stress* geralmente é realizado de dois modos: análise de sensibilidade ou de cenários. Na análise de cenários os eventos são tratados previamente, para entendimento do modo em que irá reagir o modelo para dados parâmetros. Já as análises de sensibilidade buscam entender o que a variação em uma determinada variável transforma o resultado global do modelo utilizado (BIS, 2005). As questões são apresentadas abaixo.

Compreendendo o que alterações na média aritmética e na variância da demanda interferem nos outputs do modelo gerado

Havia um entendimento entre os entrevistados que a demanda seria um grande causador de flutuação do nível médio de estoques. Apresentaram entre suas justificativas de causas para o problema de flutuação do saldo médio de estoques como as decisões baseadas em *outliers* para realização de programação de produção, aumentando em grande quantidade o saldo médio de estoques.

Para verificar esta questão mediu-se o quanto a variância da demanda e a sua média de consumo afetam o nível médio de estoques, a quantidade de escassez e a função custo do

modelo. O Quadro 23 apresenta os cenários analisados, enquanto os Quadros 24 e 25 apresentam, respectivamente, os valores de entrada utilizados para demanda e os valores de saída apresentados para o saldo de estoques do modelo. Foram testados os cenários conforme apresentam os rótulos do Quadro 23 (aumento e diminuição da demanda e variância em 20%). Estes valores foram arbitrados, com intuito de observar os resultados destas variações. Todos os modelos foram testados com base em uma política de reposição periódica (10 dias úteis). Os valores de T,R e S são, respectivamente, 10, 55 e 80.

Quadro 23 - Cenários analisados

	Demanda Média 20% <	Demanda Média Base	Demanda Média 20% >
Demanda com Variância 20% >	Cenário 3	Cenário 6	Cenário 9
Demanda com Variância Base	Cenário 2	Cenário 5	Cenário 8
Demanda com Variância 20% <	Cenário 1	Cenário 4	Cenário 7

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 24 - Valores da demanda

	Demanda Média 20% <		Demanda Média Base		Demanda Média 20% >	
	Média	Variância	Média	Variância	Média	Variância
Demanda com Variância 20% >	1,76	1,23	2,20	1,23	2,66	1,23
Demanda com Variância Base	1,76	1,03	2,20	1,03	2,66	1,03
Demanda com Variância 20% <	1,76	0,82	2,20	0,82	2,66	0,82

Fonte: Elaborado pelo Autor

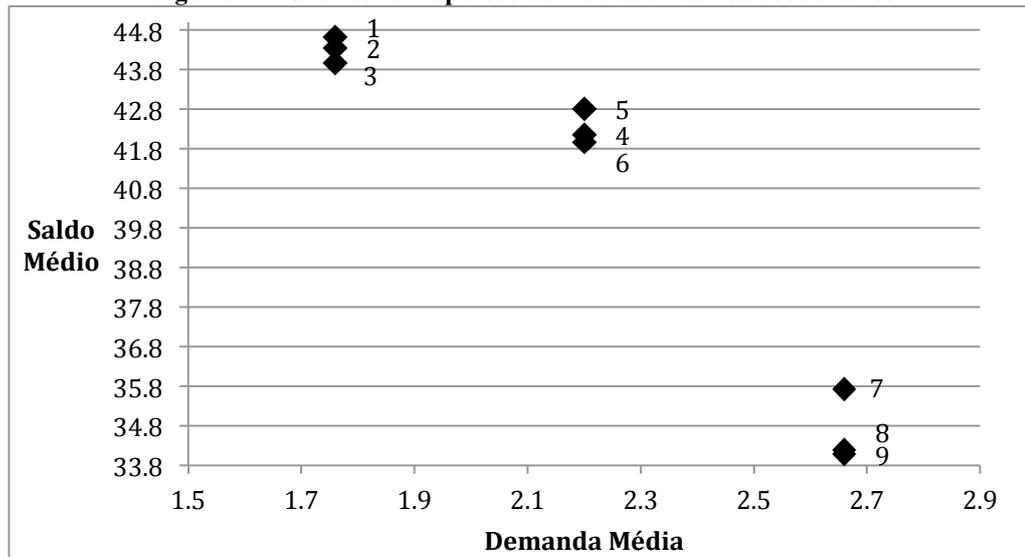
Quadro 25 - Valores do saldo

	Demanda Média 20% <		Demanda Média Base		Demanda Média 20% >	
	Média	Desvios	Média	Desvios	Média	Desvios
Demanda com Variância 20% >	43,96	14,32	41,97	12,31	34,09	13,85
Demanda com Variância Base	44,36	14,74	42,82	11,71	34,19	14,37
Demanda com Variância 20% >	44,62	13,99	42,16	12,22	35,72	13,25

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os resultados apresentam um claro agrupamento entre os cenários realizados, criando três grupos em torno de suas médias de consumo, 20% menor, maior e base, conforme apresentado na Figura 21. É interessante notar que, uma possível associação entre demanda média e nível de estoques é apresentado no gráfico de dispersão, dado que os cenários 1,2 e 3 são os que apresentam maior estoque médio e o menor consumo médio. No quadrante inferior direito encontra-se o grupo com a maior média de consumo, ratificando o comportamento do fator média sobre o nível médio de estoques.

Figura 21 - Gráfico de dispersão de médias e desvios nos cenários



Fonte: Elaborado pelo Autor

Através de um teste de correlação, apresentado na Tabela 5 (Spearman e Kendall, dado ao comportamento dos dados não ser compatível para utilização do teste de Fisher), nota-se apenas a correlação entre a média da demanda e a média do saldo com alguma significância estatística. Não é possível apontar alteração na variância da demanda perante o comportamento médio dos estoques ou perante a variância dos saldo de estoques.

Tabela 5 - Correlações entre demanda e saldo de estoques

Tau de Kendall		Variância Demanda	Média Saldo	Desvio Padrão Saldo
Média Saldo	Coef. Correl.	-,225		
	Sig. (1-tailed)	,218		
	N	9		
Desvio Padrão Saldo	Coef. Correl.	,096	,000	
	Sig. (1-tailed)	,369	,500	
	N	9	9	
Média Demanda	Coef. Correl.	,071	-,836	-,155
	Sig. (1-tailed)	,408	,002	,292
	N	9	9	9
Rho de Spearman		Variância Demanda	Média Saldo	Desvio Padrão Saldo
Média Saldo	Coef. Correl.	-,264		
	Sig. (1-tailed)	,247		
	N	9		
Desvio Padrão Saldo	Coef. Correl.	,158	,183	
	Sig. (1-tailed)	,342	,318	
	N	9	9	
Média Demanda	Coef. Correl.	,082	-,936	-,260
	Sig. (1-tailed)	,417	,000	,250
	N	9	9	9

Fonte: Elaborado pelo Autor

A Tabela 6 apresenta as informações sobre o montante de ocorrências de escassez, bem como a quantidade total de escassez ocorrida em cada cenário. Outra análise importante está na verificação da quantidade de escassez. Mostrou-se que quanto maior a média da demanda, maior é a ocorrência de escassez, estando ambas atreladas também a uma variância basilar ou média, porém, inexistente forte correlação, sendo estatisticamente não significantes os testes para Kendall e Spearman (Tabela 7).

Tabela 6 - Análises de escassez por cenário

Cenário	Σ	Ocorr.	Cenário	Σ	Ocorr.	Cenário	Σ	Ocorr.
3	0	0	6	4	2	9	101	13
2	41	9	5	16	4	8	384	24
1	0	0	4	16	6	7	4	2

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 7 - Correlações entre demanda existência de escassez

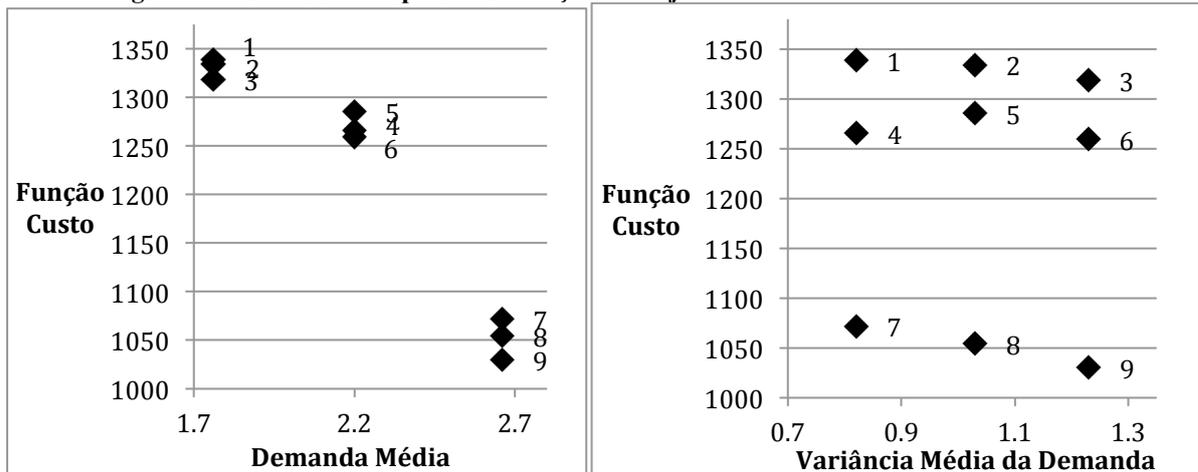
Tau de Kendall		Média Demanda	Variância Demanda
Soma Escassez	Coef. Correl.	,420	,134
	Sig. (1-tailed)	,075	,326
	N	9	9
Ocorrência Escassez	Coef. Correl.	,382	,099
	Sig. (1-tailed)	,093	,368
	N	9	9
Tau de Kendall		Média Demanda	Variância Demanda
Soma Escassez	Coef. Correl.	,535	,133
	Sig. (1-tailed)	,069	,366
	N	9	9
Ocorrência Escassez	Coef. Correl.	,520	,106
	Sig. (1-tailed)	,076	,393
	N	9	9

Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao observar-se os efeitos de alterações da demanda e da variância sobre a função custo, é possível notar que, quanto maior a demanda, menor a função custo, algo que não é passível de observação quando é realizada a análise sobre a variância da demanda, sendo a função mais sensível à média aritmética que a sua variância. Esta análise está vinculada ao grupo de cenários e suas respostas. Os cenários com maior média de demanda (7,8 e 9) são os que se encontram na parte inferior da ordenada da Figura 24, enquanto os cenários com a menor demanda média (1,2 e 3) se encontram na parte superior da ordenada. Ao analisar as variâncias, o comportamento da função custo não é similar ao da média, não apresentando na distribuição dos cenários prováveis implicações de causa-efeito.

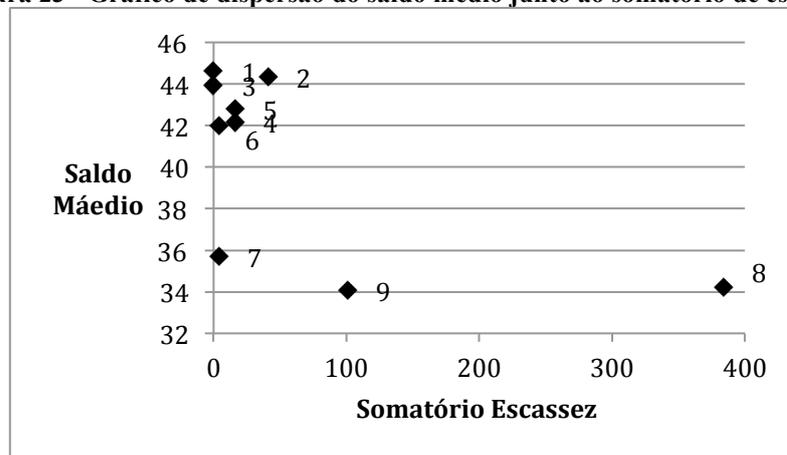
Há probabilidade de estas observações estarem ancoradas em alguns aspectos fundamentados no processo de gestão dos estoques, como o superdimensionamento do tamanho ideal do estoque de trânsito e do seu estoque de segurança, de modo que um aumento da demanda média trouxesse os maiores benefícios para função custo, ou seja, uma função custo com a menor média foi encontrada por um ajuste natural da demanda à sua necessidade de estoques. A Figura 22 apresenta um gráfico de dispersão entre a função custo e sua demanda e função custo e sua variância. Também é necessária a constatação de que o menor resultado de função custo, cenário de número 9, é o cenário com o segundo maior número de escassez. É provável que o cenário 7, terceiro menor valor médio na função custo, seja o mais interessante à empresa, dado que sua função média é apenas 4% superior ao cenário 9, porém quando se analisa o número de escassez a incidência de cerca de 4% do total deste mesmo cenário. A Figura 23 apresenta o gráfico de dispersão do saldo médio de estoques e somatório de escassez.

Figura 22 - Gráfico de dispersão da função custo junto à média e variância da demanda



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 23 - Gráfico de dispersão do saldo médio junto ao somatório de escassez



Fonte: Elaborado pelo Autor

Compreendendo como alterações na média aritmética e na variância do *lead time* interferem nos *outputs* do modelo gerado

Muitos problemas percebidos foram apontados pelos entrevistados quando analisado o *lead time* (L.T.) de entrega do fornecedor. A falta de confiabilidade do fornecedor, bem como alguns problemas na multimodalidade de transporte, foram assinalados como os maiores causadores do problema de gerenciamento de estoques.

Para testar esta questão, nove cenários foram criados. Utilizou-se como base o modelo de revisão periódica (T,R,S) com os respectivos valores (10, 55 e 80). Como demanda média de 2,20 unidades e variância de consumo de 1,03 unidades quadradas. Os cenários são apresentados no Quadro 26. Os dados do tempo de entrega são apresentados no Quadro 27 e os resultados do saldo no Quadro 28.

Quadro 26 - Cenários analisados

	L.T. Média 20% <	L.T. Média Base	L.T. Média 20% >
L.T. com Variância 20% >	Cenário 3	Cenário 6	Cenário 9
L.T. com Variância Base	Cenário 2	Cenário 5	Cenário 8
L.T. com Variância 20% <	Cenário 1	Cenário 4	Cenário 7

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 27 - Valores do Lead Time

	L.T. Média 20% <		L.T. Média Base		L.T. Média 20% >	
	Média	Variância	Média	Variância	Média	Variância
L.T. com Variância 20% >	7,64	3,18	9,55	3,18	11,46	3,18
L.T. com Variância Base	7,64	2,65	9,55	2,65	11,46	2,65
L.T. com Variância 20% <	7,64	2,12	9,55	2,12	11,46	2,12

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 28 - Valores do saldo

	L.T. Média 20% <		L.T. Média Base		L.T. Média 20% >	
	Média	Desvios	Média	Desvios	Média	Desvios
L.T. com Variância 20% >	47,68	11,56	44,53	12,31	38,67	16,90
L.T. com Variância Base	45,17	13,36	42,82	11,71	41,25	15,20
L.T. com Variância 20% <	46,24	11,76	42,73	12,78	40,07	14,17

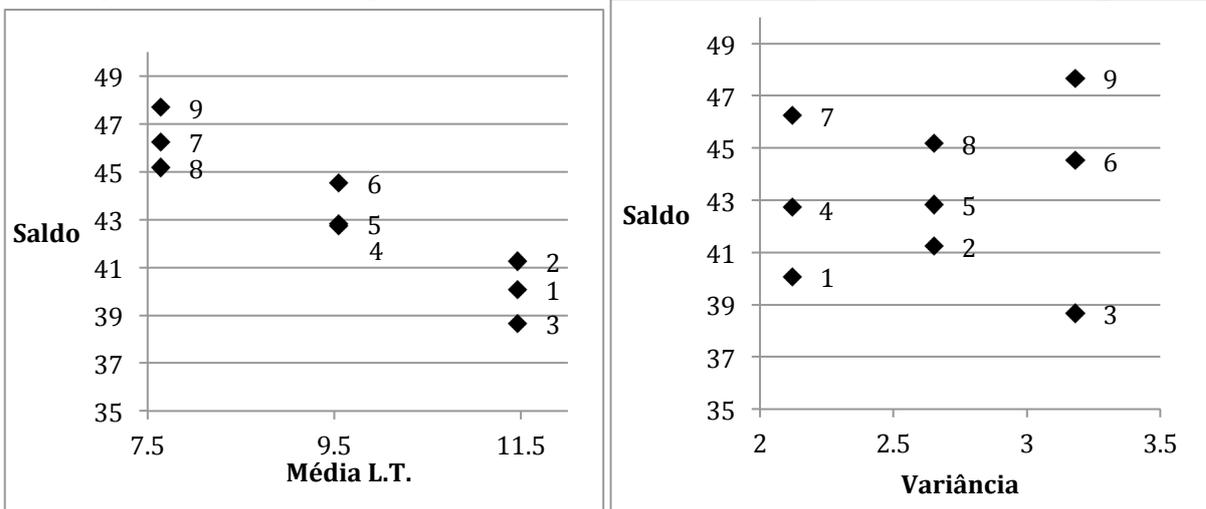
Fonte: Elaborado pelo Autor

Nota-se a que existe um padrão de aglomeração dos resultados do saldo médio de estoques em torno das médias de L.T. utilizadas (Figura 24). Quando se compara a variância, nota-se novamente a influência da média sobre sua função (todas as medidas de dispersão estão agrupadas sobre a média do L.T., sendo a menor média de saldo de cada aglomeração de

variância também a menor média aritmética de L.T.). Uma observação vinculada à correlação fortemente negativa entre média de *Lead Time* do fornecedor e saldo de estoques pode estar vinculada a possível ocorrência de escassez, porém, inexistem indícios de correlação linear que possam ajudar a embasar esta constatação (Tabela 8).

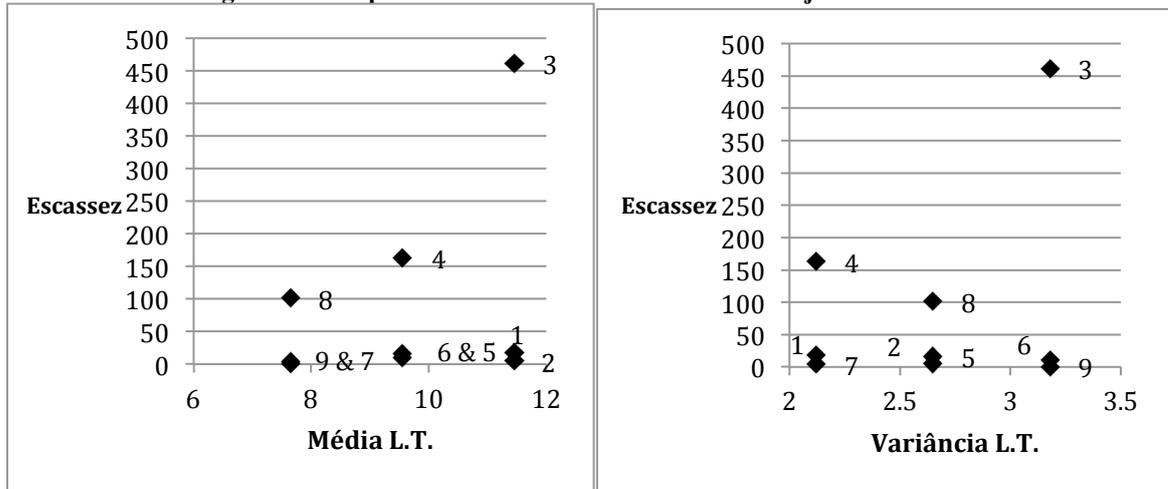
Algumas observações importantes a serem apresentadas sobre escassez: a maior quantidade de ocorrências e o total de escassez ocorreu no cenário 3, cenário que apresentou o maior desvio padrão no saldo de estoques e menor média como resultados da simulação. Este é justamente o cenário que possui o maior L.T. médio e variância combinados. Não é, porém possível observar uma tendência linear entre o aumento da média do L.T. e da variância do L.T. perante a quantidade de escassez (Figura 25). Outras informações sobre média, variância e desvios do L.T. e seus impactos em escassez são apresentados nas Figuras 26 e 27.

Figura 24 - Gráfico de dispersão de médias e variâncias do L.T. junto ao saldo médio estoques



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 25 - Dispersão de médias e variâncias do L.T. junto a escassez



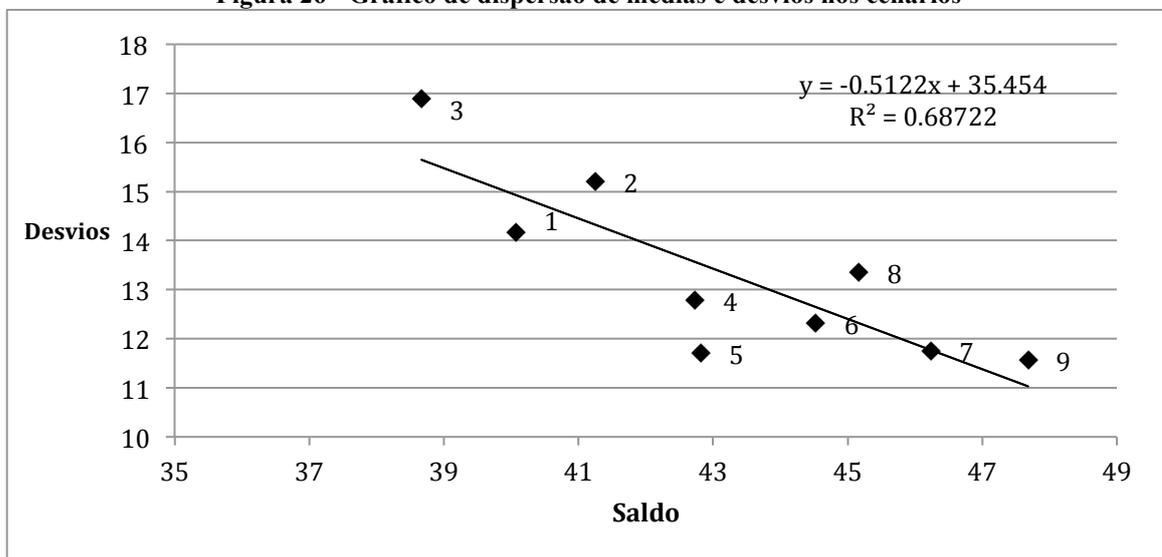
Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 8 - Correlações entre tempo de entrega do fornecedor e saldo de estoques

Tau de Kendall		Média de LT	Variância de LT	Média Saldo
Variância de LT	Coef. Correl.	0		
	Sig. (1-tailed)	0,5		
	N	9		
Média Saldo	Coef. Correl.	-,866	0,096	
	Sig. (1-tailed)	0,001	0,369	
	N	9	9	
Desvio Padrão Saldo	Coef. Correl.	,609	-0,032	-,667
	Sig. (1-tailed)	0,017	0,456	0,006
	N	9	9	9

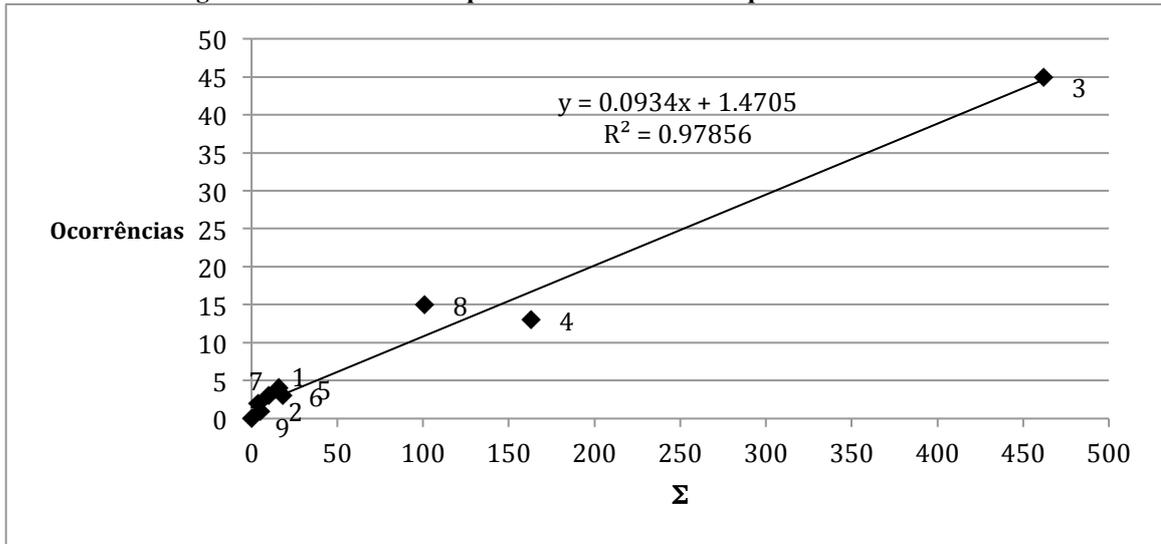
Rho de Spearman		Média de LT	Variância de LT	Média Saldo
Variância de LT	Coef. Correl.	0		
	Sig. (1-tailed)	0,5		
	N	9		
Média Saldo	Coef. Correl.	-,949	0,105	
	Sig. (1-tailed)	0	0,394	
	N	9	9	
Desvio Padrão Saldo	Coef. Correl.	,738	-0,053	-,817
	Sig. (1-tailed)	0,012	0,446	0,004
	N	9	9	9

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 26 - Gráfico de dispersão de médias e desvios nos cenários

Fonte: Elaborado pelo Autor

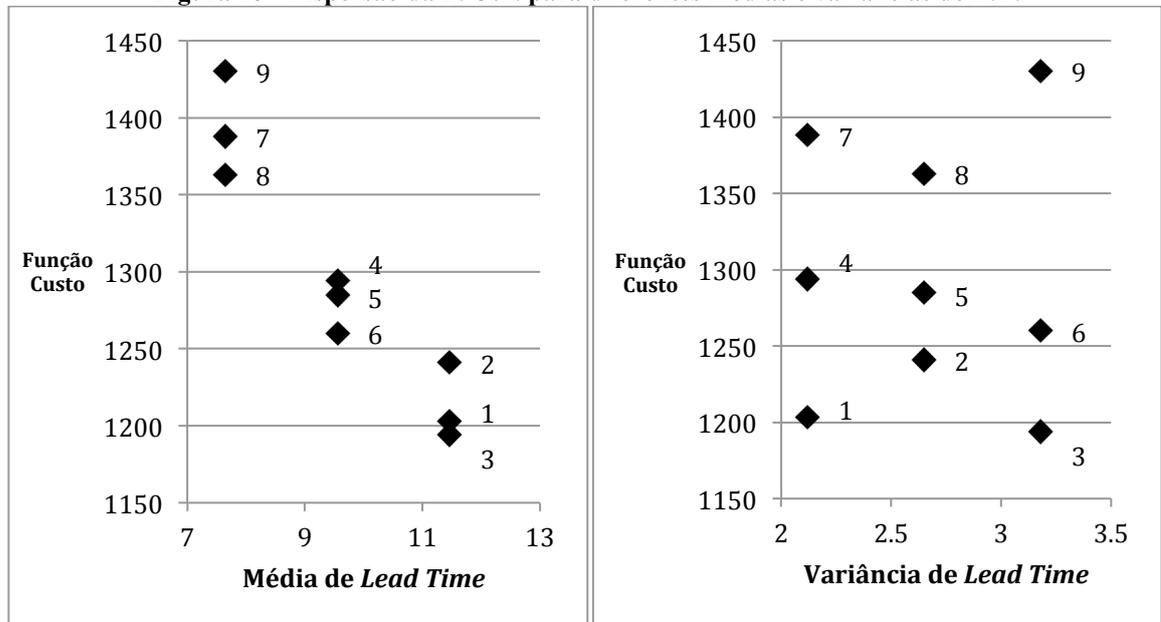
Figura 27 - Gráfico de dispersão de ocorrências e quantidade de escassez



Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao analisar o impacto do tempo de fornecimento sobre a função custo é possível notar que, quanto menor o L.T. médio, maior a função custo, linearidade que não pode ser observada na análise das variâncias (Figura 28). Novamente é provável que haja causalidade entre a diminuição do tempo de entrega médio e o aumento da função custo esteja vinculada a uma diminuição na quantidade de escassez.

Figura 28 - Dispersão da F. Util. para diferentes médias e variâncias de L.T.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Compreendendo como a periodicidade de reposição pode afetar os estoques

Observar a periodicidade de verificação e sua reposição de estoques é uma suposição normalmente assumida entre os modelos de revisão de estoques. Foram observados 4 cenários no modelo apresentado, identificados no Quadro 29 que analisam a periodicidade de reposição, quantidade total de escassez, períodos em que houve escassez, além do saldo médio de estoques. Para todos os modelos o ponto de reposição (55 unidades), o estoque máximo (80 unidades), demanda média (2,2 unidades), variância da demanda (1,03 unidades quadradas), bem como todas as outras restrições do modelo foram as mesmas.

Quadro 29 - Outputs dos cenários testados

Cenário	Periodicidade	Σ	Ocorr.	Saldo Médio
1	20	84	11	37,18
2	15	20	3	42,55
3	10	16	4	47,03
4	5	0	0	65,94

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os resultados apresentam um saldo médio superior para os cenários com períodos de revisão menores. Isso ocorre devido ao ponto de reposição ser o mesmo para todos os cenários testados, logo os modelos com maior frequência de reposição chamam necessidades em períodos menores, preenchendo o saldo máximo com maior frequência. Examinou-se os dados através do teste H de Kruskal-Wallis. Os resultados apresentam média inferior para os cenários com prazos de revisões maiores (Tabela 9). Há significância estatística (Tabela 10), com uma variabilidade de 22,7% do saldo médio explicada pela frequência em que é realizada a revisão.

Tabela 9 - Kruskal-Wallis para saldo médio

Grupo de Periodicidade	N	Postos de média
1,00	2436	3411,77
2,00	2436	4276,01
3,00	2436	4766,38
4,00	2436	7035,84
Total	9744	

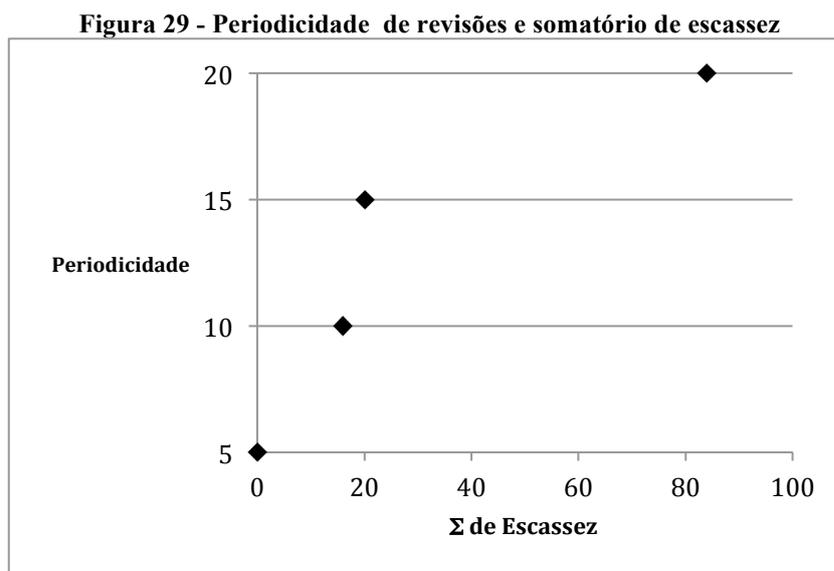
Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 10 - Qui-quadrado para Kruskal-Wallis de periodicidade de revisão

Dados de Saldo	
Qui-quadrado	2,211,276
df	3
Significância	,000

Fonte: Elaborado pelo Autor

Observa-se na Figura 29 que existe uma associação entre falta de estoques e periodicidade de verificação. Nos cenários simulados, o de maior espaçamento entre as visitas ao estoque (cenário 1) apresentou quantidade de escassez muito superiores ao apresentado pelos cenários que também apresentaram escassez (cenários 2 e 3), havendo possivelmente para este cenários um ponto de equilíbrio entre as quantidades de estoques em falta e quantidade de visitas.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Analisando-se como a periodicidade de reposição pode afetar os estoques, nota-se que quanto menor a periodicidade de reposição, maior o nível médio de estoques e menor a quantidade de escassez. Observa-se também que um mal dimensionamento de um sistema de revisão de estoques do tipo periódico poderá gerar um nível médio de estoques muito elevados, ou, em casos mais espaçados de revisão, maiores probabilidades de ocorrência de rupturas.

Compreendendo como as variáveis greve, qualidade do recebimento, *delay* no recebimento e capacidade produtiva podem afetar os estoques

Problemas gerados pelas variáveis *delay* de recebimento e capacidade produtiva podem causar aumento de escassez. A variável greve causa impossibilidade de verificação de estoques, recebimento de mercadorias e seu consumo.

A variável greve poderá acarretar em problemas de nível de atendimento (atraso aos pedidos de clientes), porém é importante observar que, é necessário informar que para esse tipo de análise seria necessário observar um número de série rastreável pelo modelo. Dado que o *input* consumo não possui tal número de série, portanto, impossibilita-se o rastreamento sobre qual consumo foi gerado uma escassez. Visto que não é possível rastrear atrasos, a

variável greve não impactará em nenhum dos três principais *outputs* (Excesso de Estoques, Escassez e Função Custo).

Para realizar alguns testes sobre quais impactos a variável *delay* no recebimento poderia gerar ao sistema criaram-se seis distintos cenários, apresentados no Quadro 30. Estes cenários testaram o *mix* entre capacidade produtiva e de mercado junto ao *delay* de recebimento.

Quadro 30 - Cenários analisados

	Consumo Médio 3 unds	Consumo Médio 4 unds
<i>Delay</i> Recebimento 2 dias	Cenário 1	Cenário 4
<i>Delay</i> Recebimento 1 dia	Cenário 2	Cenário 5
<i>Delay</i> Recebimento 0 dia	Cenário 3	Cenário 6

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os resultados dos cenários para estoque médio, quantidade de escassez e função custo são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Cenários analisados

Cenários	Estoque Médio	Qtd. Escassez	Σ Escassez	Função Custo
1	25,29	31	369	786
2	28,60	24	303	880
3	30,78	23	297	945
4	7,44	830	11249	1054
5	10,38	716	9247	995
6	14,54	550	5796	864

Fonte: Elaborado pelo Autor

Analisando-se a variável qualidade de recebimento, nota-se que, apesar de ser um valor relativamente baixo perante os recebimentos médios dos cenários testados (sua ocorrência representa 5% de um eventual recebimento médio para os cenários 1 a 3 e 7% para os cenários 4 a 6) há uma relativa importância de seu impacto perante o estoque médio. O valor absoluto representa cerca de 10% do saldo médio nos cenários 1 a 3, e sua representação perante os estoques médios é maior em cenários com um consumo de 4 unidades diárias. A Tabela 12 apresenta as informações sobre a representatividade do valor recebido absoluto perante o estoque médio. Já a Tabela 13 apresenta índices de correlações entre *delay* no recebimento entre os 6 cenários e seus estoques médios, escassez e função custo.

Tabela 12 - Representatividade do valor absoluto de problemas de recebimento e nível médio de estoques

Cenário	Erro absoluto	Nível médio de estoques	Representatividade do erro
1	3	25,29	11,86%
2	3	28,6	10,49%
3	3	30,78	9,75%
4	3	7,44	40,32%
5	3	10,38	28,90%
6	3	14,54	20,63%

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 13 - Correlações entre *delay* recebimento e estoque médio, escassez e função custo

Tau de Kendall		Estoque Médio	Quantidade Escassez	Função Custo
Delay Recebimento	Coef. Correl.	-,447	,447	,149
	Sig. (1-tailed)	,117	,117	,346
	N	6	6	6
Tau de Kendall		Estoque Médio	Quantidade Escassez	Função Custo
Delay Recebimento	Coef. Correl.	-,478	,478	,120
	Sig. (1-tailed)	,169	,169	,411
	N	6	6	6

Fonte: Elaborado pelo Autor

5.3 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MÉTODO

Nesta seção serão apresentados benefícios e dificuldades observadas na aplicação do método de identificação e análise de problemas de gerenciamento de estoques. Um dos pontos positivos apresentados está na combinação de informações de cunho qualitativo e quantitativo. Os gestores de estoques informaram que os retornos das entrevistas trouxeram informações importantes sobre a percepção de frequência de problemas de gerenciamento de estoques.

Para eles, o questionário aplicado com viés focado em PGE trouxe uma compreensão de alguns pontos que não eram percebidos antes da realização do estudo de caso. Como exemplo, a percepção de que questões vinculadas às classes de causa – informação e negociação – seriam as geradoras mais frequentes de PGE.

Foi observado pelos gestores que o processo de discussão e entendimento sobre os PGEs através de perguntas direcionadas ampliaram o conhecimento dos que o responderam, o que os auxiliou no momento da indicação sobre quais variáveis deveriam ser modeladas computacionalmente.

Quanto às análises quantitativas, a modelagem trouxe informações sobre como o produto analisado reage às iterações propostas no ambiente pesquisado. As maiores alterações nos *outputs* ocorreram quando alterou-se a média aritmética das variáveis de entrada do modelo, observando-se menores mudanças nos dados de saída quando realizado o mesmo tipo de mudança, porém nos parâmetros da variância da função de distribuição de probabilidade destes dados de entrada.

Foi possível observar também que o método possui etapas com facilitada aplicação, já que as seis etapas são simples de seguir, apresentando um questionário claro, que traz retornos objetivos sobre quais podem ser os possíveis problemas enfrentados no ambiente pesquisado, simplificando o ato de seleção das variáveis que deverão ser posteriormente modeladas. Uma vantagem apresentada está na possibilidade de realizar a simulação em softwares livres ou comercializados em larga escala, não requisitando o domínio de programação.

Todavia, algumas dificuldades também foram apresentados no estudo de caso. Entre elas, uma está ancorada no nível de conhecimento dos respondentes. Quanto maior o conhecimento do respondente quanto ao ambiente – tanto de necessidades técnicas dos processos empresariais, quanto de conceitos teóricos – melhor a qualidade das respostas apresentadas. Esta questão pode ser sanada quando no momento de escolha dos profissionais respondentes – deverão possuir um perfil de maior conhecimentos técnicos e teóricos sobre o assunto.

A subjetividade na escolha do produto e das variáveis que deverão ser analisadas também podem causar dificuldades no momento de análise do PGE. Pode-se apresentar como exemplo a variável greve. Esta variável acabou não trazendo implicações ao modelo computacional. Sua função não permitia consumos e recebimentos, acarretando em atrasos ao modelo. Porém, dado que a ferramenta é proposta para realizar a análise dos saldos de estoques, recebimentos e consumos de produtos, ela acabou não apresentando interferência sobre estas variáveis de saída.

Para que fosse possível analisar problemas provocados por esta variável seria necessário analisar quanto de consumo e recebimento estariam sendo atrasados devido a interferências desta variável. Para isso, seria necessário incluir números de série aos pedidos de recebimento e consumo, vinculando os atrasos deles nos períodos que *delays* ocorressem por greve.

Outra questão importante, que influenciou na análise, ocorreu pelo não estabelecimento de níveis de tolerâncias para variáveis excesso de estoques (α), e escassez (γ). A parametrização de tolerâncias adicionadas a estas variáveis, no momento de modelagem da equação da função custo, provavelmente traria alterações nas posições dos cenários modelados em relação à média aritmética e variância do *lead time* de entrega do fornecedor e da demanda. Como consequência, recomenda-se que a função custo proposta neste modelo seja revista para futuros trabalhos.

É extremamente importante que os bancos de dados utilizados para parametrização das variáveis e restrições escolhidas para o modelo computacional estejam disponíveis. No estudo de caso, a variável recebimento (μ_t) possuía poucos dados históricos disponíveis, dificultando a busca de aderência deste item na modelagem. Devido à pequena quantidade de dados históricos disponíveis, é possível que alguns resultados quanto aos dados de saída do sistema tenham sido alterados durante o processo de simulação.

No próximo capítulo será apresentada a conclusão desta dissertação. Nele se encontrarão as considerações sobre o método e também limitações e recomendações a para estudos futuros.

6 CONCLUSÕES

Esta pesquisa buscou compreender o que é um problema de gerenciamento de estoques, quais são suas variáveis causadoras e propor um método que pudesse identificá-los e analisá-los. Entre os achados desta pesquisa estão uma classificação dos causadoras de PGE e a proposição de um método que busca através de aplicação de uma pesquisa no ambiente analisado, identificar os problemas de gerenciamento e modelá-los.

Esta pesquisa baseou-se no *Design Science Research*, uma metodologia apropriada para os estudos de Engenharia de Produção, que propõe a criação de um artefato – que pode ser um constructo, modelo, método ou instanciação – para resolução de um problema. O constructo basilar desta dissertação é a discussão e entendimento dos problemas de gerenciamento de estoques e suas classes causadoras. A importância deste constructo está na investigação dos porquês de não haver uma compreensão comum sobre PGE, tentando buscar através de uma lógica dedutiva, ou seja, baseado em construções apresentadas por outros autores compreender o problema de gerenciamento de estoques.

O constructo gerado – conceito de PGE para esta pesquisa – possui como base o entendimento das ligações que envolvem os estoques e seus *stakeholders*, observando a relação entre suas causas e suas consequências. Nesta pesquisa delimitou-se problema de gerenciamento de estoques como qualquer desvio, evento ou restrição que impeça o gestor de estoques atingir seus objetivos relacionados a custos ou nível de serviço.

A proposição do método de identificação e análise de PGE busca entender quais são as causas percebidas pelos *stakeholders* do problema no ambiente pesquisado, através de entrevistas junto aos responsáveis pelos estoques, para posteriormente modelar tais percepções e confrontá-las com os resultados produzidos pelo modelo. A compreensão destes *gaps* está na visualização das diferenças entre a percepção sobre os causadores do PGE no ambiente e os causadores apontados através de simulação computacional. As principais análises geradas pelo processo de simulação buscam encontrar as variáveis mensuradas que geram as maiores variações aos resultados de três saídas principais: excesso de estoques, falta de estoques e uma função denominada custo (que penaliza faltas e excessos).

Um ponto positivo deste método está no processo de coleta de dados – algo que não é complexo, visto que os *inputs* principais são gerados basicamente com informações sobre consumo, recebimento e saldo de estoques do item analisado. As variáveis restritivas,

idealmente, devem ser coletadas com base em dados apresentados pelo sistema de informação do local em estudo.

Para testar a robustez deste método e apresentar os seus resultados, foi realizado um estudo de caso em uma empresa da serra gaúcha, em que as seis etapas do método foram aplicadas. Realizaram-se entrevistas junto a seis gestores de estoques desta empresa para posterior modelagem deste ambiente. A validação do modelo buscou aderência entre os resultados produzidos por ele em comparação aos dados apresentados pelo ambiente de pesquisa. Utilizaram-se técnicas estatísticas para validação de valores médios, desvios, erros e análises de homogeneidade de variâncias dos dados de entrada e os dados apresentados pela modelagem.

Os principais resultados gerados no ambiente pesquisado foram analisados através de testes estatísticos não paramétricos, devido às distribuições de frequência apresentadas pelos dados de entrada (Anexo 4). No estudo de caso, alguns resultados interessantes quebraram alguns paradigmas dos gestores de estoque. O pensamento de que pouco afetavam os problemas de recebimento, devido ao montante de produtos recebidos a mais ou a menos ser considerado pequeno, quando relativizado a média aritmética do saldo de estoques, notava-se ele representava cerca de 10% deste saldo médio.

Dentre uma das análises compartilhadas entre a empresa e pesquisador, notou-se que os problemas de gerenciamento de estoques são gerados principalmente pela falta de uma parametrização dinâmica dos pontos de ressuprimento e estoque máximo, sendo este um dos principais causadores de variação sobre a função custo do modelo.

Outro resultado que apresentou relevância na pesquisa é o melhor entendimento da variância e da média aritmética da demanda e do *lead time* de entrega do fornecedor. A modelagem no ambiente pesquisado produziu maiores variações aos três principais *outputs* mensurados (excesso de estoques, escassez e função custo) quando alterações na média aritmética dos dados de entrada eram realizadas do que quando alterações na variância destas mesmas variáveis eram realizadas.

As variáveis de entrada – *lead time* do fornecedor e demanda – foram os maiores causadores de variância na função custo, bem como da geração de escassez. É plausível comentar que estes valores são sensíveis ao modelo de revisão periódico (T,R,S), apresentando todas as análises de cenários geradas para um parâmetro único para as três variáveis – T, período de verificação; R, ponto de ressuprimento e S, estoque máximo.

Outra análise importante, também gerada pelas buscas na literatura, está na contramão da suposição de normalidade para análise dos dados (GARCIA e FERREIRA FILHO, 2009). Grande parte das orientações pesquisadas na literatura apresentam modelos de parametrização de estoques que buscam intervalos de confiança para atendimento a prazos e demandas que estão vinculados a uma distribuição normal. Posto que não necessariamente os dados seguem tal distribuição, os cálculos presumidos para esta distribuição não possuem serventia para melhorar a gestão dos estoques.

6.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Entre as limitações deste trabalho encontram-se as dificuldades de realização de testes paramétricos, devido à distribuição dos dados de entrada, restringindo o número de análises multivariadas. A aplicação do modelo a apenas um produto e em apenas a um ambiente não permite generalizações para outras classes de produtos e outros tipos de negócios.

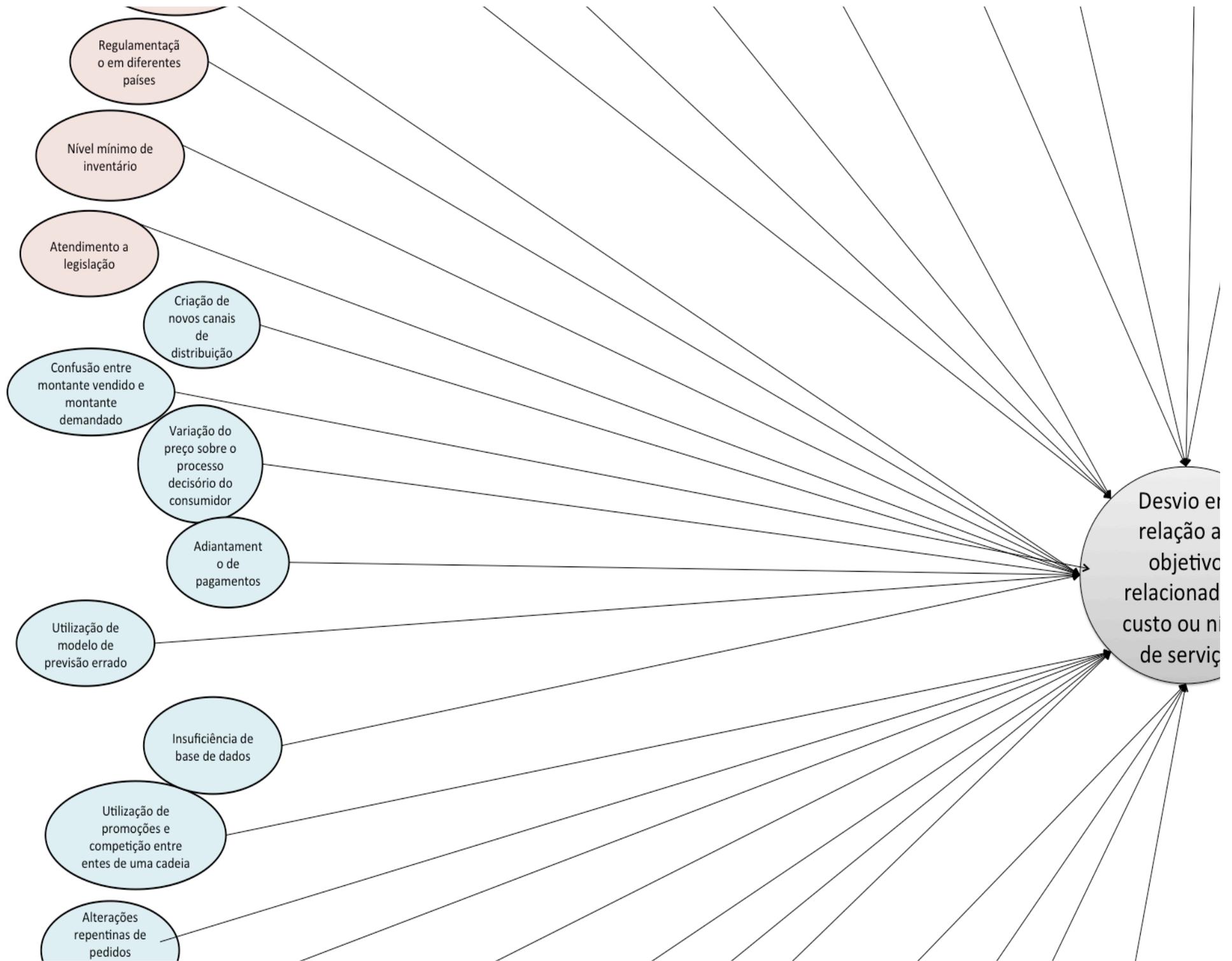
Cabe também salientar que não foi buscado o esgotamento do assunto problema de gerenciamento de estoques. As classes causadoras apresentadas nesta dissertação podem e devem ser revisadas. Sugere-se que os grupos sejam estudados através de grupos focais, de modo que classificação gerada seja revista e complementada.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Para estudos futuros, considera-se conveniente observar como outros parâmetros que não foram utilizados neste estudo de caso reagiriam junto ao mesmo ou diferentes modelos de reposição de estoques. Nota-se que, em sistemas que não possuam variáveis restritivas impactantes, como algumas apresentadas nesta pesquisa (greve, qualidade do recebimento, *delay* no recebimento e capacidade produtiva), o tempo de entrega e a demanda provavelmente serão os maiores causadores de PGE.

É interessante também utilizar uma abordagem em que a função custo é modelada de forma que efeitos de riscos (de rupturas ou de aumento custos) estejam inseridos na função, para que limites superiores e inferiores da função custo possam apresentar as direções de gestão do inventário para o item analisado.

Para uma melhor compreensão das necessidades dos estoques propõe-se observar cenários com maior número de restrições passíveis de modelagem, para que desta forma, análises multivariadas possam ser empregadas e mensurem o grau de variabilidade explicados por estas restrições. A modelagem de equações estruturais, bem como regressão logística, são indicadas para busca de resultados complementares ao desta pesquisa.



ANEXO - 2 - Questionário de percepção de problemas

Problema	Já acontece em sua empresa?		Qual a sua percepção de frequência					
	Sim	Não	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	Não Sei
Compra de produtos a mais devido ao desconhecimento ou instabilidade da demanda	()	()	()	()	()	()	()	()
Não atendimento ao cliente devido ao desconhecimento ou instabilidade da demanda	()	()	()	()	()	()	()	()

Quais dos motivos abaixo podem ter causado o problema?

- Criação de novos canais de distribuição _____ ()
- Previsão baseada no que foi vendido, não sobre o que foi pedido _____ ()
- Influência do preço do produto para sua compra _____ ()
- Influência do preço do produto para sua venda _____ ()
- Decisão baseada em períodos de exceção (baixa ou alta de um período) _____ ()
- Falta de dados ou dificuldade para realização da coleta de dados _____ ()
- Criação de novas funções para o produto _____ ()
- Promoções ou acirramento da competição com concorrentes _____ ()
- Alterações repentinas de pedidos _____ ()
- Outros: Qual? _____ ()

Problema	Já acontece em sua empresa?		Qual a sua percepção de frequência					
	Sim	Não	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	Não Sei
Falhas em entregas e recebimentos geraram falta de atendimento	()	()	()	()	()	()	()	()
Falhas em entregas e recebimentos geraram aumento de estoques	()	()	()	()	()	()	()	()

Quais dos motivos abaixo podem ter causado o problema?

- Clientes e fornecedores não confiáveis ()
- Devido a greves, catástrofes naturais ou acontecimentos do gênero ()
- Devido a janelas de tempo (períodos firmes) ()
- Devido a multimodalidade de transporte ()
- Quebras ou mal funcionamento do processo produtivo do cliente/fornecedor ()
- Outros: Qual?

Problema	Já acontece em sua empresa?		Qual a sua percepção de frequência					
	Sim	Não	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	Não Sei
Questões de negociação geraram aumento de estoques	()	()	()	()	()	()	()	()
Questões de negociação geraram rupturas no recebimento	()	()	()	()	()	()	()	()

Quais dos motivos abaixo podem ter causado o problema?

Causado por solução de barganha do fornecedor de produto/serviço/transporte _____ ()

Causado por solução de barganha do cliente _____ ()

Teto de gastos para compra de insumos _____ ()

Teto de gastos para pagamento de produtos por parte do cliente _____ ()

Flutuação de preço de insumo (dólar, volume disponível, outros) _____ ()

Flutuação de preço de produto (dólar, volume disponível, outros) _____ ()

Causado por estar apenas na mão de um único fornecedor _____ ()

Outros: Qual?

Problema	Já acontece em sua empresa?		Qual a sua percepção de frequência					
	Sim	Não	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	Não Sei
Aumento de estoques por falta de gestão colaborativa	()	()	()	()	()	()	()	()
Não atendimento a cliente por falta de gestão colaborativa	()	()	()	()	()	()	()	()

Quais dos motivos abaixo podem ter causado o problema?

Causado pela falta de confiança no/do fornecedor _____ ()

Causado pela falta de confiança no/do cliente _____ ()

Repasse errado de informação no/do cliente _____ ()

Repasse errado de informação no/do fornecedor _____ ()

Divergência de objetivos junto ao fornecedor _____ ()

Divergência de objetivos junto ao cliente _____ ()

Outros: Qual?

Problema	Já acontece em sua empresa?		Qual a sua percepção de frequência					
	Sim	Não	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	Não Sei
Aumento de estoques por problemas de processamento interno (produção e logística)	()	()	()	()	()	()	()	()
Não atendimento a cliente por problemas de processamento interno (produção e logística)	()	()	()	()	()	()	()	()

Quais dos motivos abaixo podem ter causado o problema?

Devido à problemas de qualidade do produto _____ ()

Devido à quantidade produzida ter sido maior que a necessária _____ ()

Devido à quantidade produzida ter sido menor que a necessária _____ ()

Devido à problemas de sequenciamento e priorização _____ ()

Causado por questões de manutenção de ativos _____ ()

Dificuldades em selecionar/gerir o canal de distribuição (vendedor) _____ ()

Políticas de lotes de produção ou compra _____ ()

Dificuldades de gestão de retorno de produtos, embalagens e afins _____ ()

Outros: Qual?

Problema	Já acontece em sua empresa?		Qual a sua percepção de frequência					
	Sim	Não	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	Não Sei
Aumento de estoques por problemas de gestão do inventário e armazém	()	()	()	()	()	()	()	()
Não atendimento a cliente por problemas de gestão do inventário e armazém	()	()	()	()	()	()	()	()

Quais dos motivos abaixo podem ter causado o problema?

Política de visitação para reposição (se contínuo ou periódico) ()

Política de tamanho de lote de movimentação (unitário, em lotes) ()

Política de agregação de estoques (centralização ou descentralização) ()

Política de processamento de estoques (LIFO, FIFO, FEFO, etc), múltiplos

de empacotamento ()

Outros: Qual?

Problema	Já acontece em sua empresa?		Qual a sua percepção de frequência					
	Sim	Não	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	Não Sei
Aumento de estoques por descaracterização ou perda de valor do produto	()	()	()	()	()	()	()	()
Não atendimento a cliente por descaracterização ou perda de valor do produto	()	()	()	()	()	()	()	()

Quais dos motivos abaixo podem ter causado o problema?

Problemas causados por movimentação do produto e armazenagem ()

Devido à sazonalidade ()

Por descaracterização das propriedades (produtos concorrentes mais baratos ()

ou com novas funções) ()

Perda de valor do produto para cliente (causado por alguma lei ou ()

regulação, descontinuação de uso, etc.) ()

Outros: Qual?

Problema	Já acontece em sua empresa?		Qual a sua percepção de frequência					
	Sim	Não	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	Não Sei
Aumento de estoques por problemas com a informação	()	()	()	()	()	()	()	()
Não atendimento a cliente por problemas com a informação	()	()	()	()	()	()	()	()

Quais dos motivos abaixo podem ter causado o problema?

- Transformação de dados em demandas operacionais ()
- Periodicidade de atualização do sistema ()
- Erros transacionais ()
- Falta de alinhamento entre setores sobre utilização de sistemas informacionais ()
- Falsas informações apresentadas pelo sistema ()
- Diferenças entre previsto e realizado ()
- Extravios diversos (furtos, perdas, refugos) ()
- Falta de qualquer registro ou previsibilidade futura ()
- Incompatibilidade de sistemas ()
- Outros: Qual?

Problema	Já acontece em sua empresa?		Qual a sua percepção de frequência					
	Sim	Não	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	Não Sei
Aumento de estoques por problemas diversos	()	()	()	()	()	()	()	()
Não atendimento a cliente por problemas diversos	()	()	()	()	()	()	()	()

Quais dos motivos abaixo podem ter causado o problema?

Criação de nova legislação (restrições a materiais utilizados) ()

Desastres naturais ()

Impossibilidade de previsão de algum risco ()

Propriedade intelectual (patentes, restrições) ()

Guerra ou terrorismo ()

Outros: Qual?

ANEXO - 3 - Respostas ao questionário validador

Classe: Gestão da Cadeia

Subclasse: Desconhecimento ou instabilidade da demanda

Número de respondentes: 6

Percentual de envolvidos que pensam que este é um dos problemas: 83%

Frequência Média Percebida (de 1 a 5): 2,4

Desvio Padrão: 2,08

Problemas percebidos:

- Previsão baseada no que foi vendido, não sobre o que foi pedido
- Influência do preço do produto para sua venda
- Decisão baseada em períodos de exceção (baixa ou alta de um período)
- Falta de dados ou dificuldade para realização da coleta de dados
- Promoções ou acirramento da competição com concorrentes
- Alterações repentinas de pedidos
- Falhas nas análises ao desenvolver as previsões de venda
- Divergências de estrutura, Previsão de demanda, divergência de estoques
- Não utilização de métodos com maior profundidade de entendimento da demanda e não utilização do APO.

Subclasse: Entregas e Recebimentos

Número de respondentes: 6

Percentual de envolvidos que pensam que este é um dos problemas: 100%

Frequência Média Percebida (de 1 a 5): 2,75

Desvio Padrão: 2,46

Problemas percebidos:

- Clientes e fornecedores não confiáveis
- Devido a janelas de tempo (períodos firmes)
- Devido à multimodalidade de transporte
- Quebras ou mal funcionamento do processo produtivo do cliente/fornecedor
- Erros de programação

Subclasse: Negociação

Número de respondentes: 6

Percentual de envolvidos que pensam que este é um dos problemas: 91%

Frequência Média Percebida (de 1 a 5): 2,81

Desvio Padrão: 1,80

Problemas percebidos:

- Causado por solução de barganha do fornecedor de produto/serviço/transporte
- Flutuação de preço de insumo (dólar, volume disponível, outros)
- Flutuação de preço de produto (dólar, volume disponível, outros)
- Causado por estar apenas na mão de um único fornecedor

Subclasse: Gestão colaborativa

Número de Respondentes: 6

Percentual de envolvidos que pensam que este é um dos problemas: 83%

Frequência Média Percebida (de 1 a 5): 2,5

Desvio Padrão: 0,97

Problemas Percebidos:

- Repasse errado de informação no/do fornecedor
- Divergência de objetivos junto ao fornecedor
- Baixa integração com distribuidores, reunião de *S&OP* falha

Classe: Processamento interno**Subclasse: Gestão da logística e processos produtivos**

Número de respondentes: 6

Percentual de envolvidos que pensam que este é um dos problemas: 83%

Frequência Média Percebida (de 1 a 5): 2,7

Desvio Padrão: 2,07

Problemas percebidos:

- Devido a problemas de qualidade do produto
- Devido a problemas de sequenciamento e priorização
- Políticas de lotes de produção ou compra
- Dificuldades de gestão de retorno de produtos, embalagens e afins

Subclasse: Gestão de inventário e Armazém

Número de respondentes: 6

Percentual de envolvidos que pensam que este é um dos problemas: 92%

Frequência Média Percebida (de 1 a 5): 2,2

Desvio Padrão: 3,08

Problemas percebidos:

- Política de visitação para reposição (se contínuo ou periódico)
- Política de processamento de estoques (LIFO, FIFO, FEFO, etc), múltiplos de empacotamento
- Baixa confiabilidade na análise dos resultados do inventário (ajustes indevidos)
- Falta de gestão em estoques WIP

Classe: Produto**Subclasse: Descaracterização ou Perda de Valor**

Número de respondentes: 6

Percentual de envolvidos que pensam que este é um dos problemas: 83%

Frequência Média Percebida (de 1 a 5): 2,3

Desvio Padrão: 1,28

Problemas percebidos:

- Perda de valor do produto para cliente (causado por alguma lei - Euro V)
- Alteração de produto (estrutura)
- Falta de gestão nos itens obsoletos

Classe: Informação**Subclasse: Delay e Assimetria informacional**

Número de respondentes: 6

Percentual de envolvidos que pensam que este é um dos problemas: 100%

Frequência Média Percebida (de 1 a 5): 3,0

Desvio Padrão: 1,45

Problemas percebidos: 1,45

- Periodicidade de atualização do sistema

- Erros transacionais
- Falta de alinhamento entre setores sobre utilização de sistemas informacionais
- Falsas informações apresentadas pelo sistema
- Diferenças entre previsto e realizado
- Incompatibilidade de sistemas
- Previsão de vendas falha, perda de licitação por erros de informação

Classe: Fatores Externos

Subclasse: Problemas diversos

Número de respondentes: 6

Percentual de envolvidos que pensam que este é um dos problemas: 83%

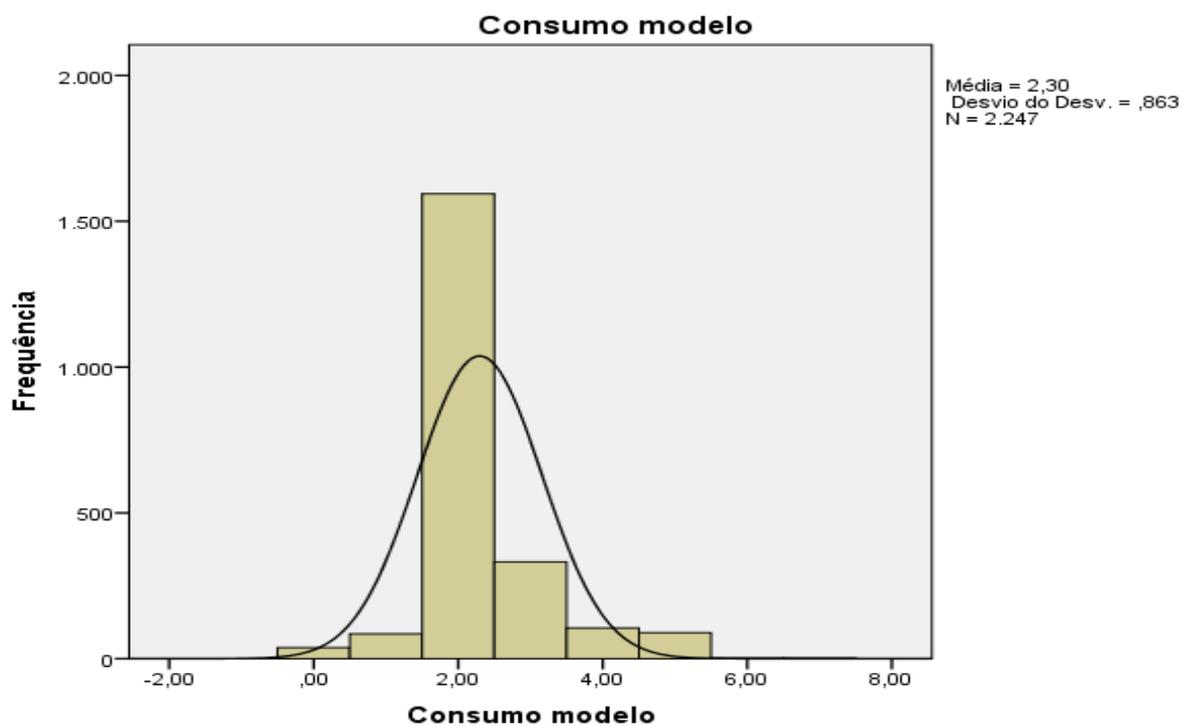
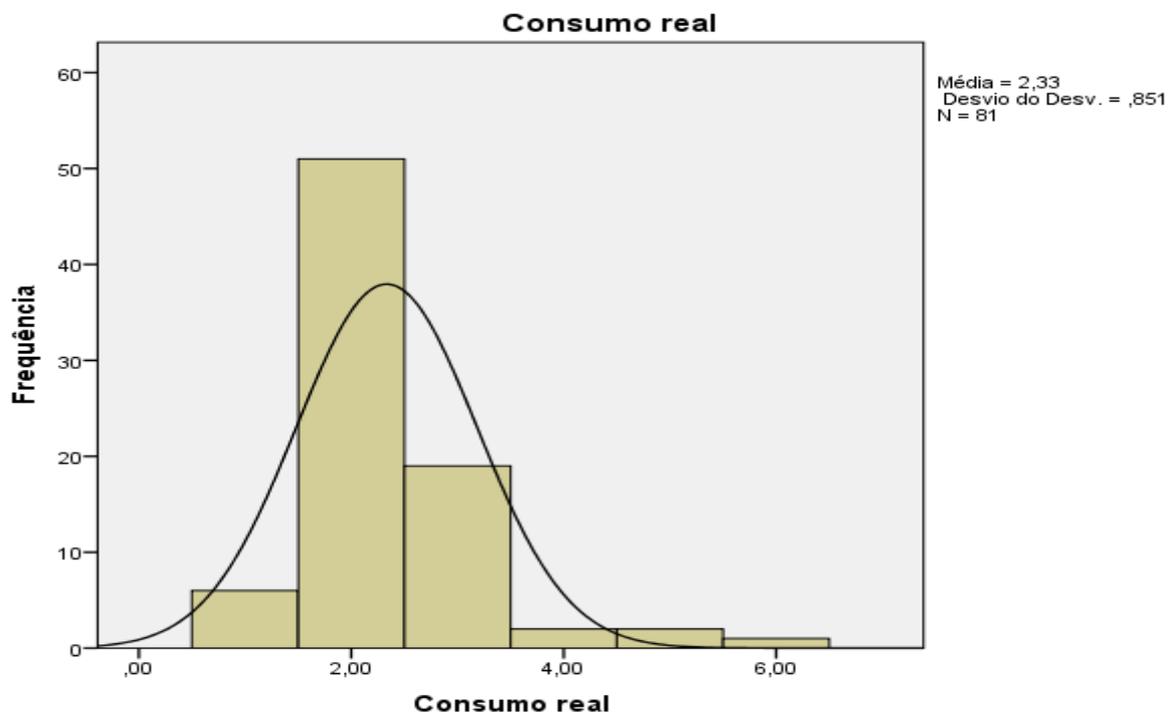
Frequência Média Percebida (de 1 a 5): 2,5

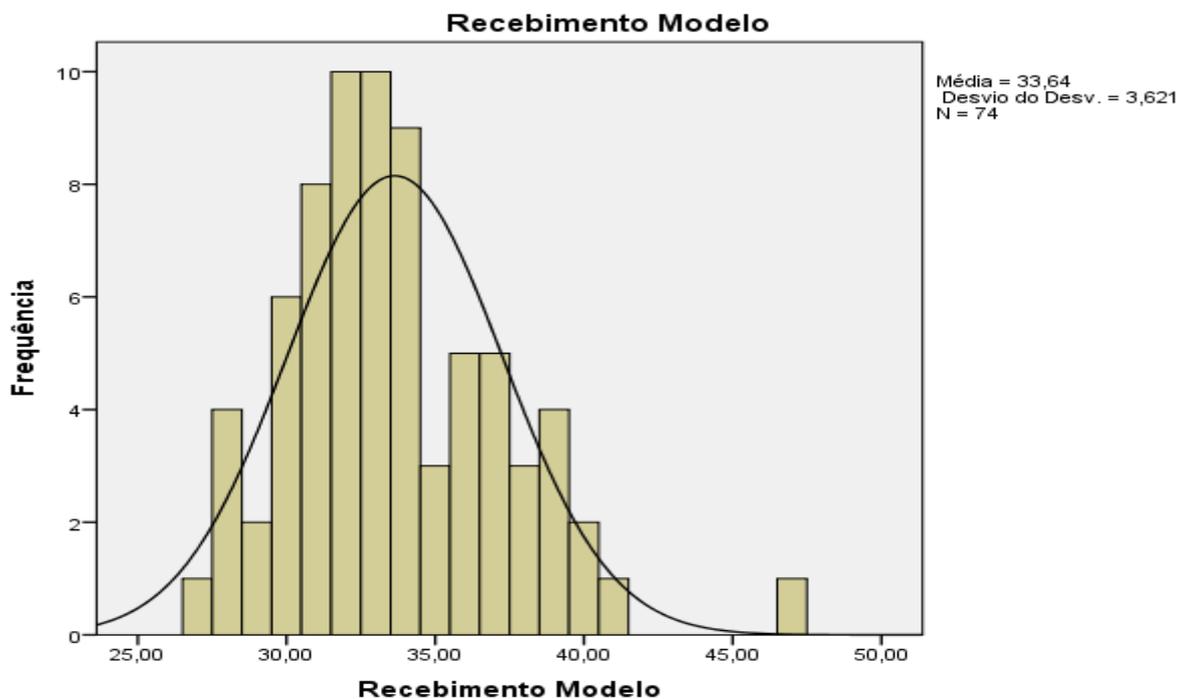
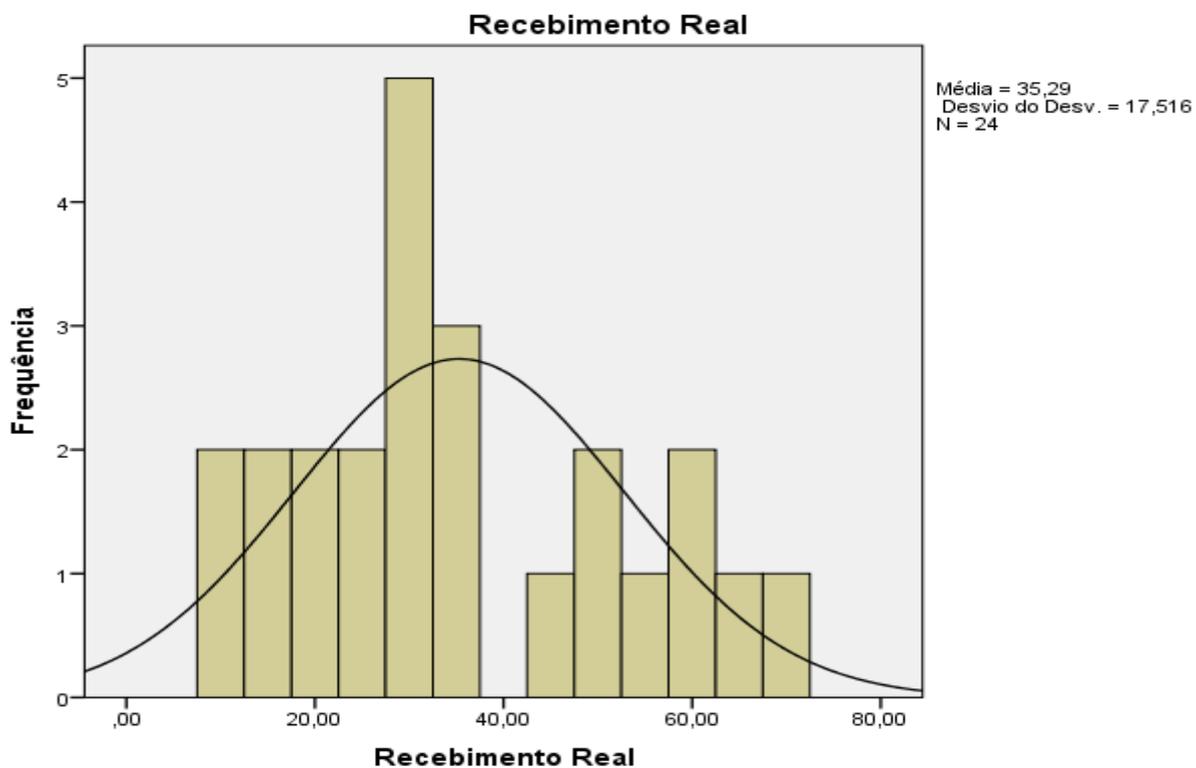
Desvio Padrão: 2,46

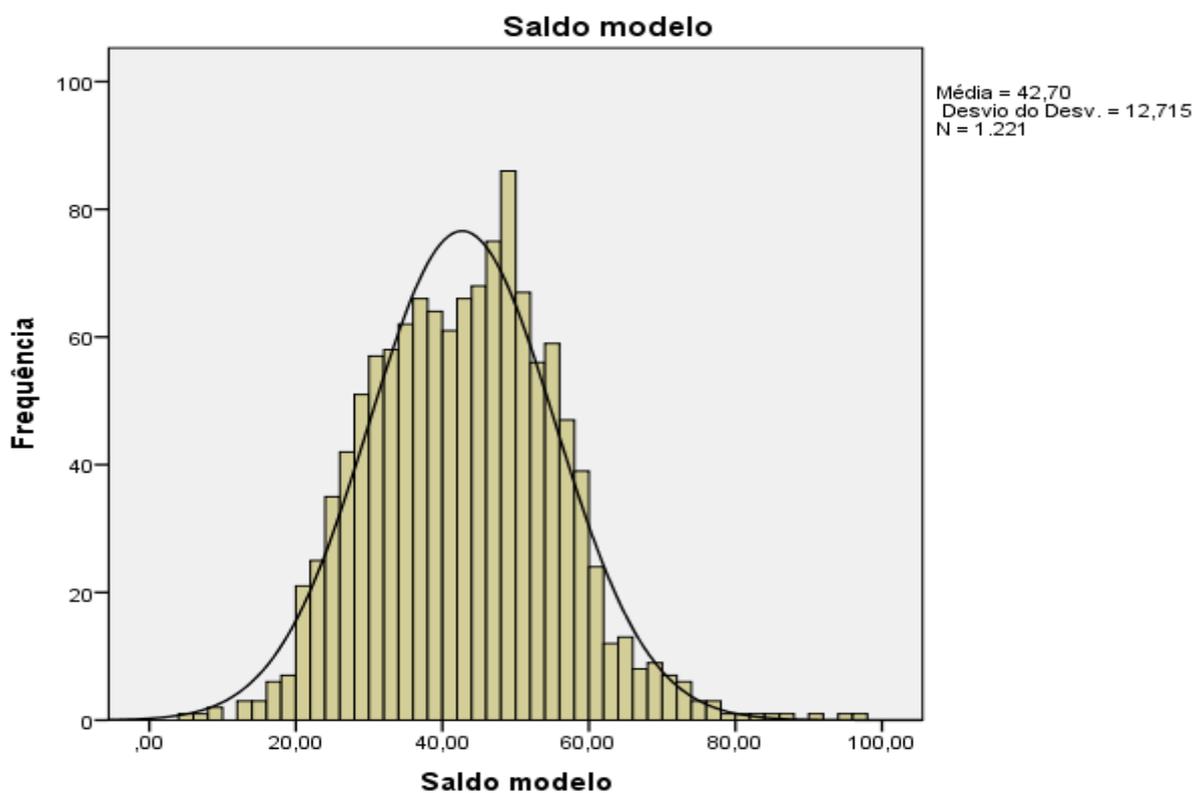
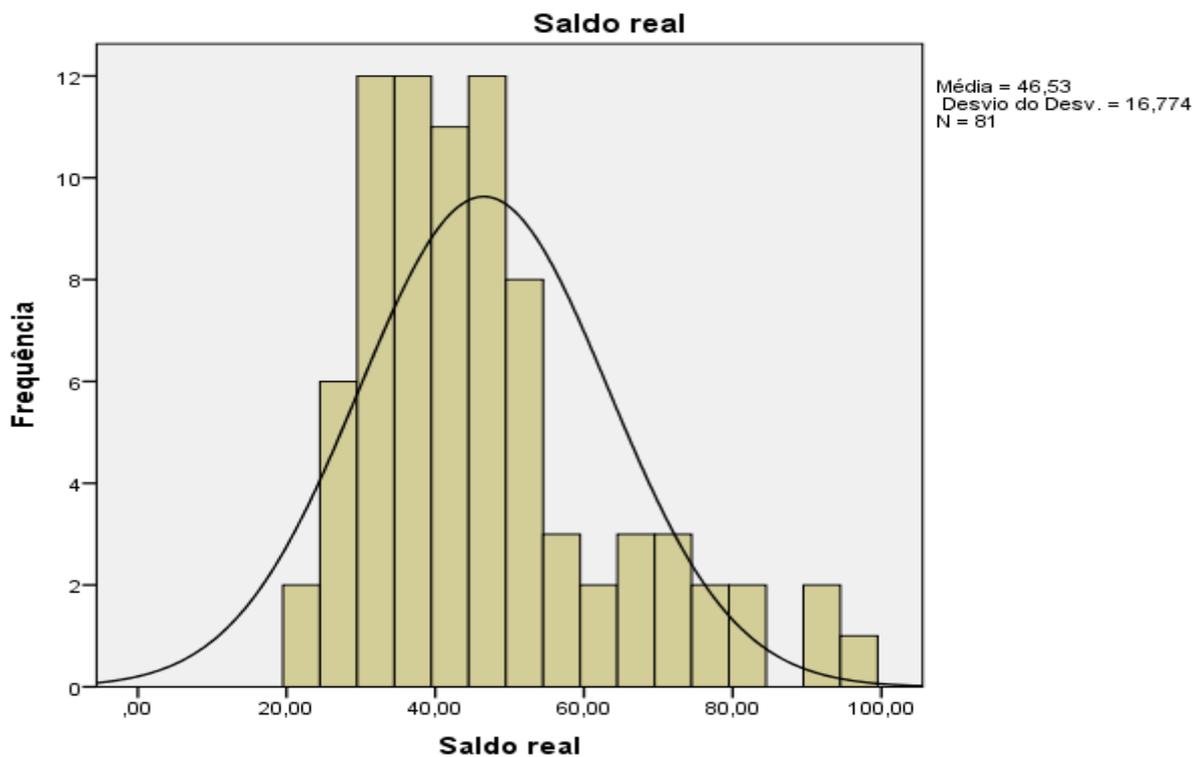
Problemas percebidos:

- Criação de nova legislação (restrições a materiais utilizados)
- Desastres naturais
- Impossibilidade de previsão de algum risco
- Propriedade intelectual (patentes, restrições)
- Infraestrutura de estradas, condições de transportadores
- Terceirização da área de compras
- Greve de caminhoneiros, Desvios de rotas (processos de importação)

ANEXO - 4 - Estatísticas Monovariadas







Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Consumo real	,356	81	,000	,729	81	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Consumo modelo	,398	2247	,000	,692	2247	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Recebimento Real	,160	24	,112	,943	24	,192

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Recebimento Modelo	,136	74	,002	,954	74	,009

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Saldo real	,134	81	,001	,905	81	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Saldo modelo	,034	1221	,002	,992	1221	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, F; EDEN, C. Strategic options development and analysis. In: Systems approaches to managing change: A practical guide. **Springer** London, 2010.

AHISKA, S. S., APPAJI., S. R., KING, R. E., WARSING JR, D. P. A Markov decision process-based policy characterization approach for a stochastic inventory control problem with unreliable sourcing. **International Journal of Production Economics**, v. 144, n. 2, p. 485–496, ago. 2013.

AIELLO, Joseph L. Rightsizing inventory. **CRC Press**, 2007.

AKKERMANS, Henk; BOGERD, Paul; VOS, Bart. Virtuous and vicious cycles on the road towards international supply chain management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 5/6, p. 565-582, 1999.

ALA-RISKU, T., COLLIN, J., HOLMSTRÖM, J., VUORINEN, J. Site inventory tracking in the project supply chain: problem description and solution proposal in a very large telecom project. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 3, p. 252–260, 2010.

AL-HARKAN, I e HARIGA, M. A simulation optimization solution to the inventory continuous review problem with lot size dependent lead time. **The Arabian Journal for Science and Engineering**. V. 32, n. 2, p. 327–338, 2007.

AMARAL, Juliana Ventura. Trade-offs de custos logísticos. 2012. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

ANDRIOLA, W, B; ANDRIOLA, C, G. Avaliação da qualidade educacional da Faculdade de Educação (FACED) da Universidade Federal do Ceará (UFC). **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 17, n. 62, p. 153-168, 2009.

APOSTOLAKIS, G. KAPLAN, S., GARRICK, R.J. e DUPHILY R.J.. Data specialization for plant specific risk studies. **Nuclear Engineering and Design**, v. 56, n. 2, p. 321-329, 1980.

ARGUETA, C., M.; CARDONA, O., C., S.; ALBÁN, H., M., G. e MORENO, J., P., M.. Análisis del tamaño de empaque en la cadena de valor para minimizar costos logísticos: un caso de estudio en Colombia. **Estudios Gerenciales**, v. 31, n. 134, p. 111-121, 2015.

AXSA, S. Scaling down multi-echelon inventory problems. **International Journal of Production Economics**, v. 71, p. 255-271, 2001.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial. **Bookman**, 2006.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENT, Stress testing at major financial institutions: survey results and practice. 2005.

BARRETT, Larry. Cisco's \$2.25 billion mea culpa. **CNET News**, 2001.

BHATÉ-FELSHEIM, A., ERICSON, R., KELTON, W., PODKOPACZ, M., WADHWANI, D. e WELTER, S.. Simulation of a probation/parole system. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 36, n. 2, p. 139-154, 2002.

BENSOUSSAN, A.; ÇAKANYILDIRIM, M.; SETHI, S. P. Optimality of Base-Stock and (s, S) Policies for Inventory Problems with Information Delays. **Journal of Optimization Theory and Applications**, v. 130, n. 2, p. 153–172, 6 dez. 2006.

BENSOUSSAN, A., ÇAKANYILDIRIM, M., MINJÁREZ-SOSA, J.A., ROYAL, A. e SETHI, S.P. Inventory Problems with Partially Observed Demands and Lost Sales. **Journal of Optimization Theory and Applications**, v. 136, n. 3, p. 321–340, 7 nov. 2007.

BENSOUSSAN, A., ÇAKANYILDIRIM, M., FENG, Q., e SETHI, S.P.. Optimal ordering policies for stochastic inventory problems with observed information delays. **Production and Operations Management**, v. 18, n. 5, p. 546-559, 2009.

BHAKOO, V.; SINGH, P.; SOHAL, A. Collaborative management of inventory in Australian hospital supply chains: practices and issues. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 17, n. 2, p. 217–230, 2012.

BLECH, Christine; FUNKE, Joachim. You cannot have your cake and eat it, too: How induced goal conflicts affect complex problem solving. **The open psychology journal**, v. 3, p. 42-53, 2010.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos. **Bookman**. 2006.

BRAMEL, J; SIMCHI-LEVI, D. The logic of logistics: theory, algorithms, and applications for logistics management. **Springer Science & Business Media**, 1997.

BULINSKAYA, E. V. Stochastic orders and inventory problems. **International Journal of Production Economics**, v. 88, n. 2, p. 125–135, mar. 2004.

CASEAU, Y; KOKENY, T. An inventory management problem. **Constraints**, v. 3, n. 4, p. 363-373, 1998.

CHENG, T. C., WAN, C.L.J. e WANG, S. **Postponement strategies in supply chain management**. New York: Springer, 2010.

CHRISTOPHER, M. **Logistics and Supply Chain Management**, Pearson, 2011.

CHOPRA, S; MEINDL, P. **Supply chain management. Strategy, planning & operation**. Gabler, 2007.

CHOPRA, S; SODHI, M., S.. **Managing Risk to Avoid Supply-Chain Breakdown**. **MIT Sloan Management Review**, 2004.

CHOPRA, S; SODHI, M., S.. **Reducing the risk of supply chain disruptions**. **MIT Sloan Management Review**, 2014.

COSTANTINO, F., GRAVIO, G., SHABAN, A., e TRONCI, M.. **Replenishment policy based on information sharing to mitigate the severity of supply chain disruption**. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 18, n. 1, p. 3-23, 2014.

Classificação Brasileira de Ocupações. **CBO**, 2015.

Council of Supply Chain Management Professionals, Disponível em: <https://cscmp.org/sites/default/files/user_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf >. Acesso em, v. 04, 2015.

Council of Supply Chain Management Professionals. **Supply chain operations reference model. SCOR**, Version 11.0, 2012.

CUI, R. ALLON, G. BASSAMBOO, A. VAN MIEGHEM, J.A.. **Information Sharing in Supply Chains: An Empirical and Theoretical Valuation**. Available at SSRN 2334352, 2013.

CUI, Y.; GU, T.; HU, W. A cutting-and-inventory control problem in the manufacturing industry of stainless steel wares. **Omega**, v. 37, n. 4, p. 864–875, ago. 2009.

DJEMAME, K., BARNITZKE, B., CORRALES, M., KIRAN, M., JIANG, M., ARMSTRONG, D., FORGÓ, N. e NWANKWO, I. Legal issues in clouds : towards a risk inventory. **Royal Society Publishing**, p. 1-17, 2013.

DOSTÁL, Jiří. Theory of Problem Solving. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 174, p. 2798-2805, 2015.

DRESCH, A. Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção. 2013. **Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas**, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.

EMMETT, Stuart. Excellence in warehouse management: how to minimize costs and maximize value. **John Wiley & Sons**, 2011.

EYNAN, A. The multi-location inventory centralization problem with first-come, first-served allocation. **European Journal of Operational Research**, v. 114, n. 1, p. 38–49, 1999.

FATRIAS, D.; SHIMIZU, Y. Multi-objective Analysis of Periodic Review Inventory Problem with Coordinated Replenishment in Two-echelon Supply Chain System through Differential Evolution. **Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing**, v. 4, n. 3, p. 637–650, 2010.

FENG, Q., SETHI, S., YAN, H. e ZHANG, H. Are Base-Stock Policies Optimal in Inventory Problems with Multiple Delivery Modes? **Operations Research**, v. 54, n. 4, p. 801–807, ago. 2006.

FIELD, Andy. Discovering statistics using SPSS. **Sage publications**, 2009.

FONTAINE, Danielle. GE Aviation Inventory Management. 2011. **Tese de Doutorado**. Worcester Polytechnic Institute.

FRANCÊS, C, R, L., OLIVEIRA, E., COSTA, J., SANTANA, R., BRUSCHI, S., VIJAYKUMAR, N. e CARVALHO, S. Performance evaluation based on system modeling using Statecharts extensions. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 13, n. 7, p. 584-618, 2005.

GALLEGO, G. .; SCHELLER-WOLF, A. . Capacitated inventory problems with fixed order costs: Some optimal policy structure. **European Journal of Operational Research**, v. 126, n. 3, p. 603–613, 2000.

- GANG, D., LI, C., YIN-ZHEN, L., JIE-YAN, S. e TANWEER, A.. Optimization on Production-Inventory Problem with Multistage and Varying Demand. **Journal of Applied Mathematics**, v. 2012, 2012.
- GARCIA, Eduardo Saggioro; FERREIRA FILHO, Virgílio José Martins. Cálculo do ponto de pedido baseado em previsões de uma política $\langle Q, r \rangle$ de gestão de estoques. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 3, p. 605-622, 2009.
- GIL, A., C.. Como elaborar um projeto de pesquisa. São Paulo. Atlas, 2002.
- GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. Record. 2004.
- GRUEN, T. W.; CORSTEN, D. S.; BHARADWAJ, S. Retail out-of-stocks: A worldwide examination of extent, causes and consumer responses. Washington. **Grocery Manufacturers of America**, 2002.
- GÜRLER, Ü.; YILMAZ, A. Inventory and coordination issues with two substitutable products. **Applied Mathematical Modelling**, v. 34, n. 3, p. 539–551, mar. 2010.
- HAJI, M.; DARABI, H. A single-period inventory model with inventory update decision: the newsboy problem extension. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 47, n. 5-8, p. 755–771, 6 ago. 2009.
- HARRINGTON, T. C.; LAMBERT, D. M.; VANCE, M. P. Implementing an effective inventory management system. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 20, n. 9, p. 17-23, 1990.
- HARRINGTON, Lisa. Untapped savings abound. *Industry Week*, v. 15, p. 53-58, 1996.
- HEYER, Rebecca. Understanding Soft Operations Research: The methods, their application and its future in the Defence setting. 2004.
- HOFER, Christian; EROGLU, Cuneyt; HOFER, Adriana Rossiter. The effect of lean production on financial performance: The mediating role of inventory leanness. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 2, p. 242-253, 2012.
- HWANG, Hark-Chin. Economic lot-sizing problem with bounded inventory and lost-sales. 2009.

IRELAND, R.D. and WEBB, J.W. A multi-theoretic perspective on trust and power in strategic supply chains. **Journal of Operations Management**, Vol. 25 No. 2, pp. 482-497. 2007.

JANSSENS, G. K.; RAMAEKERS, K. M. A linear programming formulation for an inventory management decision problem with a service constraint. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 7, p. 7929–7934, jul. 2011.

KAPLAN, R., ANDERSON, S., R.. Time-driven activity-based costing: a simpler and more powerful path to higher profits. **Harvard business press**, 2013.

KALAGNANAM, J., DAWANDE, M., TRUMBO, M., e LEE, H. Surplus inventory matching problem in the process industry. **Operations Research**, v. 48, n. 4, p. 505–516, 2000.

KEREN, B. The single-period inventory problem: Extension to random yield from the perspective of the supply chain. **Omega**, v. 37, n. 4, p. 801–810, ago. 2009.

KOUMANAKOS, D. P. The effect of inventory management on firm performance. **International journal of productivity and performance management**, v. 57, n. 5, p. 355-369, 2008.

KOVÁCS, A., EGRI, P., KIS, T, e VÁNCZA, J. Inventory control in supply chains: Alternative approaches to a two-stage lot-sizing problem. **International Journal of Production Economics**, v. 143, n. 2, p. 385–394, jun. 2013.

KRAJEWSKI, L., J.; RITZMAN, L., P.; MALHOTRA, Manoj K. Operations management: processes and value chains. **Pearson**, 2007.

KRAUSE, D.R., HANDFIELD, R.B. and TYLER, B.B. **The relationships between supplier development, commitment, social capital accumulation and performance improvement.** *Journal of Operations Management*, Vol. 25 No. 2, pp. 528-545. 2007.

KUNNUMKAL, S.; TOPALOGLU, H. Using Stochastic Approximation Methods to Compute Optimal Base-Stock Levels in Inventory Control Problems. **Operations Research**, v. 56, n. 3, p. 646–664, jun. 2008.

KWAK, C., CHOI, J., KIM, C., e KWON, I. Situation reactive approach to Vendor Managed Inventory problem. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 5, p. 9039–9045, jul. 2009.

- LACERDA, D., DRESCH, A., PROENÇA, A. e ANTUNES JUNIOR, J. *Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção*. Gestão e Produção, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.
- LAMBERT, D. M., STOCK, J.R. e ELLRAM, L., M. *Fundamentals of logistics management*. Boston: **Irwin/McGraw-Hill**, 1998.
- LAMBERT, Douglas M. *Supply chain management: processes, partnerships, performance*. **Supply Chain Management Inst**, 2014.
- LEE, Hau L.; BILLINGTON, Corey. Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities. **MIT Sloan management review**, v. 33, n. 3, p. 65, 1992.
- LINHART, J. *Cinnost a poznávání*. Praha, **Academia**, v. 576, 1976.
- MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research in Information Technology. *Decision Support Systems*, v. 15, p. 251-266, 1995.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. **Fundamentos de metodologia científica**. Atlas, 2010.
- MARTIN, B., GILLEN, D. Price Volatility in the Airline Markets: Wait or buy?. **Production and Operations Management Society**. 2009.
- MARQUES, G, M. Avaliação de Índices de Carga e de Desempenho em Ambientes Paralelos Distribuídos com Agentes Móveis. **Dissertação de Mestrado**. UNIVEM, 2008.
- MASOUD, Sherif A.; MASON, Scott J. A bi-criteria hybrid metaheuristic for analysing an integrated automotive supply chain. **Journal of the Operational Research Society**, 2015.
- MENTZER, John T.; FLINT, Daniel J. Validity in logistics research. **Journal of Business Logistics**, v. 18, n. 1, p. 199, 1997.
- MICHALSKI, G. Corporate inventory management with value maximization in view. **Zemedelska Ekonomika-Praha-**, v. 54, n. 5, p. 187, 2008.
- MICHALSKI, Grzegorz. Inventory management optimization as part of operational risk management. **Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research**, p. 213-222, 2009.
- MUCKSTADT, J. A.; SAPRA, A. Principles of inventory management: When you are down to four, order more. **Springer Science & Business Media**, 2010.

MULLER, M. Essentials of inventory management. **AMACOM Div American Mgmt Assn**, 2011.

NAIR, S. K.; ANDERSON, R. G. WORKING PAPER SERIES A Specialized Inventory Problem in Banks : Optimizing Retail Sweeps Working Paper 2005, **FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS**.

NARAYAN, P.; SUBRAMANIAN, Jaya. Inventory Management-principles and Practices. **Excel Books India**, 2009.

OUYANG, L.-Y.; WU, K.-S.; HO, C.-H. The Single-Vendor Single-Buyer Integrated Inventory Problem With Quality Improvement and Lead Time Reduction — Minimax Distribution-Free Approach. **Asia-Pacific Journal of Operational Research**, v. 23, n. 03, p. 407–424, set. 2006.

ÖZEN, U.; DOĞRU, M. K.; ARMAGAN TARIM, S. Static-dynamic uncertainty strategy for a single-item stochastic inventory control problem. **Omega**, v. 40, n. 3, p. 348–357, jun. 2012.

PARLAR, M.; PERRY, D.; STADJE, W. FIFO Versus LIFO Issuing Policies for Stochastic Perishable Inventory Systems. **Methodology and Computing in Applied Probability**, v. 13, n. 2, p. 405–417, 7 jan. 2010.

PASANDIDEH, S. H.; NIAKI, S. T. A.; RASHIDI, R. A two-echelon single-period inventory control problem under budget constraint. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 56, n. 9-12, p. 1205–1214, 11 mar. 2011.

PIDD, M. Tools for thinking. **Wiley**, 2003.

PINGULKAR, A; KHANZODE, A. Picking productivity estimation in Distribution Warehouses. **Production and Operations Management Society**, 2015.

POURAKBAR, M.; DEKKER, R. Customer differentiated end-of-life inventory problem. **European Journal of Operational Research**, v. 222, n. 1, p. 44–53, out. 2012.

RITTEL, H., WJ; WEBBER, M., M.. Dilemmas in a general theory of planning. **Policy sciences**, v. 4, n. 2, p. 155-169, 1973.

ROSA, Hobed; MAYERLE, Sergio Fernando; GONÇALVES, Mirian Buss. **Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação**. *Produção*, SC, v. 20, n. 4, p. 626-638, 2010.

ROSS, David Frederick. Introduction to supply chain management technologies. **CRC Press**, 2010.

SAMII, A.-B.; PIBERNIK, R.; YADAV, P. An inventory reservation problem with nesting and fill rate-based performance measures. **International Journal of Production Economics**, v. 133, n. 1, p. 393–402, set. 2011

Supply Chain Digital, Disponível em: <http://www.supplychaindigital.com/global_logistics/top-10-supply-chain-concerns-of-2011>. Acesso em, v. 06, 2015.

SEREL, D. A. Inventory and pricing decisions in a single-period problem involving risky supply. **International Journal of Production Economics**, v. 116, n. 1, p. 115–128, nov. 2008.

SHAH, J.; AVITTATHUR, B. The retailer multi-item inventory problem with demand cannibalization and substitution. **International Journal of Production Economics**, v. 106, n. 1, p. 104–114, mar. 2007.

SHAPIRO, J. F. Modeling the Supply Chain. **Duxbury Press**: Pacific Grove: 2001.

SHAVANDI, H.; MAHLOOJI, H.; NOSRATIAN, N. E. A constrained multi-product pricing and inventory control problem. **Applied Soft Computing**, v. 12, n. 8, p. 2454–2461, ago. 2012.

SILVER, Edward A. Inventory management: An overview, Canadian publications, practical applications and suggestions for future research. **INFOR: Information Systems and Operational Research**, v. 46, n. 1, p. 15-28, 2008.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E.. Designing and managing the supply chain : concepts, strategies, and case studies. **McGraw Hill**, 2008.

SIMCHI-LEVI, D.; WANG, H.; WEI, Y.. Increasing Supply Chain Robustness through Process Flexibility and Inventory. **Production and Operations Management Society**. 2015.

SINGHAL, Piyush; AGARWAL, Gopal; MITTAL, Murali Lal. Supply chain risk management: review, classification and future research directions. **International Journal of Business Science and Applied Management**, v. 6, n. 3, p. 15-42, 2011.

SITKIN, Sim B.; PABLO, Amy L. Reconceptualizing the determinants of risk behavior. **Academy of management review**, v. 17, n. 1, p. 9-38, 1992.

SLACK, N. Administração da produção: São Paulo, **Atlas**, 2009.

SODHI, M. S.; TANG, C. S. A Long View of Research and Practice in Operations Research and Management Science, Springer, 2010.

SOLAIMANI, S; GULYAZ, E; van der Veen, J; VENUGOPAL, V. Enablers and Inhibitors of Collaborative Supply Chains: An integrative framework. **Production and Operations Management Society**, 2015.

SONG, Y.; LAU, H. C. A periodic-review inventory model with application to the continuous-review obsolescence problem. **European Journal of Operational Research**, v. 159, n. 1, p. 110–120, nov. 2004.

SOKOLOWSKI, J. A.; BANKS, C. M. Principles of modeling and simulation: A multidisciplinary approach. **John Wiley & Sons**, 2011

SOUSA, A, L, B. Estabelecimento e priorização de fatores relevantes para a segurança de instalações do ciclo do combustível exceto o reator através da avaliação da dinâmica de arquétipos. 2012. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

STEVENSON, W. Operations management. **McGraw-Hill/Irwin**, 2007.

SUCKY, E. Inventory management in supply chains: A bargaining problem. **International Journal of Production Economics**, v. 93-94, p. 253–262, jan. 2005.

TALEIZADEH, A., NIAKI, A., SHAFII, N., MEIBODI, R. e JABBARZADEH, A. A particle swarm optimization approach for constraint joint single buyer-single vendor inventory problem with changeable lead time and (r, Q) policy in supply chain. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 51, n. 9-12, p. 1209-1223, 2010

TARIM, S. A.; KINGSMAN, B. G. The stochastic dynamic production/inventory lot-sizing problem with service-level constraints. **International Journal of Production Economics**, v. 88, n. 1, p. 105–119, mar. 2004.

The Economist , Disponível em <http://www.economist.com/news/china/21606899-export-superpower-china-suffers-surprisingly-inefficient-logistics-flow-things>>. Acesso em, v. 05, 2015.

TOWILL, Denis R.; CHRISTOPHER, Martin. Do not lean too far-evidence from the first decade. **International Journal of Agile Systems and Management**, v. 2, n. 4, p. 406-424, 2007.

Valor Econômico, Disponível em:< <http://www.valor.com.br/brasil/1003998/brasil-gasta-106-do-pib-com-logistica-mostra-estudo>>. Acesso em, v. 05, 2015.

VAN HECK, G. F. N. Inventory Management-Introducing a Framework to assess Operational Performance. 2009. **Tese de Doutorado**. TU Delft, Delft University of Technology.

VENKATRAMAN, R.; VENKATRAMAN, S. Rule-based system application for a technical problem in inventory issue. **Artificial Intelligence in Engineering**, v. 14, n. 2, p. 143–152, 2000.

VIANA, J., J.. Administração de materiais: um enfoque prático: São Paulo, **Atlas**, 2000.

WALKER, J. Decision support for the single-period inventory problem. **Industrial Management & Data Systems**. Vol. 100 Iss 2 pp. 61 – 67. 2000.

WHYBARK, D. Issues in managing disaster relief inventories. **International Journal of Production Economics**, v. 108, n. 1-2, p. 228–235, jul. 2007.

WILD, T.. Best Practice in inventory management. **John Wiley & Sons**. 1997.

WILLIAMS, Brent D.; TOKAR, Travis. A review of inventory management research in major logistics journals: Themes and future directions. **The International Journal of Logistics Management**, v. 19, n. 2, p. 212-232, 2008.

WILSON, Rosalyn. 24th annual state of logistics report. **The council of supply chain management professionals**. IL, Chicago, 2013.

YAO, Z., LIU, K., LEUNG, S., e LAI, K. Single period stochastic inventory problems with ordering or returns policies. **Computers & Industrial Engineering**, v. 61, n. 2, p. 242-253, 2011.

YAZLALI, Ö.; ERHUN, F. Dual-supply inventory problem with capacity limits on order sizes and unrestricted ordering costs. **IIE Transactions**, v. 41, n. 8, p. 716–729, 4 jun. 2009.

ZHANG, J.-L.; CHEN, J.; LEE, C.-Y. Coordinated pricing and inventory control problems with capacity constraints and fixed ordering cost. **Naval Research Logistics (NRL)**, v. 59, n. 5, p. 376–383, 9 ago. 2012.

ZHANG, M; HUO, B. The impact of dependence and trust on supply chain integration. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 43, n. 7, p. 544-563, 2013.

Zinn, Walter, John T. Mentzer and Keely L. Croxton. Customer Based Measures of Inventory Availability. **Journal of Business Logistics**, Vol. 23, Num. 2, 2002, pp. 19-44.