



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CARLOS HEITOR DE OLIVEIRA BARROS

**MODELO MULTICRITÉRIO PARA PRIORIZAÇÃO DE
AÇÕES NO GERENCIAMENTO DE RISCOS DE
INDISPONIBILIDADE DE ESTOQUES EM PRATELEIRAS
COM BASE NA FERRAMENTA BOW-TIE: estudo de caso no
setor varejista**

CARLOS HEITOR DE OLIVEIRA BARROS

**MODELO MULTICRITÉRIO PARA PRIORIZAÇÃO DE
AÇÕES NO GERENCIAMENTO DE RISCOS DE
INDISPONIBILIDADE DE ESTOQUES EM PRATELEIRAS
COM BASE NA FERRAMENTA BOW-TIE: estudo de caso no
setor varejista**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Otimização e Gestão da Produção.

Orientador: Marcelo Hazin Alencar.

Caruaru
2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

B277m Barros, Carlos Heitor de Oliveira.
Modelo multicritério para priorização de ações no gerenciamento de risco de indisponibilidade de estoque em prateleiras com base na ferramenta bow-tie: estudo de caso no setor varejista. / Carlos Heitor de Oliveira Barros. – 2019.
71 f.; il.: 30 cm.

Orientador: Marcelo Hazin Alencar.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2019.
Inclui Referências.

1. Controle de estoque. 2. Administração de risco – Caruaru (PE). 3. Processo decisório por critério múltiplo. 4. Comércio varejista – Caruaru (PE). I. Alencar, Marcelo Hazin (Orientador). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-033)

CARLOS HEITOR DE OLIVEIRA BARROS

**MODELO MULTICRITÉRIO PARA PRIORIZAÇÃO DE
AÇÕES NO GERENCIAMENTO DE RISCOS DE
INDISPONIBILIDADE DE ESTOQUES EM PRATELEIRAS
COM BASE NA FERRAMENTA BOW-TIE: estudo de caso no
setor varejista**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 06/02/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^o Dr. Marcelo Hazin Alencar (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^o Dr. Thalles Vitelli Garcez (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^o Dr. Rodrigo José Pires Ferreira (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família por todo apoio durante minha jornada acadêmica até aqui, sempre com muita paciência e compreensão para entender minha ausência em alguns momentos.

Agradeço também ao programa PPGEP/CAA e todos os professores, por todos os conhecimentos transferidos. Em especial ao professor Marcelo que sempre com muita calma e atenção me guiou neste trabalho.

Agradeço ainda aos meus colegas de turma e aos amigos que fiz durante todos esses anos na UFPE.

RESUMO

A indisponibilidade de estoque em prateleira vem sendo estudada desde os anos 60. Estudos realizados naquela década e na década atual mostram que a taxa de indisponibilidade nas lojas não tem passado por uma redução como era de se esperar, apesar do avanço tecnológico dos últimos 50 anos. Diante deste dado, fica claro a ainda atual necessidade de se desenvolver metodologias que tentem prevenir a ocorrência da indisponibilidade atualmente. Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver um plano para redução da ocorrência de indisponibilidade em uma loja localizada na cidade de Caruaru/PE. Uma metodologia estruturada foi proposta com etapas que visam prevenir a ocorrência da indisponibilidade de estoque. O diagrama Bow-Tie foi utilizado para identificação das principais causas, consequências, barreiras e identificação de alternativas para os problemas identificados. O método multicritério PROMETHEE-ROC, foi incorporado ao modelo para definição da priorização das alternativas de acordo com as preferências do decisor. Um estudo de caso foi apresentado para ilustrar a aplicabilidade da metodologia proposta, por meio de uso de uma ferramenta de gerenciamento de riscos e uma metodologia multicritério para tratamento da problemática, buscando contribuir para o processo de gerenciamento de riscos associado a indisponibilidade de estoque em prateleira.

Palavras-chave: Indisponibilidade na prateleira. Bow-tie. Gerenciamento de riscos. Decisão multicritério. Promethee-roc.

ABSTRACT

The unavailability of shelf stock has been studied since the 1960s. Studies conducted in that decade and the current decade show that the rate of unavailability in stores has not gone through a reduction as expected, despite the technological advance of the last 50 years. Given this fact, it is clear the still current need to develop methodologies that try to prevent the occurrence of unavailability at present. Thus, this work aimed to develop a plan to reduce the occurrence of unavailability in a store located in the city of Caruaru/PE. A structured methodology was proposed with steps to prevent the occurrence of inventory unavailability. The Bow-Tie diagram was used to identify the main causes, consequences, barriers and identification of alternatives to the problems identified. The PROMETHEE-ROC multicriteria method was incorporated into the model to define the prioritization of alternatives according to the preferences of the decision maker. A case study was presented to illustrate the applicability of the proposed methodology, through the use of a risk management tool and a multicriteria methodology to deal with the problem, seeking to contribute to the risk management process associated to the unavailability of inventory on the shelf.

Keywords: Out-of-stock. Bow-tie. Risk management. Multicriteria decision. Promethee-roc.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 -	Resposta do consumidor à falta do produto desejado	16
Gráfico 2 -	Comportamento com a repetição da indisponibilidade	16
Gráfico 3 -	Número de publicações de acordo com o ano	30
Figura 1 -	Componentes do bow-tie.....	20
Figura 2 -	Diagrama Bow-Tie típico	21
Figura 3 -	Diagrama Bow-Tie e seus componentes	48
Figura 4 -	Ordenação utilizando o Visual Promethee.....	56
Figura 5 -	Resultados para o cenário 1	57
Figura 6 -	Resultados para o cenário 2.....	58
Figura 7 -	Resultados para o cenário 3.....	59
Quadro 1 -	Os passos para construção do diagrama Bow-Tie	22
Quadro 2 -	Distribuição dos artigos por periódico	31
Quadro 3 -	Autores com mais publicações na pesquisa realizada	32
Quadro 4 -	Pesos ROC para n critérios	42
Quadro 5 -	Causas e suas barreiras e fatores de escalonamento	45
Quadro 6 -	Consequências geradas pela indisponibilidade	47
Quadro 7 -	Nomenclatura dos componentes no diagrama.....	47
Fluxograma 1 -	Passos da coleta.....	29
Fluxograma 2 -	Metodologia geral proposta	38
Fluxograma 3 -	Framework com os passos da metodologia.....	40
Fluxograma 4 -	Framework de construção do modelo.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios gerais para o PROMETHEE.....	26
Tabela 2 - Critérios de exclusão e inclusão.....	28
Tabela 3 - Classificação dos artigos	33
Tabela 4 - Escala Likert utilizada para o critério custo (reais)	51
Tabela 5 - Escala Likert utilizada para o critério do impacto	51
Tabela 6 - Escala Likert utilizada para o critério facilidade.....	52
Tabela 7 - Escala Likert utilizada para o critério tempo (dias)	52
Tabela 8 - Características dos critérios.....	52
Tabela 9 - Pesos dos critérios	53
Tabela 10 - Relação intracritério.....	54
Tabela 11 - Pesos para o cenário 1	57
Tabela 12 - Pesos para o cenário 2	58
Tabela 13 - Pesos para o cenário 3	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL.....	12
1.1.1	Objetivos específicos	12
1.2	JUSTIFICATIVA	12
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	13
2	BASE CONCEITUAL	14
2.1	INDISPONIBILIDADE DE ESTOQUE	14
2.1.1	Respostas dos consumidores	15
2.2.2	Causas para a indisponibilidade	16
2.2	GERENCIAMENTO DE RISCOS	17
2.3	DIAGRAMA DE BOW-TIE	19
2.3.1	Estrutura	19
2.4	DECISÃO MULTICRITÉRIO	23
2.4.1	Atores do processo decisório	24
2.4.2	Problemáticas de Referência	25
2.4.3	Método PROMETHEE	25
2.4.3.1	PROMETHEE-ROC	27
3	REVISÃO DA LITERATURA	28
3.1	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	28
3.1.1	Frequência de publicação por ano	29
3.1.2	Identificação dos principais periódicos	30
3.1.3	Frequência de publicação por autor	32
3.1.4	Frequência de publicação por país/continente	32
3.1.5	Frequência de publicação por tipo de pesquisa/ferramenta	32
3.2	TRABALHOS RECENTES	34
4	METODOLOGIA E ESTUDO DE CASO	38
4.1	METODOLOGIA.....	38
4.2	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA.....	40
4.3	ESTUDO DE CASO	42
4.4	CONSTRUÇÃO DO DIAGRAMA BOW-TIE	43
4.5	APRESENTAÇÃO DO DIAGRAMA CONSTRUÍDO.....	47
4.6	ALTERNATIVAS LEVANTADAS PARA O PROBLEMA.....	48
4.7	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE-ROC	50
4.7.1	Identificação dos Objetivos Estratégicos	51
4.7.2	Estabelecimento dos critérios	51
4.7.3	Apresentação das alternativas	53
4.7.4	Escolha do método multicritério	53
4.7.5	Escolha da ordenação	54
4.7.6	Uso do software <i>Visual Promethee</i>	55
4.8	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	57
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	60
	REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

A loja de varejo é a última etapa do gerenciamento da cadeia de suprimentos e a operação livre de erros das lojas garante que os esforços coletivos de toda a cadeia de suprimentos sejam compensados (CHUANG, 2018). A operação das lojas envolve, principalmente, a movimentação de mercadorias da retaguarda para as prateleiras, de modo que os produtos estejam disponíveis para os consumidores finais (ZONDAG; FERRIN, 2014). Entre os sintomas documentados de má operação de armazenamento, a indisponibilidade de estoque da prateleira é um grande problema e refere-se ao caso de um item está na loja, mas não está disponível para clientes (PAPAKIRIAKOPOULOS; PRAMATARI; DOUKIDIS, 2009; TON; RAMAN, 2010). O gigante varejista *Walmart* recentemente admitiu um problema de reposição e previu uma oportunidade de US\$ 3 bilhões para preencher as prateleiras vazias, causadas por operações ineficazes de auditoria e rearquivamento (DUDLEY, 2014).

Para resolver o problema de indisponibilidade de produtos na prateleira que atormenta os clientes finais, varejistas e fornecedores, segundo Chuang (2018), os gerentes de loja muitas vezes pedem aos funcionários da loja para realizar auditorias e preencher o estoque na prateleira. O tempo das auditorias de prateleira, portanto, tem influência substancial na disponibilidade do produto, na satisfação do cliente e no desempenho de vendas (AASTRUP; KOTZAB, 2010).

Os incidentes de falta de produto da prateleira, definidos por Frontoni et al. (2018) como momentos em que um produto não está disponível nas prateleiras para a compra do cliente, têm implicações potencialmente negativas para varejistas e fabricantes. Simplificando, quando os consumidores enfrentam uma situação assim, eles não podem comprar o produto e devem escolher uma ação alternativa, resultando em perda de vendas tanto para o varejista quanto para o fabricante. Os estudos do *Efficient Consumer Response* (ECR, 2003) sobre a indisponibilidade sugerem que a indústria sofre uma perda estimada de quatro bilhões de euros a cada ano devido a esse fenômeno.

Corsten e Gruen (2003) descrevem o comportamento do consumidor quando um item não está disponível na prateleira. Os consumidores respondem a indisponibilidade de três maneiras possíveis: comprando um produto diferente; deixando a loja para procurar o item em outro lugar; ou atrasando ou cancelando a compra. Enquanto os incidentes da falta representam um risco de perda de venda para os varejistas, esse risco é ainda maior para os fabricantes com a maioria dos consumidores dispostos a substituir com um produto diferente o item.

Como consequência de uma redução da indisponibilidade de estoque, há um aumento da satisfação e lealdade do consumidor, reduzindo assim a necessidade do consumidor de buscar os bens de que eles necessitam de varejistas concorrentes e, assim, potencialmente trocando sua lealdade e seu modo costumeiro de comprar (FRONTONI *et al.*, 2018). Conseqüentemente, a lealdade do consumidor a uma determinada loja é considerada mais importante do que a marca (FERNIE; GRANT, 2008).

Além das perdas em vendas, a situação de indisponibilidade de estoque também pode causar efeitos negativos indiretos (GRUEN; CORSTEN; BHARADWAJ, 2002; EHRENTHAL; GRUEN; HOFSTETTER, 2014). Os custos de inventário mais elevados, a troca de informações e o planejamento de vendas imprecisos são apenas alguns deles (GRUBOR *et al.*, 2017). Para os varejistas, entretanto, um dos maiores problemas está relacionado à diminuição da fidelização à loja e da satisfação comercial (EHRENTHAL; STOLZLE, 2013), que gera conseqüências também de longo prazo no resultado dos varejistas.

Nas condições atuais de negócios voltadas ao consumidor, a indisponibilidade de estoque representa um problema sério para todos os participantes do mercado (GRUBOR *et al.*, 2017). Além dos custos, em situações de indisponibilidade, os clientes podem ser confrontados com a perda de tempo e energia (ECR, 2003), o que é particularmente preocupante, tendo em conta que também enfatizam o tempo de lazer (WLODARCZYK, 2013). Apesar de a disponibilidade de produtos ser uma das três principais razões para escolher uma loja de varejo, em média, durante cada visita, um dos 12 produtos da lista de compras e um de 10 produtos anunciados não são encontrados disponíveis na prateleira (FMI / GMA TRADING PARTNER ALLIANCE, 2014).

O problema de indisponibilidade de estoque pode ter um impacto negativo na eficiência operacional e na eficácia dos processos de negócios em ambos os membros da cadeia de suprimentos. Enquanto no varejista isso pode levar a uma operação deficiente na loja, os fabricantes podem reduzir a eficácia dos processos de marketing e planejamento, como previsão, programação de produção, promoções e desenvolvimento de novos produtos (EHRENTHAL; GRUEN; HOFSTETTER, 2014). Além disso, não se deve negligenciar as relações interrompidas entre os atores comerciais devido à troca de informações imprecisas e / ou incorretas, ou os custos adicionais que podem ocorrer ao tomar ações corretivas (GRUBOR *et al.*, 2017).

Diante deste cenário, este trabalho visa tratar a indisponibilidade de estoque em uma filial de um grande varejista nacional, que possui unidades em todos os estados do país. As

considerações sobre as causas, consequências e alternativas serão feitas pelo decisor de acordo com sua experiência sobre o problema e vivência no dia a dia da loja.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é propor uma metodologia estruturada que auxilie na redução da ocorrência de indisponibilidade de estoque em organizações varejistas.

1.1.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar uma revisão sistemática da literatura para identificar a evolução dos trabalhos sobre indisponibilidade de estoque;
- Identificar as principais causas e consequências para a indisponibilidade de estoque;
- Propor ações para contornar e prevenir as causas para a indisponibilidade;
- Aplicar a ferramenta Bow-Tie para identificação das possíveis causas, consequências da indisponibilidade do estoque além da identificação de barreiras para preveni-la.
- Desenvolver um modelo de apoio a decisão, através da aplicação do método PROMETHEE-ROC, com o intuito de auxiliar a definição de uma priorização das ações identificadas para lidar com o problema de indisponibilidade.

1.2 JUSTIFICATIVA

As oportunidades de vendas perdidas por conta da indisponibilidade de estoque são enormes e já foram constatadas por grandes varejistas no mundo. Mesmo sendo um tema estudado desde os anos sessenta, não parece ter havido muitos avanços na taxa de indisponibilidade encontrada nas lojas de várias partes do mundo. Diminuir a indisponibilidade de estoque e consequentemente aumentar a receita pode trazer diversos benefícios para o negócio (aumento do lucro, aumento do poder de reinvestimento, maior poder de barganha com fornecedores) e também para o consumidor (encontrar o produto desejado na hora certa).

Diminuir a quantidade de vezes na qual um cliente se depara com uma indisponibilidade influencia diretamente, também, na forma como o cliente reage frente a ela. Ao vivenciá-la diversas vezes, o cliente passa a não voltar mais à loja, pois sabe que a há a chance de fazer uma “viagem perdida”. Quando a falta é pontual, o cliente entende e tende a voltar ao estabelecimento. Isso é chamado de satisfação comercial e tem influência direta da indisponibilidade (Grubor; Milicevic; Djokic, 2017). Fidelizar o cliente é um importante objetivo de quase todo negócio, logo desenvolver ações que contribuam para a fidelização do mesmo está sempre no radar das empresas.

Por esses motivos, a motivação desse trabalho reside em determinar alternativas com o intuito de prevenir a ocorrência da indisponibilidade na prateleira, melhorando o desempenho nas vendas em empresas que enfrentam esse problema em sua operação.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho está estruturado em 5 capítulos. O capítulo 1, a Introdução, apresenta a relevância, as contribuições e os objetivos do trabalho. O capítulo 2 é composto pelas definições de indisponibilidade de estoque, gerenciamento de risco, diagrama *Bow-Tie* e decisão multicritério. Já no capítulo 3 é apresentada a revisão sistemática da literatura com as características dos trabalhos já publicados sobre o tema e os trabalhos recentes. No capítulo 4 é apresentado os passos do trabalho para alcançar os objetivos, a apresentação da empresa, do problema e do decisor, o diagrama *Bow-Tie* construído com base na análise das causas e consequências para a indisponibilidade e a aplicação do método PROMETHEE-ROC. No capítulo 5 é apresentado o encerramento do trabalho e seus possíveis desdobramentos.

2 BASE CONCEITUAL

A base conceitual utilizada para este trabalho é apresentada a seguir e consiste em avaliar os seguintes tópicos: indisponibilidade na prateleira, gerenciamento de risco, diagrama *Bow-Tie* e decisão multicritério.

2.1 INDISPONIBILIDADE NA PRATELEIRA

O setor varejista brasileiro tem passado por um cenário de grandes mudanças nos últimos anos devido à globalização, gerando um elevado nível de competição. Criação de marca própria é uma das diversas estratégias adotadas pelas empresas para aumentar sua competitividade (Araújo; Martins, 2010).

Adicionalmente, um grande problema enfrentado pelos varejistas é a indisponibilidade de estoque, ou seja, o desabastecimento das prateleiras. Duas pesquisas comprovam que esse problema é antigo e não parece haver avanços na sua prevenção: o estudo de Peckham (1963) relatou taxas de indisponibilidade de 8,5%; 40 anos depois Corsten e Gruen (2003) relataram uma taxa mundial média de 8,3%. A indisponibilidade gera prejuízo a todos: lojistas, fornecedores e clientes (ZIN; LIU, 2001). A indisponibilidade não ocorre somente quando o produto não está na loja, mas também por estar apenas no estoque ou em uma prateleira diferente (*ECR Europe*, 2003).

Indisponibilidade em prateleiras é especialmente frustrante para os clientes. Duas pesquisas em lojas de um grande varejista norte-americano mostraram que um em cada seis clientes que pediram ajuda a um vendedor para encontrar algo havia passado por esse tipo de esgotamento (TON, 2012). Para os varejistas, além das perdas de vendas (TON; RAMAN, 2010), esse problema pode causar a distorção dos dados de ponto de venda (TON, 2012). Grubor, Milicevic e Djokic (2017) completam dizendo que como os produtos, nessas situações, já estão presentes em algum lugar da loja, ou seja, seus registros de estoque são positivos, os varejistas podem erroneamente perceber que sua demanda foi reduzida ou não existe. Consequentemente, reflete ainda sobre os processos de previsão e pedidos do varejista.

Papakiriakopoulos, Pramataris e Doukidis (2009) afirmam que o termo indisponibilidade cobre os casos em que o produto está na loja (então não é uma falta de estoque), mas não está localizado no lugar correto da prateleira onde o consumidor pode encontrá-lo. Este termo significa bem mais do que uma falta de estoque, que é mais comumente encontrado na literatura, ou seja, uma falta de estoque implica em uma situação de OSS, mas o contrário não é verdade.

Pesquisas anteriores nesta área têm definido disponibilidade na prateleira como a porcentagem de itens (tipicamente SKUs) que estão disponíveis nas prateleiras em determinado momento divididos pelo número total de itens que deveriam estar nas prateleiras identificadas por mecanismos de planilhas ou similares (GRUEN; CORSTEN, 2008). Seguindo essa abordagem, as indisponibilidades de estoque são mais comumente definidas como o complementar da disponibilidade em prateleira (AASTRUP; KOTZAB, 2010) e expressas monetariamente em vendas perdidas. Uma venda perdida ocorre toda vez que um comprador encontra um esgotamento de estoque que é um comprador que quer comprar um item listado para venda na loja de varejo, não pode encontrar o item em seu local esperado ou condição desejada e, portanto, não pode comprar o item.

As principais áreas de causa raiz para a indisponibilidade em prateleira referem-se a operações de reabastecimento de prateleira e conformidade com o padrão de exposição (GRUEN; CORSTEN, 2008). Salas congestionadas, funcionários de lojas insuficientes ou ocupados, encolhimento, colocação não conforme com o planograma, colocação secundária, espaço de prateleira insuficiente, atraso frequente ou nenhum preenchimento de prateleira são apenas alguns dos problemas que causam essas faltas (GRUEN, CORSTEN E BHARADWAJ, 2002; EHRENTHAL; STOLZLE, 2013).

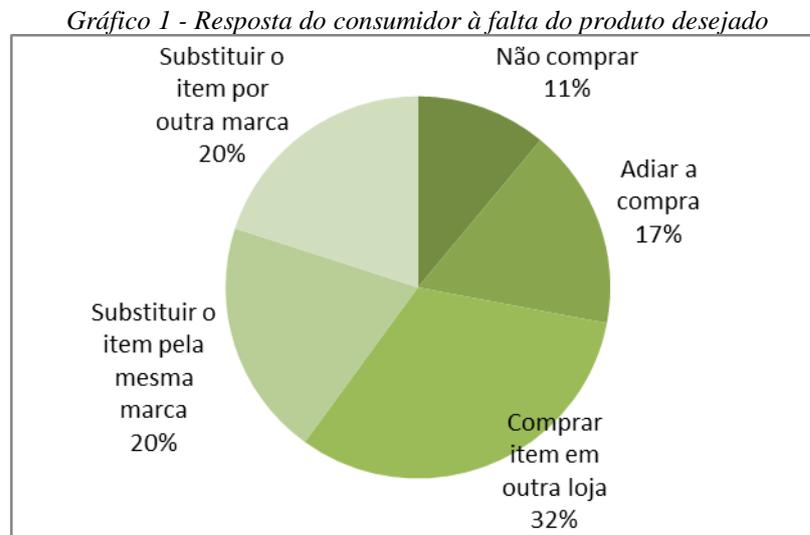
Há dois tipos de estudos mais frequentes sobre a indisponibilidade: a primeira perspectiva trata sobre as reações dos consumidores ao se deparar com uma situação de indisponibilidade; a segunda trata sobre as causas que levam a tal indisponibilidade (AASTRUP; KOTZAB, 2009). Segundo Aguiar e Sampaio (2014), a maioria dessas publicações foca na primeira perspectiva.

2.1.1 Respostas dos consumidores

Usando levantamentos de indisponibilidade e experimentos de campo com indisponibilidades reais e hipotéticas, Walter e Grabner (1975), Schary e Christopher (1979) e Emmelhainz, Emmelhainz e Stock (1991) identificam alguns padrões de resposta de compradores a ruptura, que são: os compradores podem trocar de loja, comprar itens substitutos (troca de marca, troca de tamanho, troca de categoria), adiar sua compra ou decidir não comprar um item. Todas as outras respostas à indisponibilidade insatisfazem os compradores e diminuem a probabilidade de compras repetidas na mesma loja.

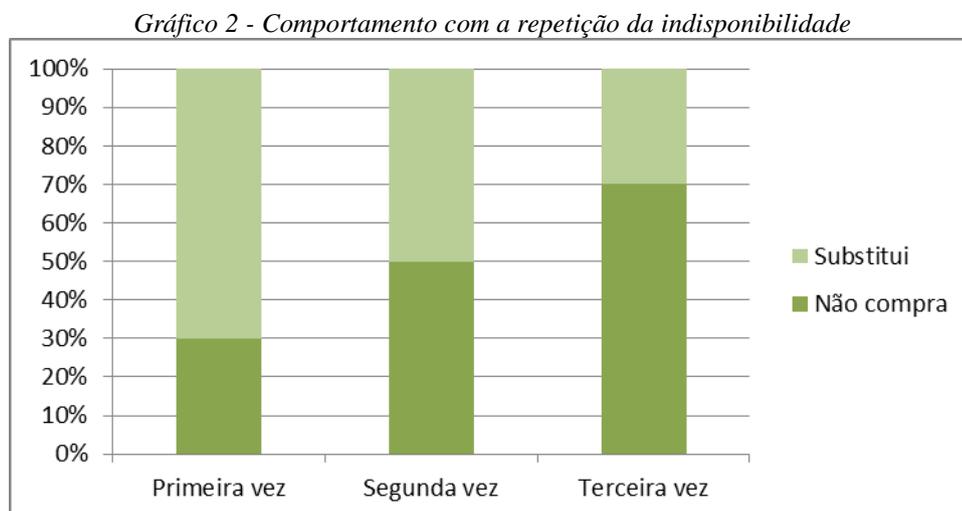
A indisponibilidade provoca uma resposta dos consumidores, que pode resultar em perda de venda para um fabricante ou para um varejista, ou ambos. Estudos sobre a resposta do consumidor frente à indisponibilidade revelam um desejo crescente dos consumidores em

procurar o item faltante em um varejista alternativo, conforme mostrado na Gráfico 1 abaixo (GRUEN, CORSTEN E BHARADWAJ, 2002).



Fonte: Gruen, Corsten e Bharadwaj (2002)

Conforme a Gráfico 2, quando a indisponibilidade se repete, o consumidor tende mais a não comprar nada na loja, o que se caracteriza como o pior cenário para o varejista.



Fonte: Gruen, Corsten e Bharadwaj (2002)

2.1.2 Causas para a indisponibilidade

Diversos pesquisadores tentaram descobrir as causas das faltas de estoque no varejo e os fatores que podem contribuir para o aumento das taxas de falta de estoque (BERGER, 2002; CORSTEN; GRUEN, 2003; ANGERER, 2005; USMAN, 2008; EHRENTHAL; STÖLZLE, 2013). Avlijas et al. (2015) afirmam que a maioria dos estudos sobre as causas das faltas de estoque atribuíram essa questão em grande parte à prática de ordenação e previsão no

nível da loja. Os gerentes de lojas de varejo devem gerenciar simultaneamente milhares de SKUs, das quais centenas (muitas vezes milhares) podem estar em promoção e podem experimentar uma demanda flutuante.

Corsten e Gruen (2003) concluíram que cerca de três quartos das causas de faltas de estoque no nível global se originam de práticas no nível de varejo, enquanto de um quarto a um terço são originadas no centro de distribuição (CD) ou no nível da matriz. . Do ponto de vista dos processos de varejo, quase metade das causas de falta de estoque pode estar associada a problemas de pedidos (ou seja, pedidos de varejo atrasados ou quantidade insuficiente solicitada), muitas vezes devido a previsões imprecisas e não confiáveis.

Ehrenthal e Stölzle (2013) realizaram pesquisas com o objetivo de aumentar a compreensão das causas de indisponibilidade no varejo. Os atributos geralmente examinados são atividades de promoção (ETTOUZANI; YATES; MENA, 2012), disponibilidade na CD (USMAN, 2008), velocidade de vendas (GRUEN, CORSTEN E BHARADWAJ, 2002; ANGERER, 2005), variação na demanda (MATTSSON, 2010), tamanho da embalagem e prazo de validade (ANGERER, 2005).

Grubor et al. (2017) identificam o pobre processo de reabastecimento da prateleira como uma das razões mais comuns para o impacto negativo dos níveis de estoque na disponibilidade do produto, e assim da venda. Além disso, os resultados de vários outros estudos mostraram que a maioria das faltas de estoque foram causadas na loja (GRUEN, CORSTEN E BHARADWAJ, 2002; EHRENTHAL; STOLZLE, 2013), em que a reposição de prateleira variou entre as três principais causas raiz (ECR, 2003).

Ao contrário das lojas sem estoque, onde o reabastecimento da prateleira é uma única operação (com produtos colocados nas prateleiras diretamente do veículo transportador), em lojas com espaço de armazenamento de apoio (lojas tipicamente maiores), o reabastecimento da loja é separado do reabastecimento da prateleira (GRUEN; CORSTEN, 2008). Segundo Waller et al. (2010) reabastecer as prateleiras a partir do estoque tende a ser menos confiável do que o processo de reposição direta de prateleiras. A principal razão para isso ocorre quando os produtos são perdidos no estoque. Outras razões são a: não há verificação de indisponibilidade de estoque; a falta de rótulo de prateleira (ECR, 2003), os empregados de loja ocupados ou insuficientes (WALLER *et al.*, 2010).

2.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS

Aven (2010) afirma que o risco é definido de diversas formas na literatura, mas que essas definições têm em comum que o conceito de risco envolve eventos, consequências e

probabilidades. Por exemplo, Lowrance (1976) define risco como uma medida de probabilidade e severidade de efeitos adversos; já ISO (2002) como a combinação da probabilidade de um evento e suas consequências. Portanto, o risco é representado em função de três variáveis: $R = (E,C,P)$, onde E representam os eventos, C as consequências de E, e P as probabilidades associadas (AVEN, 2010).

De acordo com de Almeida et al. (2017), o termo risco tem sido usado na literatura em diferentes contextos: público, ambiental, financeiro, saúde ocupacional, perigos naturais, terrorismo, cadeia de suprimentos, medicina e plantas industriais. Com isso, diferentes abordagens vêm surgindo, também nas organizações, com o objetivo de identificar, eliminar ou prevenir o risco de algum evento com consequência indesejável.

De Almeida et al. (2015) expõem que as organizações e os países deveriam considerar a busca por gerenciamentos do risco mais efetivos como um objetivo fundamental.

Rebelo e Silva (2016) afirmam que tanto os ambientes de negócios internos quanto externos estimulam o risco, e as atividades de toda a organização estão relacionadas ao risco e sua manifestação. A má gestão do risco tem o maior impacto no negócio, o que leva a uma perda de competitividade no mercado e, portanto, a um enfraquecimento dos negócios. Morkunas, Rudiene e Nalivaikaite (2018) completam que o gerenciamento de riscos fortalece a confiança dentro do pessoal da empresa, parceiros de negócios, bem como outras partes interessadas ou terceiros. Portanto, a fim de permanecer no mercado e ser competitiva, as empresas devem reduzir seu risco a um nível que garanta tal posição.

O gerenciamento de riscos é um processo sistemático usado para identificar, analisar e responder aos riscos do projeto cujo objetivo é maximizar a probabilidade dos eventos positivos e, se possível, neutralizar os eventos negativos ou minimizar suas consequências para o objetivo do processo em ação (GÓMEZ, 2010).

De acordo com Sieber e Tolich (2012), para evitar ou minimizar o risco, primeiro é necessário analisar e identificar os fatores de risco. Ao fazer isso, podemos começar a análise e avaliação dos fatores de risco de uma empresa, que é descobrir as possíveis consequências de cada risco e seu impacto nas atividades gerais de negócios.

Stulec (2017) afirma que o objetivo das atividades de gerenciamento de risco é garantir a melhor combinação possível de retorno e certeza de alcançar esse retorno com relação aos recursos e preferências de risco da empresa.

O processo de gerenciamento de risco garante que o risco seja melhor controlado por meio da implementação e uso de procedimentos estruturados, ferramentas e/ou abordagens e desenvolvimento de modelos matemáticos (de ALMEIDA *et al.*, 2015).

Segundo de Almeida et al. (2017), o gerenciamento dos riscos inclui os processos de identificação, avaliação, tratamento, comunicação, monitoramento e controle de riscos. Okabe e Ohtani (2009) também dizem que o estabelecimento de planos em relação ao gerenciamento do risco envolve as etapas de: análise, tratamento, aceitação e comunicação do risco.

2.3 DIAGRAMA *BOW-TIE*

Segundo Aqlan e Ali (2014), muitos métodos de avaliação de risco foram projetados para o risco em indústrias de manufatura e serviços. Alguns desses métodos provaram ser úteis para avaliar todos os tipos de riscos. Um exemplo de método que pode ser usado para avaliar todos os tipos de riscos é a análise *Bow-Tie* (JACINTO; SILVA, 2010). A análise *Bow-Tie*, que é uma combinação de análise de árvore de falhas e análise de árvore de eventos, é muito popular porque incorpora as causas e consequências do cenário do acidente.

Segundo Afefy (2015), o diagrama *Bow-Tie* é usado para avaliação de risco, gerenciamento de risco e comunicação de risco. Esta metodologia é projetada para fornecer uma visão geral melhor da situação de certos riscos. Além disso, a metodologia de *Bow-Tie* ajuda as pessoas a entender a relação entre os riscos e os eventos organizacionais. É uma ferramenta gráfica para ilustrar um cenário de acidente, começando pelas causas dos acidentes e terminando com as suas consequências.

2.3.1 Estrutura

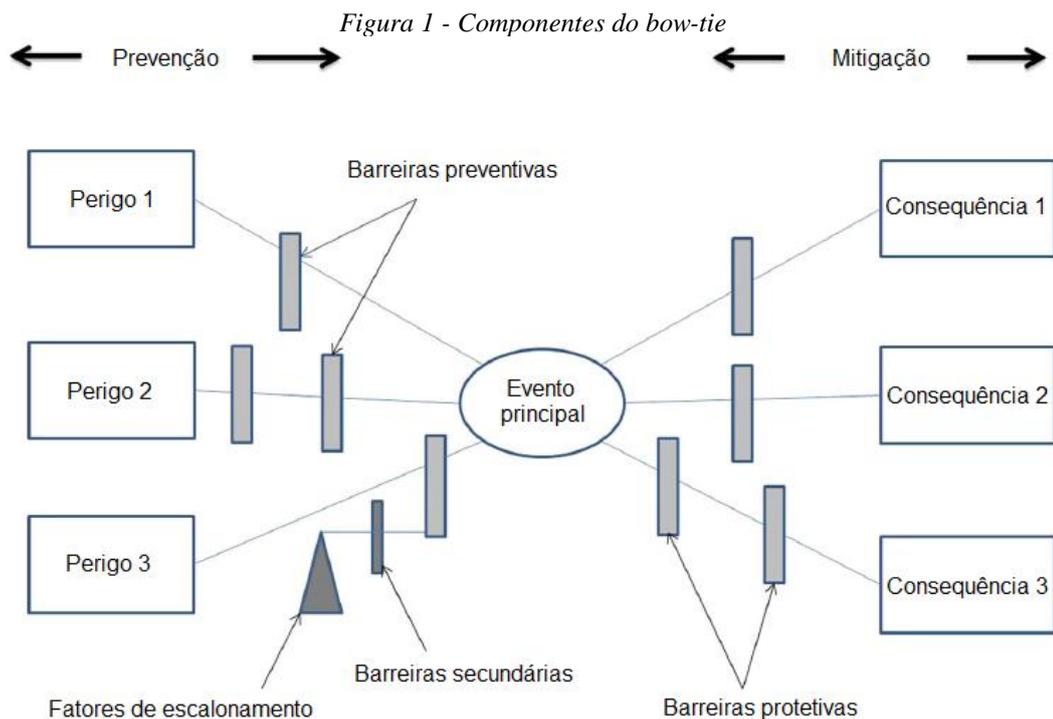
Embora centralizado em um evento crítico, o diagrama é composto de uma árvore de falhas no lado esquerdo identificando os possíveis eventos que causam o evento crítico (ou evento de topo), e a árvore de eventos no lado direito mostrando as possíveis consequências do evento crítico com base na falha ou sucesso das barreiras de segurança (ZUIJDERDUIJN, 2000; NICOLA *et al.*, 2013).

O diagrama *Bow-Tie* combina as análises da árvore de falhas (AF) e da árvore de eventos (AE) para explorar as principais causas e consequências de um evento crítico (KAHN *et al.*, 2014). O diagrama de *Bow-Tie* tem sido amplamente utilizado na análise de risco, engenharia de confiabilidade e avaliação de segurança apresentada por Aneziris et al. (2008). Segundo Afefy (2015), uma característica importante e útil é que esta análise de barreiras ajuda a identificar barreiras perdidas ou mal projetadas que é uma questão-chave na avaliação de risco.

Basicamente, segundo Jacinto e Silva (2010), a *Bow-Tie* pode ser considerada como uma abordagem que possui elementos proativos e reativos e que sistematicamente trabalha com o perigo e seu gerenciamento.

Na sua representação tradicional, segundo Jacinto e Silva (2010), o lado esquerdo inclui uma lista de perigos potenciais que conduzem, através de diferentes caminhos, a um "evento crítico de topo" específico ou tipo de acidente, enquanto o lado direito inclui as diferentes consequências de tal evento.

O lado direito do diagrama, por outro lado, usa a filosofia da árvore de eventos para identificar as possíveis consequências. Entre os perigos e o evento de topo, e entre este último e as consequências finais, as barreiras de segurança em vigor também são levadas em consideração. Uma característica importante e útil é que esta análise de barreiras ajuda a identificar barreiras perdidas ou mal projetadas, o que é uma questão-chave no gerenciamento de riscos (JACINTO; SILVA, 2010). Um exemplo é mostrado na Figura 1.



Assim, o *Bow-Tie* é composto dos seguintes componentes (PITBLADO *et al.*, 2014):

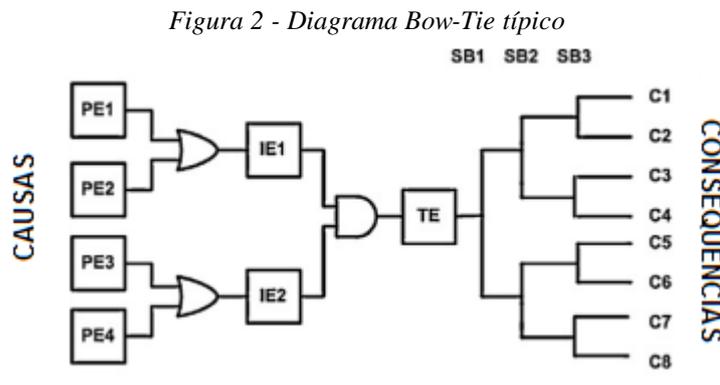
- O Perigo - este é o potencial (material ou atividade) para levar a um evento principal;
- Evento principal - este é o evento que pode levar a resultados indesejados (geralmente perda de controle ou perda de contenção);

- Causas - estas são as categorias de desafios para os sistemas de segurança que, se não combatidas, levarão ao evento principal;
- Consequências - estas são as categorias de resultados indesejados que podem ocorrer se o evento a partir do evento principal não for combatido;
- Barreiras de prevenção - estas são as barreiras/controles que podem barrar (ou reduzir a probabilidade) a causa antes que ela atinja o evento principal;
- Barreiras de mitigação - estas são as barreiras/controles que podem prevenir uma sequência de eventos antes que ela atinja a consequência indesejada;
- Fator de Escalonamento - razões que podem degradar a barreira do caminho principal e as barreiras utilizadas para evitar isso.

O processo envolve a identificação sistemática de perigos e efeitos, a avaliação dos riscos associados e a especificação das medidas de controle e recuperação que devem estar em vigor e mantidas no local.

A quantificação do diagrama de *Bow-Tie* é uma tarefa complexa: ele não requer apenas dados confiáveis sobre a frequência de todos os eventos, mas as probabilidades de falha das barreiras também precisam ser conhecidas. Esse tipo de avaliação também exige o envolvimento de pessoas altamente especializadas de diferentes áreas de especialização (JACINTO; SILVA, 2010).

A Figura 2 mostra um *Bow-Tie* típico, composto por diferentes componentes, como eventos primários (PE_i), eventos intermediários (IE_i), evento de topo (TE), barreiras de segurança (SB_i) e consequências de acidentes (C_i).



Fonte: O autor (2019)

Adaptado de Khakzad, Khan e Amyotte (2013)

Ele ajuda a entender qual combinação possível de eventos primários levará ao evento principal na árvore de falhas e quais falhas de função de segurança escalarão o evento principal para uma consequência específica na árvore de eventos. Por exemplo, a probabilidade de ocorrência da consequência C4 na Figura 5 pode ser avaliada como:

$$P(C4) = P(TE) * P(SB1) * P(\overline{SB2}) * P(\overline{SB3}) \tag{1}$$

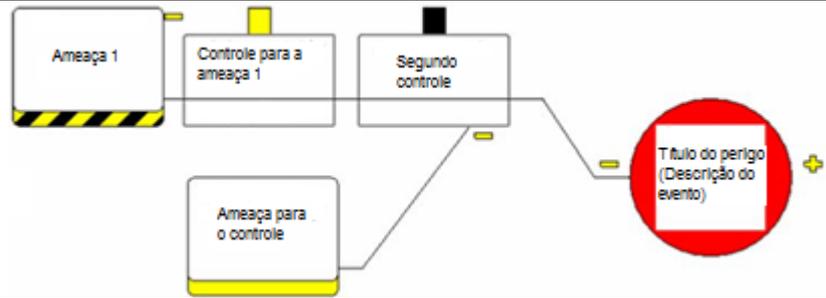
onde P(TE) é a probabilidade máxima de evento, e P(SB1), P($\overline{SB2}$) e P($\overline{SB3}$) referem-se à probabilidade de não falha de SB1 e à probabilidade de falha de SB2 e SB3, respectivamente (KHAKZAD; KHAN; AMYOTTE, 2013).

Os passos para construção do digrama *Bow-Tie* estão listados no Quadro 1.

Quadro 1 - Os passos para construção do diagrama *Bow-Tie*

PASSOS	ILUSTRAÇÃO
Passo 1. Identificar o evento topo	
Passo 2. Elencar as ameaças	
Passo 3. Elencar as consequências	
Passo 4. Controle	
Passo 5. Recuperação	

Passo 6. Identificar as ameaças para o controle



Passo 7. Identificar os controles para as ameaças aos controles



Fonte: O autor (2019)

Nota: Adaptado de Afefy (2015)

2.4 DECISÃO MULTICRITÉRIO

Os problemas de decisões fazem parte da vida das pessoas e das organizações. Segundo Roy (1996), decisões são tomadas quando alguém escolhe fazer ou não fazer algo, ou fazê-lo de certa maneira. Essas decisões podem relacionar-se aos objetivos da organização, tais como políticas de crescimento, implementação de estratégias, desenvolvimento político, dentre outros fatores que podem ser considerados (SZAJUBOK; de ALMEIDA, 2004).

Segundo Campello de Souza (2002), uma boa decisão deve juntar o que se quer, com o que se sabe e o que se pode fazer, a fim de formar uma consequência lógica e decidir pela consequência mais favorável possível para o decisor. Então, pode-se dizer que um problema de decisão multicritério consiste numa situação, em que há pelo menos duas alternativas pra se escolher, e essa escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos objetivos, muitas vezes conflitantes entre si (de ALMEIDA, 2013).

No problema de decisão multicritério não existe, normalmente, uma solução que seja a melhor para todos os critérios. Assim, a tomada de decisão é o esforço para resolver o dilema de critérios conflituosos, cuja presença impede uma solução ótima e conduz à procura da melhor solução de melhor compromisso (ZELENY, 1982).

A metodologia multicritério de apoio à decisão objetiva dar, para a tomada de decisão, ferramentas suficientes para habilitá-lo a avançar na solução de problemas em que vários pontos de vista, algumas vezes contraditórios, devem ser levados em consideração (VINCKE, 1992).

Nesse contexto, surgiu o Apoio Multicritério à Decisão (AMD) – em inglês, *Multi-Criteria Decision Aid* (MCDA) – como um conjunto de técnicas para auxiliar organizações e

peças na decisão de seus problemas, onde vários pontos de vista precisam ser considerados (VINCKE, 1992).

Segundo Belton e Stewart (2002), há uma alta chance de que um processo de AMD esteja inserido em um processo de estruturação e resolução de problema. As fases deste processo são: identificação de um problema, estruturação deste problema, construção e uso de um modelo para informar e incentivar análises e desenvolvimento de um plano de ação.

Uma característica primária do AMD é o desenvolvimento de modelos formais acerca das preferências do decisor, trade-offs e objetivos, de forma que as alternativas possam ser comparadas de forma sistemática e transparente (DUARTE; de ALMEIDA, 2011)

É razoável pensar que o tomador de decisão, diante de duas alternativas, é capaz de declarar qual delas prefere ou se ambas são indiferentes. Para isso, torna-se necessário estabelecer condições que possam expressar as preferências do decisor quando da comparação entre duas ações potenciais (VINCKE, 1992). Porém, o processo de AMD está interessado também com a implementação dos resultados, o que significa traduzir a análise em planos de ação específicos (DUARTE; de ALMEIDA, 2011).

2.4.1 Atores do processo decisório

Um indivíduo ou um grupo de indivíduos que influencia uma decisão, de forma direta ou indireta, é considerado como ator do processo decisório. Segundo Roy (1996), eles podem ser classificados em:

- Decisor: assume a responsabilidade pelo problema e influencia no processo de decisão de acordo com o juízo de valor que representa e/ou relações que se estabeleceram. É importante ressaltar que ele pode ainda não participar do processo decisório, porém o influencia em função do seu poder de veto;

- Facilitador: é um líder experiente que deve focar sua atenção na resolução do problema, coordenando pontos de vista, mantendo a motivação e incentivando o aprendizado. Além disso, não deve deixar seu sistema de valor intervir no julgamento;

- Analista: é responsável pela análise e identificação dos fatores do meio ambiente que influenciam na evolução, solução e configuração do problema, auxiliando os outros atores;

- Stakeholders: não são formalmente responsáveis pela decisão, mas algumas vezes podem participar do processo decisório.

De Almeida (2011) ainda aponta outro ator, o especialista, que é o profissional que conhece os mecanismos do comportamento do sistema objeto de estudo e que influencia

variáveis relacionadas ao problema, podendo ser uma ou mais variáveis, ou um ou mais especialistas para a mesma variável ou diferentes especialistas para diferentes variáveis.

2.4.2 Problemáticas de referência

A tomada de decisão, processo de escolha de alternativas, apresenta como componentes: dados, modelos de decisão, ambiente decisório e pessoas, cada um influenciando diretamente a alternativa escolhida (SZAJUBOK; de ALMEIDA, 2004). Roy (1996) identificou quatro tipos de problemática de acordo com o resultado pretendido:

- Escolha: Quando se quer escolher uma ação dentre as ações disponíveis, sendo essa considerada a melhor de acordo com as preferências do decisor;
- Classificação: Quando se quer classificar as ações em classes definidas previamente;
- Ordenação: Quando se quer ordenar as ações, ou seja, criar um ranking; e
- Descrição: Quando se quer apoiar a decisão através da descrição das ações e consequências;

De Almeida (2013) ainda considera uma quinta problemática:

- Portfólio: Quando se quer escolher um subconjunto de alternativas dentro de um conjunto delas;

Szajubok e de Almeida (2004) ressaltam a possibilidade de o analista precisar utilizar mais de uma dessas definições, pois há a chance de que nenhuma delas seja apropriada exatamente para o estágio atual do problema.

2.4.3 Método PROMETHEE

Os métodos da família PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) são baseados em dois passos: primeiro são construídas relações de sobreclassificação das alternativas com base nos critérios e após há análise dessas relações para apoio a decisão (BRANS; MARESCHAL, 2002). Para tal, é necessário que o decisor indique pesos e as funções de preferência para cada critério. Com isso, pode haver necessidade de se inserir limiares de preferência e/ou indiferença sobre o desempenho das alternativas e um tipo de função passa a ser associada aos critérios, conforme apresentados na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Critérios gerais para o PROMETHEE

Tipo I – Critério usual	$f_i(a) - f_i(b) > 0$	$F(a,b) = 1$
Não há parâmetro a ser definido	$f_i(a) - f_i(b) \leq 0$	$F(a,b) = 0$
Tipo II – Quase-critério	$f_i(a) - f_i(b) > q$	$F(a,b) = 1$
Define-se o parâmetro q (limite de indiferença)	$f_i(a) - f_i(b) \leq q$	$F(a,b) = 0$
Tipo III – Limite de preferência	$f_i(a) - f_i(b) > p$	$F(a,b) = 1$
Define-se o parâmetro p	$f_i(a) - f_i(b) \leq p$	$F(a,b) = f_i(a) - f_i(b) / p$
	$f_i(a) - f_i(b) \leq 0$	$F(a,b) = 0$
Tipo IV – Pseudocritério	$ f_i(a) - f_i(b) > p$	$F(a,b) = 1$
Definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$q < f_i(a) - f_i(b) \leq p$	$F(a,b) = 1/2$
	$f_i(a) - f_i(b) \leq q$	$F(a,b) = 0$
Tipo V – Área de indiferença	$f_i(a) - f_i(b) > p$	$F(a,b) = 1$
Definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$q < f_i(a) - f_i(b) \leq p$	$F(a,b) = (f_i(a) - f_i(b) - q)/(p-q)$
	$f_i(a) - f_i(b) \leq q$	$F(a,b) = 0$
Tipo VI – Critério Gaussiano	$f_i(a) - f_i(b) > 0$	A preferência aumenta segundo
O desvio-padrão deve ser fixado	$f_i(a) - f_i(b) \leq 0$	uma distribuição normal
		$F(a,b) = 0$

Fonte: O autor (2019)

Nota: Adaptada de Brans & Vincke (1985)

De posse desses pesos, é obtido o grau de sobreclassificação de uma alternativa a sobre uma alternativa b, para cada par de alternativas (a,b), através da Equação 2, onde $F_i(a,b)$ é a função diferença $[g_i(a) - g_i(b)]$ entre o desempenho das alternativas para cada critério i.

$$\pi(a,b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a,b), \text{ onde } \sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (2)$$

No segundo passo, análise da relação de sobreclassificação, é calculada três fluxos de sobreclassificação: saída (positivo), entrada (negativo) e o líquido (entrada menos saída). O fluxo líquido pode ser positivo ou negativo. Quando positivo, a alternativa mais sobreclassifica as outras do que é sobreclassificada; caso contrário, o fluxo líquido é negativo.

Com base nesse fluxo líquido, o PROMETHEE II oferece uma pré-ordem completa das alternativas, sendo capaz de priorizar alternativas, pois quanto mais adequada é a alternativa mais alta será sua posição no ordenamento final.

Em algumas situações, o decisor pode não estar confortável o suficiente para definir os pesos para cada critério, tendo segurança apenas de indicar a ordem de importância dos

critérios. Assim, pode-se trazer a ideia da tabela ROC também para a aplicação no método PROMETHEE, chamado de PROMETHEE-ROC.

2.4.3.1 PROMETHEE-ROC

Como visto anteriormente, os pesos no método PROMETHEE devem assumir valores precisos para que a ordenação das alternativas seja encontrada. Mas, o decisor pode ter dificuldades para definir tais valores. Assim, surge a oportunidade de utilizar formas que facilitem o julgamento do decisor sobre os pesos dos critérios. A metodologia PROMETHEE aliada aos pesos ROC traz ao decisor a possibilidade de facilitar esse julgamento, cabendo ao decisor apenas definir a ordem de importância dos critérios. Desta forma, a aplicação deste método é relevante para situações em que o decisor não apresenta segurança sobre os valores exatos dos parâmetros envolvidos no problema de decisão.

O *Rank-Order Centroid* (ROC) utiliza os vértices de um simplex para definir o peso centroide para cada critério. A partir da Equação 3 é possível atribuir os valores para cada posição dos critérios no ordenamento definido, em que n é o número de critérios, e $j = 1, 2, \dots, n$ é a posição dos critérios no ordenamento. Essa equação será utilizada neste trabalho para definir o peso de cada critério após o decisor definir a ordem de importância entre os critérios considerados para a tomada de decisão.

$$w_i(ROC) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{1}{j} \quad (3)$$

3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é apresentada a revisão sistemática da literatura realizada sobre a problemática em questão e um resumo dos trabalhos recentes.

3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Nessa seção são apresentadas as principais características envolvidas na problemática da indisponibilidade de prateleira por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que é uma abordagem estruturada da literatura com o objetivo de revisitar e chamar a atenção para os trabalhos acadêmicos publicados sobre determinada temática (NASCIMENTO; ALENCAR, 2016).

Este estudo analisou artigos publicados em periódicos internacionais da base de dados *Web of Science* e também da base *Scopus*, que apresentam contribuições sobre conceitos, aplicações, características e evolução sobre a indisponibilidade. Foram utilizados os seguintes termos de busca:

1. *Retail and out-of-stock;*
2. *Retail and stockout;*
3. *Retail and stock-out;*
4. *Retail and shelf availability;*
5. *Retail and on-shelf availability.*

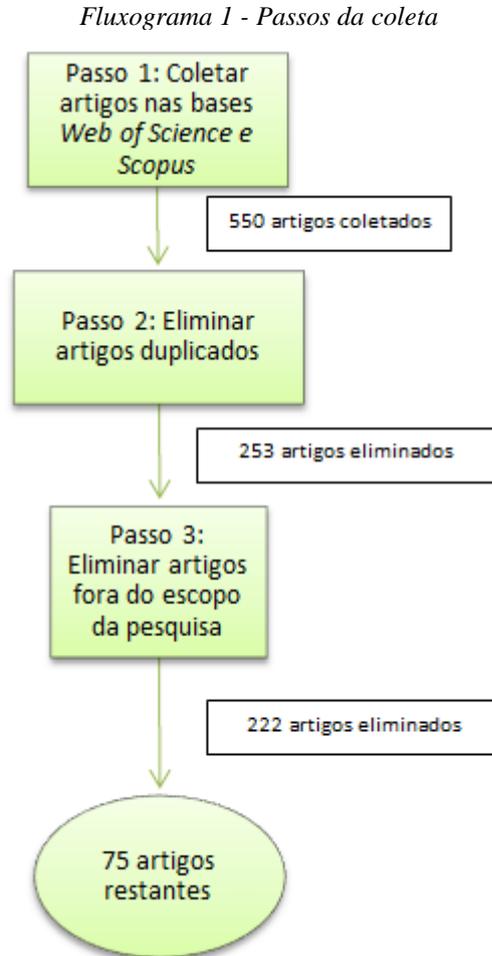
O primeiro passo foi coletar os artigos nas bases *Web of Science* e *Scopus* de acordo com os termos de busca. Após isso, foram eliminados os artigos duplicados e os que estão fora do escopo da pesquisa; alguns dos artigos encontrados tratam sobre indisponibilidade de remédios em hospitais, saindo do foco dessa pesquisa, sendo assim excluídos. Os critérios de inclusão e exclusão estão listados na Tabela 2.

Tabela 2 - Critérios de exclusão e inclusão

Critérios	
Exclusão:	Inclusão:
<ul style="list-style-type: none"> • Estudos fora do escopo da pesquisa; • Estudos duplicados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudos que falam sobre indisponibilidade no varejo; • Estudos encontrados nas bases <i>Web of Science</i> e <i>Scopus</i> publicados entre 2000 e 2017.

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Depois dos cortes de acordo com os critérios definidos, sobraram 75 artigos que serviram como objetos de estudo para essa pesquisa. O Fluxograma 1 ilustra com mais detalhes o procedimento de coleta.



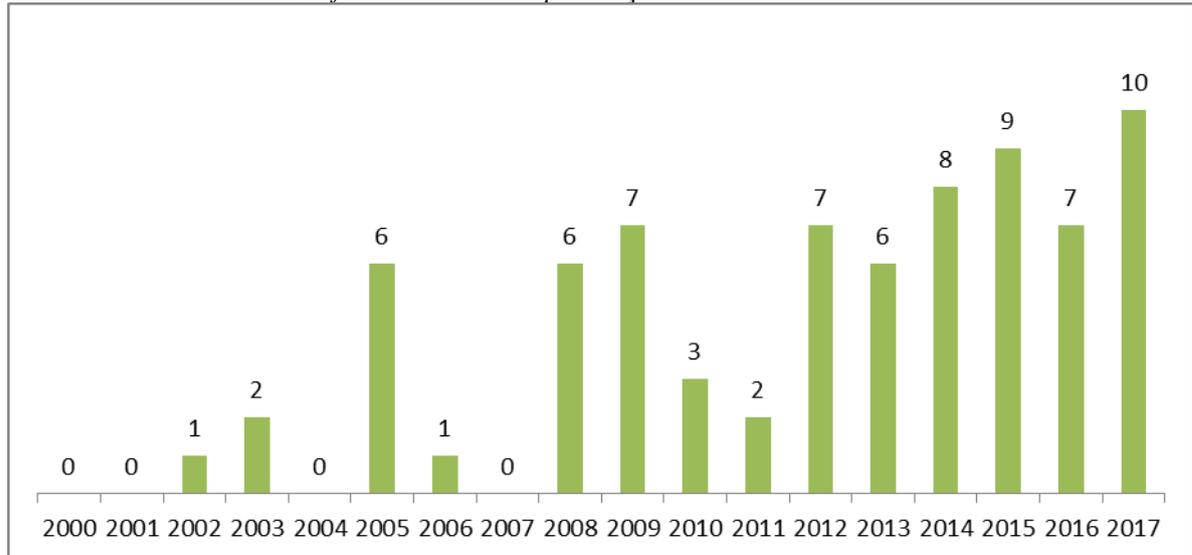
Fonte: Esta pesquisa (2019)

Após a coleta dos artigos sobre o tema da indisponibilidade, foram realizadas análises desses estudos, expondo características gerais dos trabalhos com a finalidade de identificar a relevância do tema, sendo a pesquisa encerrada no dia 20 de agosto de 2018.

3.1.1 Frequência de publicação por ano

A primeira análise é em relação à frequência de publicação ao longo dos anos. Como se pode perceber pelo Gráfico 6 abaixo, o ano de 2017 é o que tem mais publicações registradas sobre o tema com 10 – corresponde a 13,3% do total; os anos de 2000, 2001, 2004 e 2007 não possuem registros de publicações sobre o tema; Após 2008 o número de artigos vem oscilando, mas os anos recentes (2014-2017) mostram uma tendência de constante preocupação dos autores com a indisponibilidade atualmente.

Gráfico 3 - Número de publicações de acordo com o ano



Fonte: Esta pesquisa (2019)

3.1.2 Identificação dos principais periódicos

Os 75 trabalhos avaliados estão distribuídos em 55 periódicos diferentes, conforme tabela abaixo. A categoria “Outros” no Quadro 2 é composta por *journals* que tem um trabalho sobre o tema no período, são eles: *European Journal of Operational Research*, *Operations Management Research*, *Operations Research*, *Management Science*, *Manufacturing & Service Operations Management*, *Journal of Retailing*, *Expert Systems with Applications*, *Supply Chain Management*, *Marketing Letters*, *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, *Simulation modelling practice and theory*, *Advanced materials research*, *Ifip - advances in information and Communication Technology*, *International Journal of Pharmacy and Technology*, *Journal of Transport and Supply Chain Management*, *Journal of Operations Management*, *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, *Computers and Industrial Engineering*, *Amfiteatru Economic*, *European Journal of Marketing*, *Omega*, *Prague Economic Papers*, *Review of Managerial Science*, *Fusion Decision Support Systems into the Fabric Context*, *MIS Quarterly Executive*, *International Journal of Industrial Engineering*, *Retailing in the 21st Century (Second Edition): Current and Future Trends*, *Journal of Tsinghua University*, *Total Telecom*, *Control and Decision*, *Apparel*, *Supply Chain Systems Magazine*, *Brazilian Administration Review*, *Journal of Fashion Marketing and Management*, *ACM International Conference Proceeding Series*, *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, *IEEE Region 10 Symposium*, *IEEE International Conference on Big Data*, *ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design*, *IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques* e

IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications.

Quadro 2 - Distribuição dos artigos por periódico

JOURNAL	QUANTIDADE	AUTORES
International Journal of Physical Distribution & Logistics Management	4	Moussaoui <i>et al.</i> (2016); Ehrental, Gruen e Hofstetter (2014); Ehrental e Stolzle (2013); Ettouzani, Yates e Mena (2012)
International Journal of Retail and Distribution Management	3	Aastrup e Kotzab (2009); Grant e Fernie (2008); Corsten e Gruen (2003)
IEEE Transactions	3	Gaukler (2011); Wu <i>et al.</i> (2013); Karabati, Tan e Ozturk (2009)
Journal of Business Logistics	3	Peinkofer <i>et al.</i> (2015); Trautrimms (2009); Zinn e Liu (2008)
Journal of Marketing Research	3	Shah, Kumar e Zhao (2015); Che <i>et al.</i> (2012); Jing e Lewis (2011)
Applied Stochastic Models in Business and Industry	3	Campo e Gijbrecchts (2005); Gianotten (2005); Gros (2005)
International Journal of RF Technologies	2	Bottani <i>et al.</i> (2017); Bottani <i>et al.</i> (2009)
International journal of production economics	2	Tromp <i>et al.</i> (2012); Tan e Karabati (2013);
Production and Operations Management	2	Chen <i>et al.</i> (2017); Chuang, Oliva e Liu (2016);
Decision Support Systems	2	Zhou e Piramuthu (2015); Papakiriakopoulos, Pramataris e Doukidis (2009)
Produção	2	Sampaio e Sampaio (2015); Aguiar e Sampaio (2014)
International Journal of Logistics Management	2	Goyal <i>et al.</i> (2016); Fernie e Grant (2008)
Engineering Economics	2	Grubor <i>et al.</i> (2017); Grubor e Milicevic (2015)
Outros	42	Transchel (2017); Avlijas <i>et al.</i> (2015); Honhon, Gaur e Seshadri (2010); Musalem <i>et al.</i> (2010); Honhon e Seshadri (2013); Sloot, Verhoef e Franses (2005); Papakiriakopoulos (2012); Pramataris e Miliotis (2008); Ku <i>et al.</i> (2014); Rani e Velayudhan (2008); Huang e Liu (2017); Juan <i>et al.</i> (2013); Sacrpis e Steiner (2014); Kiil <i>et al.</i> (2017); Sheik Mohamed, Chittibabu e Sreekanth (2016); Govind, Luke e Pisa (2017); Chuang e Oliva (2015); Grubor, Milicevic e Djokic (2017); Frontoni <i>et al.</i> (2017); Milicevic e Grubor (2015); Ku <i>et al.</i> (2017); Liao <i>et al.</i> (2014); Grubor, Milicevic e Djokic (2016); Helm, Hegenbart e Endres (2013); Papakiriakopoulos <i>et al.</i> (2012); Hardgrave <i>et al.</i> (2008); Park e Yoon (2012); Verhoef e Sloot (2010); Qiu, Zhao e Wang (2006); Booth (2003); Liu, Qiu e Huang (2012); Anand e Cunnane (2009); Quinn (2005); Vasconcellos e Sampaio (2009); Mattila <i>et al.</i> (2002); Moorthy <i>et al.</i> (2015); Mancini <i>et al.</i> (2013); Satapathy, Prahlad e Kaulgud (2015); Vargheese e Dahir (2014); Ito <i>et al.</i> (2017); Rosado <i>et al.</i> (2016); Frontoni, Mancini e Zingaretti (2014)

Fonte: Esta pesquisa (2019)

3.1.3 Frequência de publicação por autor

Foram contabilizados 181 autores diferentes na pesquisa, e, com a finalidade de se destacar autores com maior número de publicações, montou-se o Quadro 3 abaixo, especificando o autor e a quantidade de publicações, considerando-se apenas autores que tenham colaborado ao menos com 2 artigos.

Quadro 3 - Autores com mais publicações na pesquisa realizada

QUANTIDADE	AUTORES
2	Aloysius, J.A.; Bertolini, M; Bottani, E.; Chuang, H.H.C.; Corsten, D.; Ehrental, J.C.F.; Gruen, T.W.; Hardgrave, BC; Honhon, D.; Karabati, S.; Ku, HH; Kuo, CC.; Oliva, R.; Papakiriakopoulos, D.; Rizzi, A.; Seshadri, S.; Sloom, L.M.; Tan, B.; Verhoef, P.C.; Waller, M.A.; Zingaretti, P.;
3	Djokic, N.; Fernie, J.; Grant, D.B.; Sampaio, M.; Williams, B.D.;
5	Grubor, A.; Milicevic, N.;

Fonte: Esta pesquisa (2019)

3.1.4 Frequência de publicação por país/continente

Outro levantamento realizado foi em relação aos países nos quais as pesquisas foram realizadas e seus respectivos continentes. Foram identificados 20 países diferentes, sendo eles de 4 continentes, com destaque para os Estados Unidos, país em que mais pesquisas foram realizadas, com 14 trabalhos, cerca de 18,6% do total. O segundo país com mais publicações fica localizado no continente europeu, a Holanda, com 7 trabalhos sobre o tema (9,3%).

Logo depois de Estados Unidos e Holanda vêm Índia e Sérvia, com 5 trabalhos. O Brasil aparece logo em seguida com 4 publicações sobre o tema, empatado com Reino Unido, Itália e Grécia. Os demais países onde foram realizados trabalhos são: Suíça, China, Taiwan, Alemanha, Turquia, França, África do Sul, Dinamarca, Espanha, Japão, Portugal e Coreia do Sul.

Como se pode perceber, a maioria dos países é do continente europeu, que é o continente que reúne mais trabalhos publicados com relação à problemática estudada. Destaca-se, ainda, o continente africano, que aparece com apenas um trabalho que foi desenvolvido na África do Sul – em Govind, Luke e Pisa, 2017.

3.1.5 Frequência de publicação por tipo de pesquisa/ferramenta

A última análise realizada nessa revisão sistemática diz respeito aos tipos de pesquisa e ferramentas utilizadas pelos autores. As pesquisas variam entre pesquisas exploratórias,

estudos de caso, simulação, desenvolvimento de modelos matemáticos, aplicação de *surveys*, entre outros.

Vinte artigos foram classificados como pesquisa exploratória: Vasconcellos e Sampaio (2009); Corsten e Gruen (2003); Bertolini et al. (2013); Verhoef e Sloot (2010); Aastrup e Kotzab (2009); Ku et al. (2017); Chen et al. (2017); Sampaio e Sampaio (2015); Peinkofer et al. (2015); Aguiar e Sampaio (2014); Liao et al. (2014); Rosado et al. (2016); Grubor, Milicevic e Djokic (2017); Grubor et al. (2017); Ku et al. (2014); Helm, Hegenbart e Endres (2013); Trautrimis et al. (2009); Mayorga, Ahn e Aydin (2013); Campo e Gijsbrechts (2005); Gianotten (2005).

Três artigos realizaram uma revisão da literatura sobre a temática, levantando os principais pontos estudados, bem como tendências para o futuro: Moussaoui et al. (2016); Campo e Gijsbrechts (2005); Gianotten (2005). Outros três: Juan et al. (2014); Wu et al. (2013); Chuang e Oliva (2015), fizeram uso de simulação para teste de alternativas para mitigação da indisponibilidade. Já Rani e Velayudhan (2008), Anand e Cunnane (2009) e Quinn (2005) utilizaram de *surveys* para identificar novos padrões sobre a indisponibilidade.

Essas informações estão resumidas na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 - Classificação dos artigos

Tipo de pesquisa	Artigos
Pesquisa exploratória	Vasconcellos e Sampaio (2009); Corsten e Gruen (2003); Bertolini et al. (2013); Verhoef e Sloot (2010); Aastrup e Kotzab (2009); Ku et al. (2017); Chen et al. (2017); Sampaio e Sampaio (2015); Peinkofer et al. (2015); Aguiar e Sampaio (2014); Liao et al. (2014); Rosado et al. (2016); Grubor, Milicevic e Djokic (2017); Grubor et al. (2017); Ku et al. (2014); Helm, Hegenbart e Endres (2013); Trautrimis et al. (2009); Mayorga, Ahn e Aydin (2013); Campo e Gijsbrechts (2005); Gianotten (2005).
Revisão da literatura	Moussaoui et al. (2016); Campo e Gijsbrechts (2005); Gianotten (2005)
Surveys	Rani e Velayudhan (2008), Anand e Cunnane (2009) e Quinn (2005)

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Alguns artigos destacam-se pela unicidade de ferramenta utilizada, são eles: Scarpin e Steiner (2014) que utilizaram redes neurais; Frontoni, Mancini e Zingaretti (2014) que aplicaram conceitos de inteligência artificial; Tan e Karabati (2013) com algoritmo genético; Honhon, Gaur e Seshadri (2010) com um modelo de programação dinâmica; e Metzger et al. (2007) que utilizaram espuma de poliolefina para identificação da indisponibilidade.

Com relação aos objetivos destes trabalhos destacam-se os realizados para identificar as causas que levam a uma indisponibilidade: Ehrenthal e Stolzle (2013); Govind, Luke e Pisa (2017); os que estudaram as reações dos consumidores frente a uma situação de falta de

estoque: Ku et al. (2017); Sampaio e Sampaio (2015); Aguiar e Sampaio (2014); Liao et al. (2014); Ehrental, Gruen e Hofstetter (2014); Grubor, Milicevic e Djokic (2017); Helm, Hegenbart e Endres (2013); Sloot, Verhoef e Franses (2005); Zinn e Liu (2008); e também os que desenvolveram trabalhos voltados para uma melhor gestão do estoque: Juan et al. (2014); Ito et al. (2017); Grubor, Milicevic e Djokic (2016); Transchel (2017); Tan e Karabati (2013); Mayorga, Ahn e Aydin (2013); Chuang e Oliva (2015).

É importante destacar também o número de trabalhos que utilizaram a tecnologia RFID, que é um método de identificação que utiliza sinais de rádio frequência e consegue, através de etiquetas RFID, identificar a localização de algum item dentro do estoque, por exemplo: Bottani et al. (2009); Quinn (2005); Bertolini et al. (2013); Sheik Mohamed, Chittibabu e Sreekanth (2016); Goyal et al. (2016); Gaukler (2011); Hardgrave et al. (2008); Bottani et al. (2017). Os trabalhos defendem que a utilização dessa etiqueta ajuda na identificação dos itens dentro dos estoques, o que elimina uma possível causa que pode levar a indisponibilidade.

Além destes, Papakiriakopoulos et al. (2012), Trautrimis et al. (2009) e Musalem et al. (2010) desenvolveram trabalhos com o objetivo de criar uma metodologia para evitar a indisponibilidade, passando por vários pontos que outros trabalhos abordam isoladamente.

Outros trabalhos se destacam pela visão única na tentativa de contribuir com a mitigação da falta de estoque: Grubor et al. (2017) pesquisaram como a densidade de funcionários (número de funcionários x tamanho da loja) pode influenciar na velocidade de reposição das mercadorias e se há uma densidade ótima para minimizar a indisponibilidade; Ettouzani, Yates e Mena (2012) investigaram como os preços promocionais mudam a dinâmica da forma de gerenciar os estoques e a reposição desses itens; Tromp et al. (2012) desenvolveram um trabalho voltado mais para alimentos perecíveis e a implicação de fornecê-los frescos para os clientes no momento certo; e Shah, Kumar e Zhao (2015) analisaram como o desempenho da marca pode influenciar na mitigação da consequência de uma falta de estoque.

3.2 TRABALHOS RECENTES

Para lidar com a indisponibilidade, Chuang (2018) propôs uma abordagem de análise de dados de ponto de venda (PDV) e usou observações de vendas zero consecutivas em dados de PDV como sinais para desenvolver uma política de auditoria ideal. Seguindo a ideia de auditorias, Ito et al. (2017) propõem o Modelo AHM, para gerenciamento do estoque dessas lojas, que é um monitoramento periódico utilizando programação dinâmica. Neste documento,

as prateleiras das lojas são monitoradas periodicamente e são reabastecidas quando a quantidade total de mercadorias está abaixo de um limite.

Frontoni et al. (2018) descrevem o projeto de uma rede de sensores sem fio incorporada capaz de detectar em tempo real um evento de indisponibilidade de estoque. Eles apresentam um sensor de detector de prateleira baseado em um novo projeto de rede de sensor sem fio de baixo custo e baixo consumo de energia que pode descobrir automaticamente o esgotamento de estoque em uma prateleira para todas as lojas de uma cadeia de varejo. Já O objetivo do estudo de Algbury e Albayrak (2018) foi reconhecer produtos em uma imagem de prateleiras de lojas usando o recurso *Speed Up Robust Features* (SURF) e o histograma de cores.

Segundo Algbury e Albayrak (2018), essa combinação ajuda a fornecer mais precisão na categorização dos produtos para ajudar os proprietários a evitar problemas como falta de estoque e má colocação de produtos. Os resultados da detecção são armazenados em um banco de dados para tornar muito mais fácil e rápido processar essas informações posteriormente, a fim de criar um serviço personalizado. Os resultados ilustram uma enorme melhoria na precisão dos resultados, fornecendo mais imagens de modelo para cada produto.

O objetivo de Kiil et al. (2018) foi investigar empiricamente o impacto do reabastecimento automático em métricas de desperdício de alimentos em supermercados. O estudo sugere que, ao utilizar um programa de reabastecimento automático, as lojas podem reduzir seu nível de desperdício de alimentos em até 20% e seus produtos têm uma vida útil mais longa, sem comprometer a disponibilidade na prateleira.

Cheng et al. (2018) investigaram um modelo de estoque em que as taxas de demanda e devolução são, respectivamente, dependentes dos níveis de estoque e de pedidos em espera, considerando que existem taxas de demanda mais altas e mais baixas durante os períodos em estoque e sem estoque.

Atualmente, os grandes varejistas estão adotando práticas de autoatendimento em suas unidades, diminuindo o custo, por exemplo, com o registro de produtos no caixa, pois o próprio cliente realiza essa atividade.

Wan et al. (2018) estudaram o comportamento do consumidor em escolher uma loja alternativa para realizar a compra através de dois modelos. Primeiro, criaram um modelo de *Logit Nested* para o processo de escolha do consumidor. Então, consideraram um modelo de substituição exógena. Em ambos os modelos, um consumidor pode substituir no nível da loja ou no nível do produto.

O objetivo de Jagabathula e Vulcano (2018) foi prever futuras compras individuais para evitar a perda por indisponibilidade. Eles usaram uma estrutura geral não paramétrica na qual representaram clientes por meio de ordens parciais de preferências. Experimentos numéricos em dados de painel do mundo real mostraram que essa abordagem permite previsões mais precisas e refinadas para o comportamento de compra individual em comparação com métodos alternativos de última geração.

Já Yang et al. (2017) fizeram um trabalho voltado para a concorrência de estoque de produtos perecíveis em uma cadeia de suprimentos de dois canais considerando o prazo de entrega no canal direto on-line com base na falta de estoque para incluir o prazo de entrega. Os resultados mostram que pelo menos um dos membros da cadeia de suprimentos irá se sobrecarregar no cenário descentralizado e que os consumidores no canal direto on-line terão um prazo de entrega menor e, conseqüentemente, melhor serviço no cenário descentralizado. Já Aydinliyim, Pangburn e Rabinovich (2017) analisam a estrutura ideal da divulgação de inventário de um varejista on-line e a política de preços, em um cenário de dois períodos – um período de venda regular seguido por um período de liberação. O autor mostra que existe um limite de nível de estoque abaixo do qual um varejista deve divulgar o estoque de forma ideal, e acima do qual o mascaramento é ótimo.

Srivathsan (2017) avalia como o avanço na tecnologia da informação facilitou o compartilhamento de informações nas redes da cadeia de suprimentos, resultando em um gerenciamento eficaz do estoque e da capacidade de armazenamento. O foco é o compartilhamento de informações de inventário.

Huang e Liu (2017) projetaram um sistema inteligente de previsão de varejo de dois estágios para novos produtos de vestuário. No primeiro estágio, a demanda é estimada com dados de vendas originais considerando a falta de estoque. O sistema de inferência *fuzzy* neural adaptável (ANFIS) é introduzido no segundo estágio para prever a demanda. Os resultados revelam a relação entre demanda e vendas, demonstram a necessidade de integrar o processo de estimativa de demanda em um sistema de previsão e mostram que o sistema de previsão baseado em ANFIS supera a técnica tradicional de RNA.

Grubor et al. (2017), utilizando os dados de um grande retalhista sérvio, analisam as faltas de estoque no contexto de dois sistemas de distribuição alternativos, centralizados e diretos. Os resultados mostraram que o sistema de entrega tem um impacto significativo na probabilidade de um esgotamento, indicando possíveis problemas no sistema centralizado. Além disso, a análise incluiu certas características de produtos e lojas que também afetaram significativamente a probabilidade média de falta de estoque.

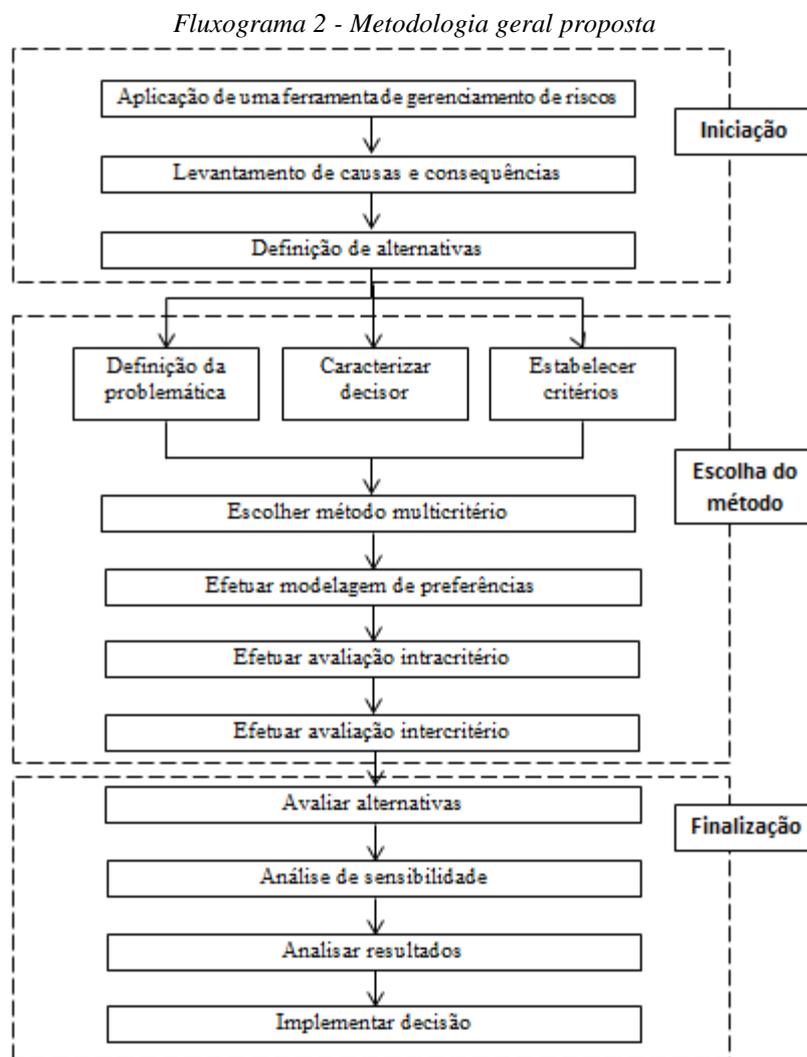
Em todas as pesquisas realizadas para a construção deste capítulo, não foram encontrados trabalhos que usem uma metodologia multicritério para tratar sobre o problema da indisponibilidade ou que usem o diagrama Bow-Tie para análise do risco e caracterização do problema.

4 METODOLOGIA E ESTUDO DE CASO

Neste capítulo é apresentada a metodologia abordada no presente trabalho, bem como uma breve explicação sobre cada passo dela, além de um estudo de caso.

4.1 METODOLOGIA

No Fluxograma 2 é apresentado o fluxograma da metodologia proposta neste trabalho. Uma breve explicação dos passos é dada logo em seguida. A aplicação desse fluxograma é apresentada no estudo de caso na próxima seção. Para a montagem desse fluxograma foi utilizado como base de Almeida (2013).



Fonte: Esta pesquisa (2019)

Os dois primeiros passos consistem na aplicação de uma ferramenta de gerenciamento de riscos com o objetivo de entender as causas que podem levar à indisponibilidade de estoque e quais consequências podem acontecer se esse evento se concretizar. Deve ser feito com muito cuidado para que nenhuma causa seja esquecida. O número de causas e consequências

fica a critério do pesquisador, bem como a decisão de quais são importantes o suficiente para entrar na pesquisa.

No próximo passo devem ser levantadas alternativas que, com base no conhecimento dos atores envolvidos, possam contribuir para a prevenção das causas que levam à indisponibilidade ou com a prevenção de alguma das consequências identificadas. É importante entender que tanto as causas como as consequências geram alternativas que podem ser consideradas para implementação.

Após o levantamento das alternativas, deve-se aplicar um método multicritério para apoio a decisão. O método multicritério é importante nessa fase devido aos múltiplos critérios que podem existir para se decidir qual alternativa implementar ou qual a ordem em que devem ser implementadas.

Assim, deve-se definir primeiramente qual a problemática em questão. São cinco tipos possíveis de problemática (apresentadas no capítulo 2 deste trabalho). Cada problemática tem alguns métodos específicos que podem ser utilizados.

Após definida a problemática, é importante caracterizar o decisor e outros atores que possam participar e influenciar no processo de decisão. Nesse passo, pode-se fazer uma pesquisa em outros problemas parecidos para identificar se no problema estudado a decisão é mais comumente tomada de forma individual ou em grupo e qual o perfil do decisor.

Após a definição do decisor (ou do grupo de decisores), o próximo passo é definir em quais critérios as alternativas serão avaliadas. Não há um limite máximo de critérios, mas é importante evitar que haja critérios redundantes.

Com base no tipo de problemática e na caracterização do decisor, deve-se em seguida definir qual método multicritério será utilizado na resolução do problema. Cada combinação tem métodos que são adequados para utilização. A escolha do método deve ser conduzida pelo analista, com base na sua experiência, nos pré-requisitos do problema e com a sua afinidade com o método. Importante destacar que a complexidade de um modelo depende do analista. Em seguida, o analista deve também efetuar a modelagem de preferências do decisor com base no método escolhido. O decisor pode apresentar dificuldades nessa parte e o analista deve-se utilizar de artifícios para que a preferência do decisor seja representada de maneira suficiente para resolução do problema.

Após a modelagem de preferências do decisor, deve-se realizar as avaliações intracritério (desempenho das alternativas em cada critério) e intercritério (desempenho geral das alternativas em todos os critérios).

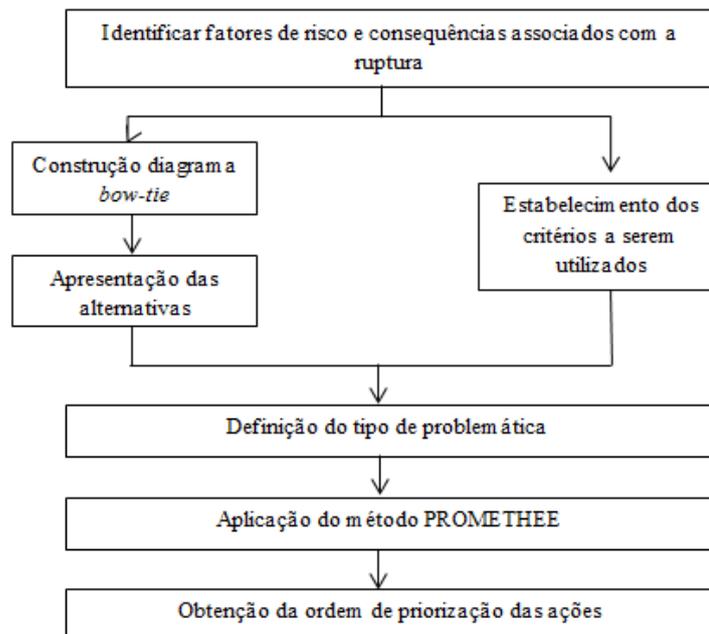
Na finalização da resolução, avalia-se as alternativas, chega-se a solução do modelo, realiza-se uma análise de sensibilidade para identificar como uma mudança nos pesos (ou constantes de escala) dos critérios influenciam na solução final e, por fim, implementa a decisão encontrada no modelo multicritério.

4.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

O Fluxograma 3 abaixo apresenta o framework para a presente pesquisa. Os passos são: Identificar fatores de risco e consequências associados com a indisponibilidade, construção do diagrama Bow-Tie e apresentação das alternativas, estabelecimento dos critérios a serem utilizados, definição do tipo de problemática, aplicação do método PROMETHEE-ROC e obtenção da ordem de priorização das alternativas.

Antes de dar início ao framework proposto, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (apresentada no capítulo 3), onde foram levantados os principais periódicos, autores, ferramentas e metodologias encontradas na literatura sobre indisponibilidade em gôndola. Vale ressaltar que nenhum dos trabalhos encontrados no primeiro passo usou o diagrama *Bow-Tie* ou uma abordagem multicritério para tratar sobre a problemática, sendo essa mais uma contribuição deste trabalho.

Fluxograma 3 - Framework com os passos da metodologia



Fonte: Esta pesquisa (2019)

O primeiro passo da metodologia é a identificação dos fatores de risco e consequências associadas ao problema. Para isso, foi utilizado o diagrama *Bow-Tie*, onde as principais causas

e as possíveis consequências são listadas, bem como as barreiras e os fatores de escalonamento, tendo como ponto central o evento principal.

A primeira etapa na criação de um diagrama de *Bow-Tie* é definir o evento principal. Um evento principal pode ser acionado por uma ou várias ameaças. As ameaças estão no lado esquerdo no diagrama de *Bow-Tie*.

O evento principal leva a várias consequências, que são colocadas no lado direito do diagrama de *Bow-Tie*. O próximo passo na construção do diagrama centra-se na identificação de barreiras preventivas e barreiras de proteção que estão no lugar. Os fatores de escalonamento que podem levar a um risco aumentado, diminuindo a eficácia das barreiras disponíveis, devem ser determinados. Na próxima etapa, os mecanismos disponíveis usados para controlar os efeitos indesejáveis desses fatores nas barreiras precisam ser identificados (ou seja, barreiras secundárias). Um laço completo representa um cenário possível com todos os caminhos e barreiras identificadas.

Por fim, propõe-se um conjunto de estratégias de melhoria considerando a existência e o efeito dos fatores contribuintes, o número de barreiras preventivas e protetoras e sua efetividade. No presente estudo, o diagrama de *Bow-Tie* foi construído com o auxílio do Word e é apresentado com detalhes adiante.

Após a construção do diagrama e definição das alternativas, são definidos os critérios que devem ser considerados para selecionar em que ordem as alternativas serão implementadas. Esses critérios são definidos com base na experiência do decisor em relação aos processos operacionais da loja. Não há limites quanto ao número de critérios. O cuidado tomado aqui é para não haver critérios redundantes.

Quanto à escala usada, são definidas de acordo com o tipo de critério (qualitativo/quantitativo) e se o decisor é capaz de definir com propriedade os valores das alternativas, no caso dos quantitativos, em cada critério (por exemplo: definir exatamente o custo ou o tempo de implementação das alternativas). Caso haja alguma dificuldade por parte do decisor na definição desses valores, são utilizados valores normalizados de acordo com uma escala Likert de cinco pontos (a mesma escala utilizada para os critérios qualitativos).

Por fim, um modelo multicritério foi criado com base no método PROMETHEE-ROC para ordenação de implementação das alternativas. Essa ordenação é importante pois o decisor não tem condições de implementar todas as alternativas de uma vez, sendo necessário priorizar a que melhor beneficiará na mitigação do problema com base nas suas preferências. Mais detalhes sobre a aplicação são dados no decorrer do capítulo.

Para a definição dessa ordem, foi necessário extrair do decisor a importância de cada critério no problema. Se o decisor se mostrar incapaz ou não confortável com a definição desses valores, serão utilizados os pesos ROC, conforme Quadro 4. Os valores da tabela abaixo são calculados conforme equações mostradas na seção 2. Assim, é necessário por parte do decisor apenas a definição da ordem de importância, e não dos valores das constantes.

Quadro 4 - Pesos ROC para n critérios

<i>Posição</i>	<i>n = 2</i>	<i>n = 3</i>	<i>n = 4</i>	<i>n = 5</i>	<i>n = 6</i>	<i>n = 7</i>	<i>n = 8</i>
1	0,7500	0,6111	0,5208	0,4567	0,4083	0,3704	0,3397
2	0,2500	0,2778	0,2708	0,2567	0,2417	0,2276	0,2147
3		0,1111	0,1458	0,1567	0,1583	0,1561	0,1522
4			0,0625	0,0900	0,1028	0,1085	0,1106
5				0,0400	0,0611	0,0728	0,0793
6					0,0278	0,0442	0,0543
7						0,0204	0,0334
8							0,0204

Fonte: O autor (2019)

Nota: Adaptado de Roberts e Goodwin (2002)

4.3 ESTUDO DE CASO

Nesta seção é mostrada a aplicação da metodologia proposta seus detalhes, bem como a descrição da empresa em que o estudo foi realizado.

A loja em que a metodologia foi desenvolvida é uma filial de um grande varejista nacional, que tem mais de 1400 lojas espalhadas por todos os estados do Brasil e é caracterizada como uma loja de departamentos. Já a filial estudada possui mais de 20 funcionários, sendo distribuídos entre gerente, supervisores de departamento, assistentes e operadores comerciais, além da equipe de limpeza que é terceirizada, e fica localizada na cidade de Caruaru - PE. É considerada uma loja de médio porte em tamanho quando comparada com outras lojas da empresa.

Na loja, frequentemente acontecem casos de falta de produtos. As causas para essas faltas são diversas, mas não totalmente conhecidas pelos gerentes, é preciso estruturá-las. Além disso, a reclamação dos clientes devido à falta e a crescente concorrência na cidade (chegada de outros grandes varejistas) escancaram mais a necessidade de uma atitude mais firme quanto ao problema. Por isso, é uma preocupação crescente no dia a dia da operação e medidas estão sendo pensadas para resolver esse problema.

O decisor é recém-promovido a gerente na empresa, tem 2 anos de trabalho na loja alvo do estudo, possui ensino superior completo, mas não possuía conhecimentos sobre a dinâmica de uma decisão multicritério. Sobre a problemática, possui conhecimento prático da operação na loja, não tendo estudado nada teórico sobre o tema ou tentado implementar

alguma alternativa no dia a dia da loja. No primeiro momento de contato, foi apresentado ao decisor a estrutura e funcionamento do diagrama Bow-Tie e após isso foram validados critérios e alternativas, identificada a ordem de importância desses critérios e a relação intracritério.

Nos subitens a seguir serão apresentados mais detalhes sobre a aplicação da metodologia descrita.

4.4 CONSTRUÇÃO DO DIAGRAMA *BOW-TIE*

Nesse passo, as principais causas para o problema foram identificadas de acordo com a experiência obtida no dia a dia de operação na loja pelo decisor. Potenciais causas incluíram: atraso na entrega, produto na retaguarda, erro no pedido/previsão e diferença do estoque físico com o estoque sistêmico.

A primeira causa listada, atraso na entrega, como o nome propõe, é o atraso na chegada do caminhão à loja. Esse atraso pode acontecer por diversos motivos, mas, ultimamente o motivo mais frequente é sinistro com a carga (assaltos). Uma alternativa é a entrega mais cedo do produto do que é necessário, para não haver a falta, mas há o problema da capacidade física do estoque, que são de tamanho mínimo nesse tipo de loja e pode ser uma dificuldade – sem levar em conta ainda os fatores financeiros.

O erro do produto na retaguarda é um dos mais comuns nas operações de loja. O item está fisicamente na loja, mas não no salão de vendas disponível para o cliente, e sim na retaguarda – estoque – da loja, onde evidentemente o cliente não tem acesso e não pode comprar. É um erro comum em supermercados e em lojas com grande quantidade de SKU's, pois é difícil perceber que o item está faltando na prateleira. Mesmo o funcionário responsável pelo abastecimento pode ir ao estoque e escolher itens só para repor e não notar a ausência de algum item na prateleira. Desorganização do estoque é uma das principais razões que contribuem com esse problema.

O erro no pedido/previsão acontece com certa frequência na empresa. Os pedidos para os fornecedores são feitos de forma padrão, ou seja, é sempre o mesmo tamanho de pedido. Mas, por ser uma empresa presente em todo o território brasileiro, eventos isolados em cidades, que geram aumento da demanda, não são considerados por esses pedidos, gerando indisponibilidade. Uma forma de corrigir é criando um sistema de pedidos que varie de acordo com a demanda do ano anterior. Mas, deve-se considerar que podem haver compras no atacado, que mascaram a demanda, e eventos raros (ex.: copa do mundo).

A última causa listada, diferença no estoque físico do estoque sistêmico, pode acontecer por três motivos: erro no recebimento, erro de inventário (rotativo ou especial), mercadoria avariada e furtos na loja.

O erro no recebimento acontece quando a loja recebe um novo carregamento, que pode ser de dois tipos: centralizado ou descentralizado. O centralizado é quando o carregamento vem do centro de distribuição da empresa e o descentralizado quando vem direto do fornecedor. No caso do recebimento descentralizado, é norma da empresa que toda a carga seja conferida, ou seja, a quantidade física deve ser igual à descrita na nota. Isso é feito, mas erros humanos podem acontecer na conferência. No recebimento centralizado, a carga geralmente não é conferida, principalmente por conta da quantidade de itens diversos que chegam nesse tipo de entrega. Dessa forma, diferenças entre nota e quantidade física podem acontecer sem que ninguém perceba na hora, gerando diferença entre quantidade sistêmica e física.

O erro de inventário acontece quando há a contagem do inventário da loja. Nessa contagem todos os itens passam por uma conferência e as quantidades sistêmicas são ajustadas de acordo com a quantidade física. O grande problema é que esse inventário nunca é realizado perfeitamente. Podem ficar caixas escondidas no estoque e não serem contadas ou, ainda, algum produto ser contado duas vezes e ficar com o dobro no sistema do que realmente há fisicamente. Por isso é importante a realização de inventários rotativos, que são inventários menores e que contam apenas um departamento por vez, para igualar as quantidades física e sistêmica.

Quando há mercadoria avariada também pode haver indisponibilidade. A mercadoria avariada continua constando no estoque sistêmico, e, assim, o sistema de pedidos não é disparado e não haverá reposição do produto enquanto a pendência não for tratada.

Furtos na loja acontecem quando clientes mal-intencionados levam produtos sem pagar, gerando, além da diferença no estoque, uma perda financeira para a empresa.

Como barreiras protetivas para essas causas estão: realização de inventários rotativos; realização de rotina comercial; conferência de mercadoria no recebimento. A realização da rotina comercial é avaliar como os itens mais vendidos na companhia no dia anterior performaram na loja e quais são os itens sem venda. É importante realizar, pois diferenças de estoque nos principais itens serão identificadas, dado que faz parte dessa rotina conferir as quantidades. Para uma melhor rotina, todos os departamentos devem ser conferidos pelo menos uma vez na semana, sendo esses divididos por dia.

Há, ainda, o caso do estoque negativo. O estoque negativo é gerado quando o caixa registra a saída de um item que existia fisicamente, mas que não existia no sistema. Assim, o estoque desse item fica negativo. Como o pedido é realizado automaticamente, o sistema de pedidos não reconhece esse estoque negativo e não gera novos pedidos para o item, logo, se essa pendência não for tratada, a loja não receberá mais aquele item que ficou negativo.

Portanto, como barreiras para essa causa, estão os já citados realização de inventário rotativo e da rotina comercial. Um fator de escalonamento que aparece nesse caso é o erro do operador na hora do registro dos produtos. Um exemplo comum é que, muitas vezes, para ganhar tempo, o operador conta quantos iguais há na compra do cliente e faz a multiplicação no caixa para não precisar registrar todos. Mas, no meio dos itens “iguais”, pode haver um parecido, mas de tamanho diferente, ou sabor diferente, ou forma diferente, ou seja, com um diferente código EAN. Assim, o sistema vai registrar a saída de uma unidade a mais do que realmente foi vendido.

O Quadro 5 mostra as causas levantadas, bem como as barreiras preventivas e os fatores de escalonamento das situações comentadas acima.

Quadro 5 - Causas e suas barreiras e fatores de escalonamento

CAUSAS	BARREIRAS PREVENTIVAS	FATORES DE ESCALONAMENTO
Atraso na entrega	Entrega mais cedo que o necessário	Sinistros com a carga
Produto na retaguarda	Abastecimento das prateleiras Conferência do estoque/prateleiras para identificar faltantes Fornecedor disponibiliza promotores para abastecimento	Abastecimento dos produtos errados Inexistência de um protocolo para identificação da falta Desordem do depósito Número de repositores insuficientes
Erro no pedido/previsão	Sistema de pedido automatizado	Compra no atacado Eventos com frequência rara (não anuais)
Diferença do estoque físico com o estoque sistêmico	Realizar inventários rotativos Realizar rotina comercial Conferir mercadoria recebida no caminhão	Erro de inventário Erro no recebimento Grande quantidade de SKU's Erro humano Furtos na loja
Estoque negativo	Realizar inventário rotativo Realizar rotina comercial	Erro de inventário Operação do caixa

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Em relação às possíveis consequências para a indisponibilidade em gôndola são destacadas as que foram elencadas em pesquisas recentes, citadas no referencial deste trabalho, e corroboradas pela experiência na operação da loja do decisor. São elas: cliente opta por comprar um substituto; cliente opta por comprar em outra loja; cliente adia a compra/não compra e perda do cliente.

Quando um cliente decide comprar um substituto do produto que ele originalmente está procurando, a loja pode não perder faturamento (depende da margem do produto), mas, o

fornecedor do produto faltante pode perder, por isso a indisponibilidade é uma preocupação conjunta loja/fornecedor. Há ainda a perda de credibilidade que é difícil de ser medida.

A barreira satisfação comercial acontece quando o consumidor está satisfeito com o serviço oferecido pela loja (inclui preço, ambiente, atendimento, credibilidade) e isso o impede de comprar substitutos, em outra loja, adiar a compra, entre outras consequências.

Quando o cliente decide comprar em outro lugar, a loja perde em faturamento e em credibilidade. As barreiras que podem proteger são: ter o melhor preço, fidelidade do cliente à loja e o custo de substituição, que são o tempo e energia de ir até outro local e a até pagar mais pelo mesmo produto. Pesquisas indicam que o cliente que possui transporte próprio é mais propenso a escolher essa alternativa (GRUBOR; MILICEVIC; DJOKIC, 2017).

A perda do cliente é a consequência mais grave e danosa para a loja. Perder o cliente significa que ele não voltará àquela loja, mesmo que volte a outra filial. A perda do cliente acarreta também na perda de credibilidade e faturamento, além do imensurável marketing negativo que esse pode causar. Vários fatores podem ocasionar essa perda, mas no contexto do estudo será levado em conta apenas em que a perda ocorre por conta da falta de produtos.

Há outras consequências destacadas na literatura e presenciadas na realidade, são elas: perda de venda por oportunidade e perda de credibilidade. Ambas são difíceis de mensurar financeiramente ou seu real impacto. A venda por oportunidade acontece quando o cliente vai ao estabelecimento à procura de um produto específico, e já que está lá e vai comprar algo, aproveita pra levar algum produto que não precisa, mas que o atraiu dentro da loja. Quando o cliente não encontra o que procura, o consumo potencial diminui (GRUBOR; MILICEVIC; DJOKIC, 2017) e ocorre a perda de benefícios para o cliente, e assim ele tende a ir embora sem querer enfrentar a fila e gastar com o que não precisa, pois sua satisfação comercial foi abalada. A perda de credibilidade segue o mesmo caminho.

A perda de faturamento é uma consequência lógica para a indisponibilidade, pois não há a venda do produto desejado pelo cliente e, portanto, não há o faturamento. Quando há a venda de um substituto, pode haver também a perda de faturamento, depende se margem do substituto é maior ou menor do que a primeira opção do cliente.

Essas suas últimas três consequências não foram incluídas no *Bow-Tie*, pois foram julgadas como consequências da consequência, significando que se devem evitar as consequências principais para assim prevenir essas secundárias. O Quadro 6 fornece um resumo das principais consequências, suas barreiras e fatores de escalonamento.

Quadro 6 - Consequências geradas pela indisponibilidade

CONSEQUÊNCIAS	BARREIRAS PROTETIVAS	FATORES DE ESCALONAMENTO
Cliente compra um substituto	Fornecedores variados para um mesmo tipo de produto Satisfação comercial	Produto é de necessidade imediata Indisponibilidade vivenciada diversas vezes
Cliente compra em outra loja	Ter o melhor preço Fidelidade à loja Custos de substituição (tempo e energia)	Produto é de necessidade imediata Disponibilidade de lojas alternativas Cliente possui transporte próprio Indisponibilidade vivenciada diversas vezes
Cliente adia a compra/não compra	Fidelidade ao produto e à loja Satisfação comercial	Indisponibilidade vivenciada diversas vezes Disponibilidade de lojas alternativas
Perda do cliente	Satisfação comercial	Indisponibilidade vivenciada diversas vezes

Fonte: Esta pesquisa (2019)

4.5 APRESENTAÇÃO DO DIAGRAMA CONSTRUÍDO

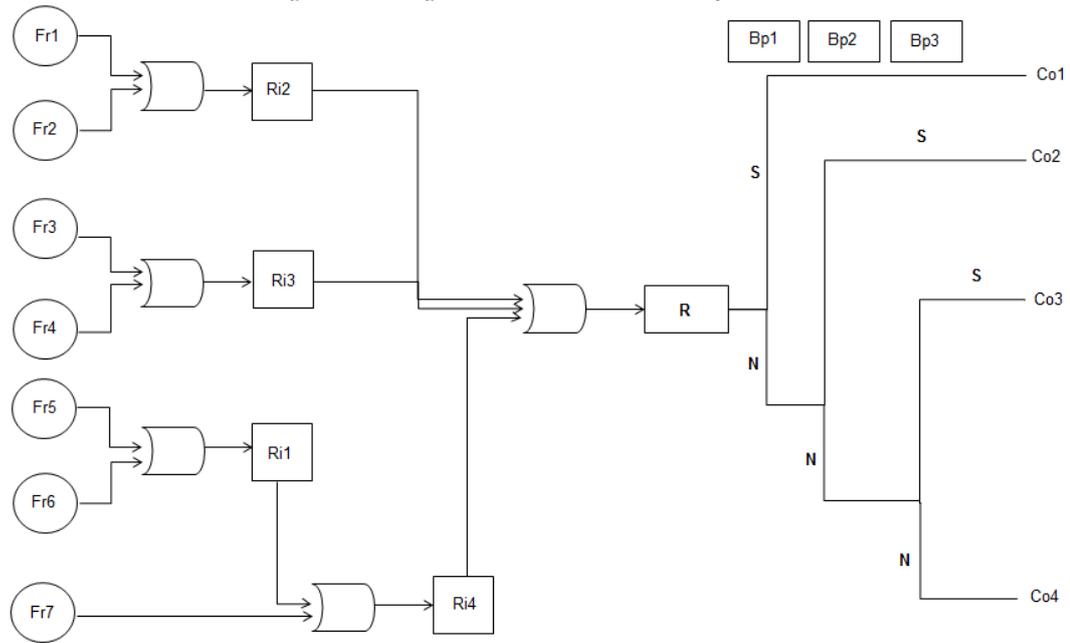
Conforme dito no início deste capítulo, um diagrama *Bow-Tie* foi construído para o problema. Essa decisão foi tomada pensando em facilitar a visualização dos componentes que influenciam no problema por parte do decisor, além de facilitar também a sugestão de ações para combate à indisponibilidade. No Quadro 7, estão identificados os componentes e a sigla que os representa na Figura 3 que vem logo em seguida.

Quadro 7 - Nomenclatura dos componentes no diagrama

ITEM	NOME
FR1	Sinistros com a carga
FR2	Fornecedor sem produtos
FR3	Número de funcionários insuficiente
FR4	Desordem do depósito
FR5	Erro no recebimento
FR6	Erro de inventário
FR7	Erro humano na operação do caixa
RI1	Diferença estoque físico x sistêmico
RI2	Atraso na entrega
RI3	Produto na retaguarda
RI4	Erro no pedido/previsão
BP1	Item de necessidade imediata
BP2	Satisfação comercial
BP3	Indisponibilidade vivenciada diversas vezes
CO1	Cliente compra em outra loja
CO2	Cliente adia a compra/não compra
CO3	Perda do cliente
CO4	Cliente compra um substituto

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Figura 3 - Diagrama Bow-Tie e seus componentes



Fonte: Esta pesquisa (2019)

4.6 ALTERNATIVAS LEVANTADAS PARA O PROBLEMA

Foram observados o número de barreiras preventivas, protetoras e secundárias existentes e fatores que prejudicam sua eficácia. Para reduzir os riscos de segurança, um conjunto de intervenções foi sugerido para as ameaças, em conjunto com o decisor, e tais alternativas são apresentadas a seguir:

As escalas para realização de algumas atividades já são adotadas na empresa, é de conhecimento dos funcionários e o gerente tem familiaridade com a montagem delas. Por isso, a adoção de escalas para arrumação dos estoques pode ser uma boa saída para manter o estoque arrumado e ter clara noção de quem deve ser o responsável por sua arrumação. Nessa escala, seria indicada a pessoa, ou pessoas, responsável pela arrumação do estoque no dia/horário e de qual setor do estoque.

Em alguns momentos, há promoções para alguns itens – com divulgação nas mídias. Essas promoções atraem muitos clientes para a loja, incluindo atacadistas. Quando isso ocorre, os clientes que se deslocam à loja esperam encontrar o produto disponível e com o preço divulgado. O que acontece, muitas vezes, é que atacadistas tentam/compram uma grande quantidade de produtos, gerando uma falta para os próximos clientes. Para prevenir essa possibilidade, sugere-se aqui a criação de políticas para venda no atacado, onde serão levados em consideração a demanda esperada de clientes e a quantidade de itens em estoque, definindo

a quantidade que pode ser comprada por cada atacadista para evitar a falta do produto para os próximos clientes.

Ao adotar de sistemas de pedido que varie com a demanda passada, e não apenas com a grade, como é atualmente, a empresa se blinda de situações específicas em algumas regiões. Um grande problema para erro no pedido acontece porque a empresa tem uma forma de pedido única para todas as lojas, ou seja, quando há eventos isolados em shoppings, como há no caso da loja estudada, o sistema não gera um pedido grande o suficiente para atender a demanda muito grande desse evento, apenas para manter a grade, o que sempre causa a indisponibilidade de diversos produtos de uma só vez, quando a loja está cheia, havendo muita perda de venda.

Esse sistema de pedidos levaria em conta a demanda do ano anterior, pois assim estaria se blindando de indisponibilidades por não prever o evento, bem como pedidos no atacado e eventos em que a ocorrência não é anual. Como é perceptível, é uma medida complexa que requer muito esforço da organização no seu desenvolvimento e ajuste, além de um investimento em dinheiro.

A ação da criação de política para gerenciamento do sortimento, bem como a última, também requer um investimento de tempo e dinheiro da empresa. Atualmente há na empresa uma crescente corrente de diminuição dos itens sem venda (itens que não tiveram uma peça vendida nos últimos 30 dias), mas, ao mesmo tempo, a empresa continua adicionando novos itens ao seu sortimento seja por ser um lançamento, novidade, entre outros. Criar uma política de gerenciamento desse sortimento individual vai ajudar a empresa a controlar melhor o que cada loja vende e pode vender, através do perfil do cliente. Um item encostado em uma loja pode ter venda fácil em outra.

Duas ações recomendadas têm ideias parecidas, são elas: realizar treinamentos para realização de inventários e operação de caixa. Na empresa, atualmente, o treinamento para novos operadores de caixa é feito na prática, na própria bateria de caixas com operadores mais antigos, e, muitas vezes, eles são colocados para operar sozinhos precocemente, sem dominar realmente a operação. Com isso, alguns problemas podem surgir e, relacionado a problemática tratada, o operador pode registrar itens diferentes como sendo o mesmo, por serem iguais em marca e tamanho, mas na verdade são de sabores e, portanto, SKU's diferentes. Essa ação gera diferença de estoque físico x sistêmico, o que pode gerar uma indisponibilidade, pois o item que realmente está saindo não foi registrado.

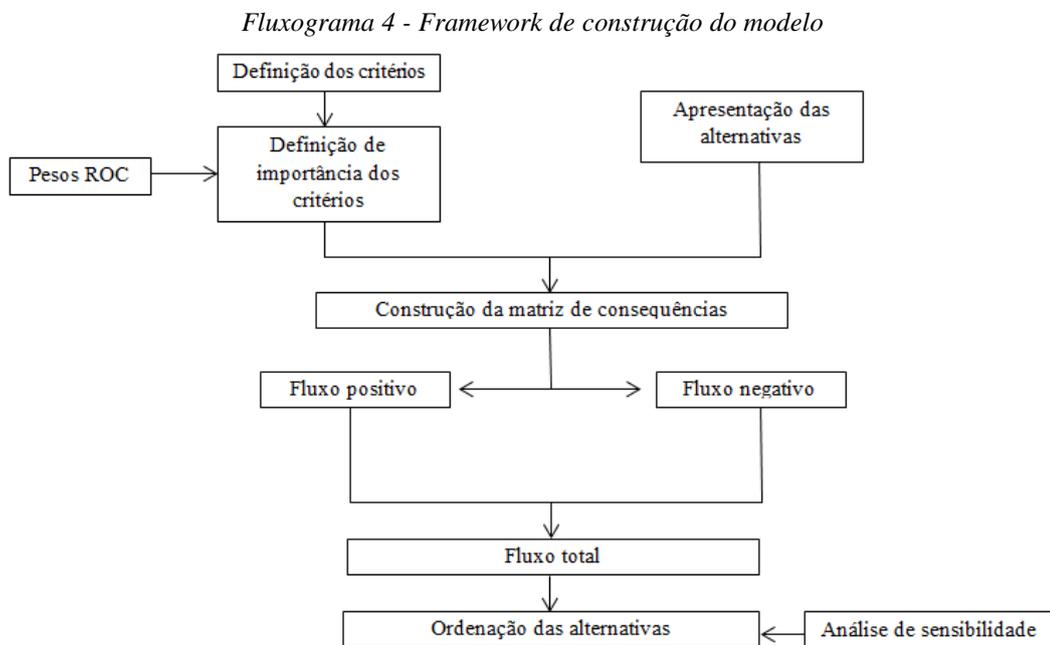
Uma das soluções para esse problema é a realização de inventários, que pode gerar outro problema se ele não for bem executado. Não há treinamentos disponíveis para isso,

apenas o gerente ensina ao funcionário na prática, mas por inexperiência e grande quantidade de SKU's pode haver erros e ser necessário o retrabalho, além de não resolver o problema e a indisponibilidade continuar a acontecer.

A última ação recomendada é a da conferência do departamento com maior perda. O ideal é a conferência de todos os SKU's, tanto no ato do recebimento do caminhão, quanto na realização da rotina comercial, mas, devido a grande quantidade, essa medida se torna inviável, por questões de custo e tempo. Portanto, uma saída para isso é, através do resultado do último inventário geral, que acontece a cada três meses por uma empresa terceirizada, acompanhar os departamentos com maior perda (diferença entre estoque físico e sistêmico), para minimizar a diferença no próximo ciclo e ter maior controle do estoque, a fim de diminuir a ocorrência da indisponibilidade.

4.7 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE-ROC

Neste subitem são mostrados os passos para a construção do modelo de decisão usado neste trabalho. Como base, tomamos o fluxograma desenvolvido, mostrado no Fluxograma 4, que consiste em seis etapas sequenciais, mas que podem ser revisitadas durante o processo de construção do modelo.



Fonte: Esta pesquisa (2019)

4.7.1 Identificação dos Objetivos Estratégicos

Primeiramente identificam-se os objetivos estratégicos da empresa de longo e médio prazo no planejamento estratégico já desenvolvido pela empresa. Esta identificação tem por finalidade caracterizar o cenário futuro da organização.

Nesse caso, o objetivo da empresa está bem claro. Ela deseja reduzir a frequência com que há a falta de produtos na prateleira procurados pelo cliente, haja visto que, como falado anteriormente neste trabalho, pesquisas apontam que até 5% de receita são perdidas por ano com a indisponibilidade no varejo.

4.7.2 Estabelecimento dos critérios

Em seguida, foram estabelecidos os critérios a serem utilizados com os atores envolvidos, sendo eles:

- **custo de implementação (C1)**: engloba custos referentes a treinamento/capacitação dos funcionários, equipamentos, consultorias, entre outros. Para definir a avaliação de cada alternativa nesse critério, foi utilizada uma escala Likert, conforme Tabela 4, devido a dificuldade de se definir com exatidão, por parte do decisor, os valores que seriam gastos para a implementação de cada alternativa. É um critério quantitativo, foi utilizada a função preferência tipo I (usual). É um critério de minimização.

Tabela 4 - Escala Likert utilizada para o critério custo (reais)

1	R\$0
2	R\$0 a R\$100
3	R\$100 a R\$1000
4	R\$1000 a R\$5000
5	R\$5000 acima

Fonte: Esta pesquisa (2019)

- **grau de impacto positivo dos benefícios (C2)**: para cada alternativa, há um impacto avaliado na mitigação do problema estudado. Esse impacto será medido através de uma escala Likert. É um critério qualitativo, a função adotada foi a do tipo I (critério usual). Deseja-se maximizar esse critério. A formatação da escala é mostrada na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Escala Likert utilizada para o critério do impacto

1	Sem impacto
2	Pouco impactante
3	Impactante
4	Muito impactante
5	Extremamente impactante

Fonte: Esta pesquisa (2019)

- **facilidade de implementação (C3)**: cada alternativa será julgada através de uma escala Likert sobre a facilidade de ser implementada. É um critério qualitativo, também foi adotada a função de preferência do tipo I. Deseja-se maximizar esse critério. A escala utilizada é mostrada na Tabela 6.

Tabela 6 - Escala Likert utilizada para o critério facilidade

1	Muito difícil
2	Difícil
3	Médio
4	Fácil
5	Muito fácil

Fonte: Esta pesquisa (2019)

- **tempo de implementação (C4)**: cada alternativa possui um tempo médio de implementação que será medido em dias. É um critério quantitativo, de minimização, também foi adotada a função de preferência do tipo I. Foi utilizada a escala Likert conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Escala Likert utilizada para o critério tempo (dias)

1	0 dias
2	0 a 10 dias
3	11 a 60 dias
4	61 a 100 dias
5	100 dias acima

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Na Tabela 8 tem-se um resumo das características dos critérios.

Tabela 8 - Características dos critérios

Critérios	C1	C2	C3	C4
Max/Min	Min	Max	Max	Min
Função Preferência	Tipo I	Tipo I	Tipo I	Tipo I

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Os atores envolvidos nessa definição compreendem o decisor e o analista. Para Gomes e Gomes (2003), o decisor, de acordo com o juízo de valores que representam as relações – possuem caráter dinâmico, pois o enriquecimento de informações podem modificá-las — que se estabeleceram, influencia no processo de decisão. Já o analista realiza a análise e auxilia o decisor na estruturação do problema e identificação dos fatores que influenciam na configuração do problema.

4.7.3 Apresentação das alternativas

Conforme levantado pela aplicação do diagrama *Bow-Tie* no início deste capítulo, onde foram identificadas as principais causas e consequências da indisponibilidade, as ações recomendadas correspondem às alternativas disponíveis para o problema em questão. São elas:

- I. Criar rotina de arrumação do depósito com escalas para controle;
- II. Criação de política para vendas em atacado;
- III. Adoção de sistema de pedidos que varie com a demanda passada;
- IV. Criação de política para gerenciamento do sortimento;
- V. Realizar treinamentos para realização de inventários;
- VI. Conferir sempre pelo menos os departamentos com maiores perda;
- VII. Realizar treinamentos para operação de caixa.

4.7.4 Escolha do método multicritério

O método multicritério é escolhido pelo analista a partir da análise de diversos fatores, tais como: tipo de problema, cenário em estudo, compreensão do processo decisório pelo decisor, os atores, a estrutura de preferência, entre outros.

O tipo de problema da pesquisa é o de ordenação, pois o decisor quer decidir qual alternativa implementar primeiro, de acordo com os critérios e preferências, mas não significa que as outras ações não serão postas em prática. Além disso, o decisor não se sente confortável em definir pesos para os critérios, apenas a ordem de importância para eles.

Assim, o método PROMETHEE-ROC foi utilizado nesse trabalho, pois ele utiliza a racionalidade não compensatória, é próprio para problemas de ordenação, e, junto com os pesos ROC, pode-se através da ordem de importância definida pelo decisor definir os pesos de cada critério para resolução do problema.

A ordenação dos critérios foi obtida de acordo com as preferências do decisor. O decisor tinha certeza clara de que o critério custo deveria ser o mais importante, dado que ele não tem controle do orçamento diretamente. Após o processo de ordenação, foi definido através da tabela ROC o peso de cada um dos critérios, conforme mostrado na Tabela 9.

Tabela 9 - Pesos dos critérios

Critérios	C1	C2	C3	C4
Pesos (ROC)	0,5208	0,2708	0,0625	0,1458

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Para solucionar o método escolhido, o software *Visual Promethee* será utilizado neste trabalho. Ele permite solucionar o problema de forma rápida, usando a matriz de

consequências e os pesos do critério como inputs, e, após isso, pode-se realizar uma análise de sensibilidade para verificação da robustez da solução.

4.7.5 Escolha da ordenação

Nesta etapa, é efetuada a aplicação do modelo multicritério para a criação da ordenação, mostrada no próximo capítulo.

Anteriormente, foram definidas as alternativas para o problema da indisponibilidade em gôndola e os critérios que serão utilizados para definição da priorização das ações. Abaixo, na Tabela 10, é mostrada a relação intracritério do desempenho dessas alternativas em cada critério, elicitadas junto ao decisor e representadas conforme indicado anteriormente. Essa tabela serve como base para que o modelo tenha seu segmento.

Tabela 10 - Relação intracritério

CRITÉRIOS	C1	C2	C3	C4
ALTERNATIVAS	MATRIZ DE CONSEQUÊNCIAS			
I	1	4	5	1
II	3	2	3	2
III	4	2	2	4
IV	3	2	2	3
V	2	4	4	2
VI	2	4	2	1
VII	2	4	4	2

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Algumas observações podem ser feitas sobre a avaliação das alternativas. Para a primeira alternativa, construção de escalas de arrumação, levou-se em consideração que o não há a necessidade de contratação de mais pessoal, basta apenas uma reorganização nas prioridades, o que deixa a alternativa com custo insignificante. Quanto ao tempo, ela é de início imediato, bastando apenas a elaboração da escala (tarefa já rotineira para o gerente). Outra alternativa com início imediato é a conferência da carga dos departamentos com maior perda.

Na avaliação da segunda alternativa, política para atacadistas, as informações necessárias para tomar essa decisão já são calculadas e estão disponíveis (quantidade em estoque, próximo abastecimento, entre outras) necessitando apenas de uma formalização dos parâmetros para tomar a decisão da liberação de venda e da quantidade. O custo foi definido simbolicamente para a montagem de uma planilha que adeque as informações necessárias (ajuda de consultor). Quanto ao tempo, apenas o necessário para formalização dos parâmetros para a tomada de decisão.

O custo é basicamente o mesmo para a alternativa de gerenciamento do sortimento, apenas as informações necessárias diferem (quantidade de dias sem venda também são considerados). Quanto ao tempo, essa última demora um pouco mais pois devem ser levados em conta todos os itens do sortimento (não são todos os itens que tem quantidade para serem vendidos no atacado, considerada a partir de 10 unidades – de acordo com a grade).

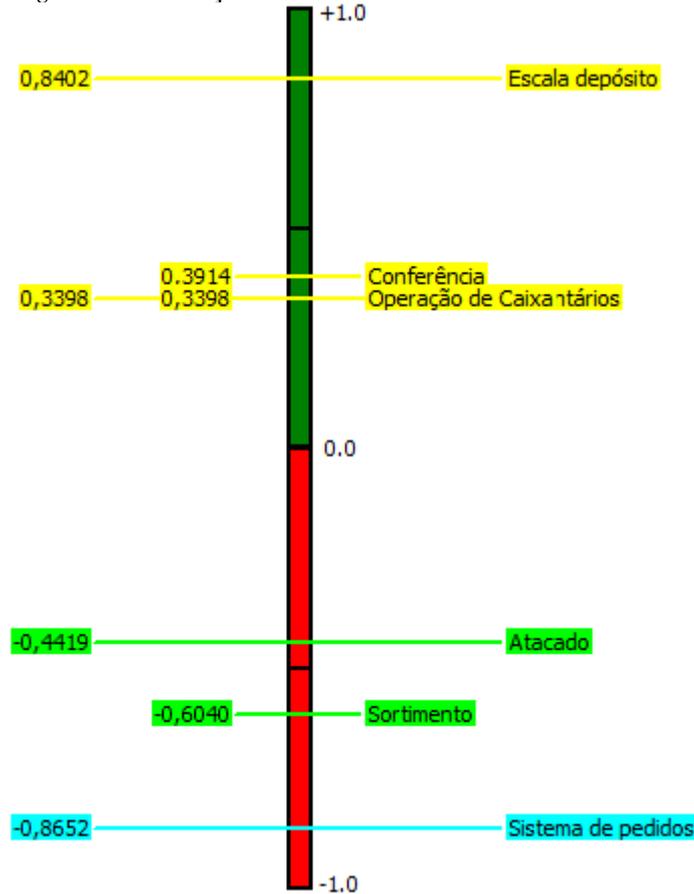
Já no caso de um novo sistema de pedidos, um estudo mais elaborado é necessário, junto com a contratação de uma consultoria e desenvolvimento de um novo software, segundo o decisor, sendo uma alternativa bem custosa. Além disso, o tempo para implementação dessa alternativa também é razoável quando comparada às outras, necessitando até um tempo para adequação do uso da ferramenta.

As duas alternativas que propõem treinamentos foram avaliadas da mesma maneira pelo decisor. Elas não exigem tanto investimento, apenas com a elaboração dos treinamentos, apenas um pouco de tempo para que esses treinamentos estejam prontos e disponíveis em uma plataforma online de gente e gestão (que já existe na loja).

4.7.6 Uso do software *Visual Promethee*

Uma vez que todos os parâmetros foram definidos, é dado início à próxima etapa do método. Nela, são determinados os graus de sobreclassificação entre as alternativas, os fluxos de entrada, de saída e o fluxo líquido. Para essa etapa, foi utilizado o software *Visual Promethee*, onde usa-se como input as relações intercritério, o tipo de função e o peso de cada critério. Com essas informações, o software retorna para o usuário a ordenação das alternativas, conforme Figura 4.

Figura 4 - Ordenação utilizando o Visual Promethee



Fonte: Esta pesquisa (2019)

Pela Figura 11 acima, pode-se observar que a ordenação das alternativas foi:

- 1º Criar rotina de arrumação do depósito com escalas para controle;
- 2º Conferir sempre pelo menos os departamentos com maiores perda;
- 3º Realizar treinamentos para realização de inventários e realizar treinamentos para operação de caixa;
- 4º Criação de política para vendas em atacado;
- 5º Criação de política para gerenciamento do sortimento;
- 6º Adoção de sistema de pedidos que varie com a demanda passada.

O resultado encontrado no software *Visual Promethee* foi apresentado ao decisor e ele ficou satisfeito com a ordenação. Como visto na avaliação intracritério, a alternativa que ficou em primeiro lugar é a mais imediata de ser implementada, com um baixo custo inicial e tem a promessa de gerar um impacto grande na operação.

4.8 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Ainda utilizando o software *Visual Promethee*, pode-se fazer uma análise de sensibilidade para os pesos dos critérios. Como nesta aplicação foram utilizados os pesos ROC, onde a definição desses pesos depende apenas da ordenação de importância dos critérios pelo decisor, na análise de sensibilidade altera-se essa ordem de importância - e consequentemente os pesos dos critérios - para avaliar se essa troca muda o resultado da ordenação final. Diversos cenários foram testados e são mostrados e comentados a seguir.

- Cenário 1: Mantendo o custo como o critério mais importante e invertendo a ordem entre os critérios tempo e grau de impacto, conforme Tabela 11.

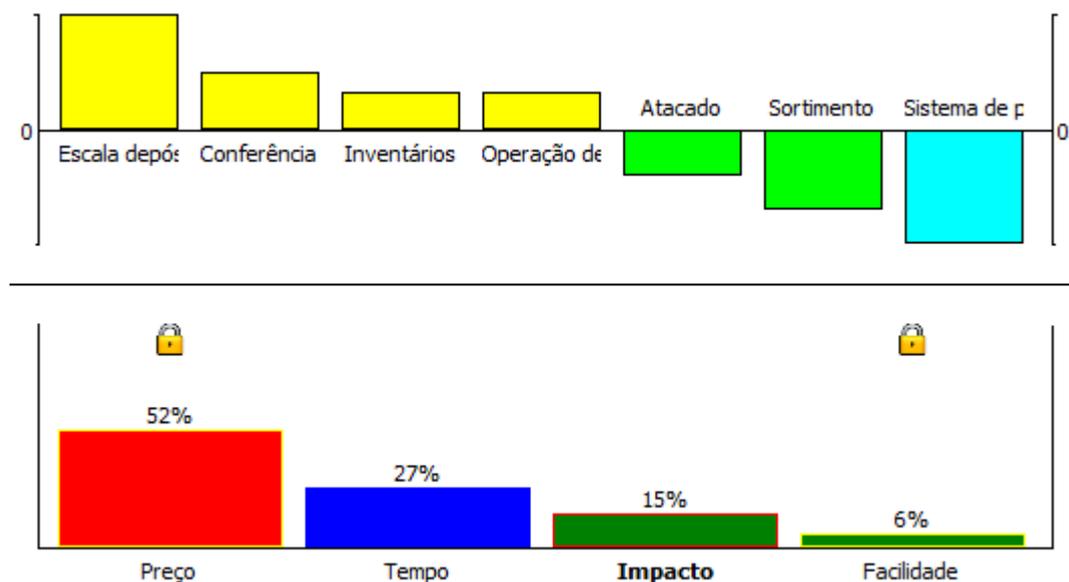
Tabela 11 - Pesos para o cenário 1

Critérios	C1	C2	C3	C4
Pesos (ROC)	0,5208	0,1458	0,0625	0,2708

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Com essas alterações, o resultado da ordenação das alternativas não é alterado, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Resultados para o cenário 1



Fonte: Esta pesquisa (2019)

- Cenário 2: Mantendo o custo como o critério mais importante e invertendo a ordem entre os critérios tempo e facilidade de implementação, conforme Tabela 12.

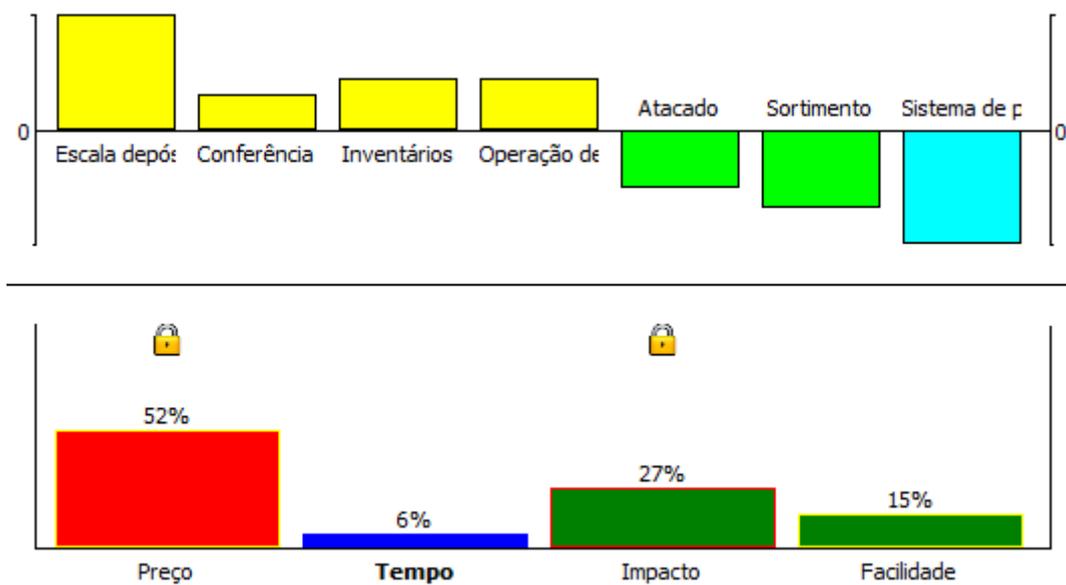
Tabela 12 - Pesos para o cenário 2

Critérios	C1	C2	C3	C4
Pesos (ROC)	0,5208	0,2708	0,1458	0,0625

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Com essas alterações, diferente do primeiro cenário, o resultado da ordenação das alternativas foi alterado, conforme é mostrado na Figura 6. Nesse cenário, as alternativas para realização de treinamentos para inventário e operação de caixa passam ao segundo lugar, enquanto a alternativa para conferência do recebimento para o terceiro.

Figura 6 - Resultados para o cenário 2



Fonte: Esta pesquisa (2019)

- Cenário 3: Mantendo o custo como o critério mais importante e invertendo a ordem entre os critérios grau de impacto e facilidade de implementação, conforme Tabela 13.

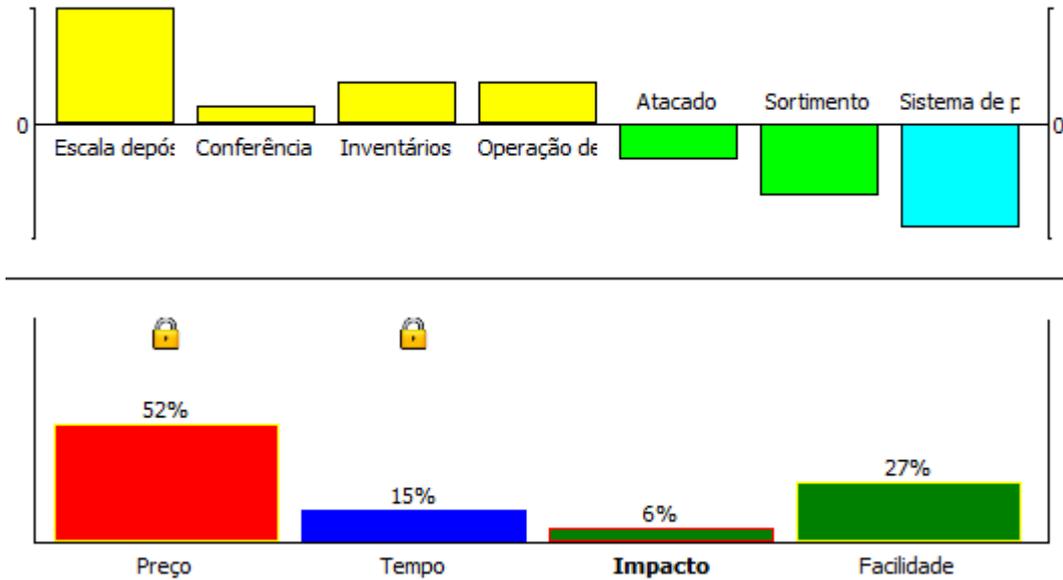
Tabela 13 - Pesos para o cenário 3

Critérios	C1	C2	C3	C4
Pesos (ROC)	0,5208	0,0625	0,2708	0,1458

Fonte: Esta pesquisa (2019)

Com essas alterações, o resultado também é alterado, igual ao cenário 2 mostrado anteriormente, conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Resultados para o cenário 3



Fonte: Esta pesquisa (2019)

Logo, pela análise de sensibilidade utilizando-se o *Visual Promethee*, pode-se perceber que com as alterações na ordem de importância dos critérios no cenário 1, o ordenamento final não foi alterado. Já nos cenários 2 e 3, percebe-se que há alterações na ordem final encontrada: realizar treinamentos de inventário e operação de caixa passam para o segundo lugar e conferência de caminhão para o terceiro lugar. É importante ressaltar que as alterações realizadas nos cenários 2 e 3 são grandes mudanças, onde o critério menos importante – facilidade no cenário 3 - na classificação inicial passa a ser o segundo critério mais importante (subindo duas posições, aumentando seu peso em mais de 4 vezes), ou perdendo duas posições, passando do segundo mais importante para o menos importante – no cenário 2 com o tempo. A análise de sensibilidade mostra que um decisor com uma opinião diferente sobre a ordem dos critérios fatalmente encontraria um resultado diferente da ordenação, se fizesse a mesma avaliação intercritério das alternativas.

Após a análise de sensibilidade os resultados foram mostrados ao decisor. Ele se mostrou satisfeito com a ordenação encontrada e entendeu que a causa que levou à mudança de ordem na análise de sensibilidade. Nesse momento, ele reiterou a importância dos critérios dada anteriormente.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foi desenvolvida uma metodologia Bow-Tie com decisão multicritério com o objetivo de prevenir a ocorrência da indisponibilidade de prateleira.

A principal contribuição dessa pesquisa reside no fato de que em nenhuma pesquisa encontrada na literatura foram encontrados artigos que utilizam alguma abordagem de gerenciamento de riscos ou um modelo multicritério na tratativa do problema.

Os resultados encontrados por esta pesquisa foram apresentados e validados pelo decisor. As alternativas que ficaram nos dois primeiros lugares estão sendo implementadas pelo decisor na loja estudada e as expectativas para prevenção do problema são boas.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se antes de aplicar uma metodologia, o cálculo da taxa de indisponibilidade da loja objeto de estudo antes do início da pesquisa. O cálculo desta taxa ajudará a corroborar os resultados recentes encontrados na literatura. Alinhado a isso, ao final da aplicação da metodologia desenvolvida, realizar novamente o cálculo da taxa de indisponibilidade para demonstrar o impacto que essa metodologia trouxe para o combate à indisponibilidade.

Para simplificação dessas futuras pesquisas, podem ser utilizados apenas alguns departamentos da loja – identificar os mais importantes ou os com maiores danos causados pela indisponibilidade – para validação da metodologia proposta nesses trabalhos futuros.

Como sugestões para a metodologia em si, sugere-se a aplicação de outras ferramentas de análise de risco, como é o diagrama Bow-Tie, para comparar qual ferramenta leva a um melhor entendimento do problema da indisponibilidade, haja visto que não foi encontrado nenhum trabalho na literatura que utilize uma ferramenta de gerenciamento de risco para lidar com o problema. Além disso, outros métodos de decisão multicritério podem ser utilizados para se definir as alternativas a serem implementadas, até mesmo com a definição direta dos pesos dos critérios, sem a utilização dos pesos ROC.

Ainda como sugestão, pesquisas em lojas de outros segmentos podem ser utilizadas (nessa pesquisa foi no setor do comércio varejista) para que novas visões possam ser incorporadas na busca pelas melhores práticas contra a indisponibilidade. Por exemplo, em um ambiente atacadista, mesmo havendo poucas unidades de um determinado produto, a indisponibilidade já pode ser considerada a partir de que ponto? Qual a reação do consumidor atacadista? É semelhante ao varejista ou a tolerância à falha é menor?

Resumindo, variações nas metodologias, nas ferramentas, no negócio estudado e entre outras, são todas válidas para gerar contribuições para a problemática, que vem sendo

estudada há diversas décadas, mas que parece não avançar na busca de sua minimização sem o exacerbado aumento dos custos de operação e diminuição do lucro.

REFERÊNCIAS

- AASTRUP, J.; KOTZAB, H. Analyzing out-of-stock in independent grocery stores: an empirical study. *International Journal of Retail & Distribution Management*, v. 37, n. 9. p. 765-789, 2009.
- AASTRUP, J.; KOTZAB, H. Forty years of out-of-stock research – And shelves are still empty. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 20(1), 147–164, 2010.
- ABDI, Z. et al. Applications of *Bow-Tie* methodology to improve patient safety. *International Journal of Health*, v.29, n.4, 425-440, 2016.
- AFEFY, I. H. Hazard Analysis and Risk Assessments for Industrial Processes Using FMEA and *Bow-Tie* Methodologies. *Industrial Engineering & Management Systems Vol 14, No 4, December 2015*, pp.379-391.
- AGUIAR, F.H.O.; SAMPAIO, M. Determination of drivers of stock-out performance of retail stores using cluster analyses. *Produção*, 24 (1), pp. 57-70, 2014.
- ALGBURY, M. H.; ALBAYRAK, S. Store products recognition and counting system using computer vision. *Proceedings – 9th International Conference on Computational Intelligence and Communication, Networks, CICN 2017, January 2018*, 221-224, 2018.
- de ALMEIDA, A. T. et al. A systematic literature: review of multicriteria and multi-objective models applied in risk management. *IMA Journal of Management Mathematics*, v.28, 153-184, 2017.
- de ALMEIDA, A. T. et al. *Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis (Vol. 231)*. New York: Springer, 2015.
- de ALMEIDA, A. T. *O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão*. Editora Universitária da UFPE/Recife, 2 ed., 2011.
- de ALMEIDA, A.T. *Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério*, 1a Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2013.
- ANAND, S.; CUNNANE, C. Inventory optimization: Retail strategies for eliminating stock-outs and over-stocks. *Apparel*, 50 (12), pp. 22-24, 2009.
- ANEZIRIS, O. N. et al. Quantified Risk Assessment for fall from Height. *Safety Science*, 46(2), 198-220, 2008.
- ANGERER, A. *The impact of automatic store replenishment systems on retail*. PhD. University of St. Gallen, Graduate School of Business Administration, Economics, Law and Social Sciences, 2005.
- AQLAN, F.; ALI, E. M. Integrating lean principles and fuzzy *Bow-Tie* analysis for risk assessment in chemical industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 29, 39-48, 2014.

- ARAÚJO, S. B.; MARTINS, E. F. Análise da ruptura de produtos nas gôndolas supermercadistas: um problema enfrentado por um supermercado de pequeno porte. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2010.
- AVEN, T. On how to define, understand and describe risk. *Reliability Engineering and System Safety*, 95, 623-631, 2010.
- AVLIJAS, G. et al. Measuring the impact of stock-keeping unit attributes on retail stock-out performance. *Operations Management Research*, v.8, ed.3-4, 131-141, 2015.
- AYDINLIYIM, T.; PANGBURN, M. S.; RABINOVICH, E. Inventory disclosure in online retailing. *European Journal of Operational Research* 261, 2017, 195-204.
- BELTON, V.; STEWART, T.J. Multiple criteria decision analysis. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- BERGER, R. Full-shelf satisfaction: Reducing out-of-stocks in the grocery channel. Grocery Manufacturers of America (GMA), Washington, DC, 2002.
- BERTOLINI, M. et al. Reducing out of stock, shrinkage and overstock through RFID in the fresh food supply chain: Evidence from an Italian retail pilot. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications*, 4 (2), pp. 107-125, 2013.
- BOOTH, N. Out of stock, *Total Telecom*, p. 18, 2003.
- BOTTANI, E. et al. Monitoring on-shelf availability, out-of-stock and product freshness through RFID in the fresh food supply chain. *International Journal of RF Technologies-Research and Applications*, v.8, ed.1-2, 33-55, 2017.
- BOTTANI, E. et al. The impact of RFID technology and EPC system on stock-out of promotional items. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications*, v.1 (1), pp. 6-22, 2009.
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. PROMETHEE-GAIA: une méthodologie d'aide à la décision em présence de critères multiplex. Éditions de L'Université de Bruxelles, Bruxelles, 2002
- BRANS, J.P.; VINCKE, P. A preference ranking organization method. *Management Science*, 31, 647-656, 1985.
- CAMPELLO DE SOUZA, F.M. Decisões racionais em situações de incerteza. Recife: Universitária, 586p., 2002.
- CAMPO, K.; GIJSBRECHTS, E. Retail assortment, shelf and stockout management: Issues, interplay and future challenges. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 21 (4-5), pp. 383-392, 2005.
- CHE, H. et al. Investigating effects of out-of-stock on consumer stockkeeping unit choice. *Journal of Marketing Research*, 49 (4), pp. 502-513, 2012.

- CHEN, L. et al. Optimal Merchandise Testing with Limited Inventory. *Operations Research*, v.65, ed.4, 968-991, 2017.
- CHENG, Y.L. et al. Optimal production lot sizing when demand is proportional to stock and backorder levels. *International Journal of Industrial Engineering-Theory Applications and Practice*, v.25, ed. 2, 137-155, 2018.
- CHUANG, H.H.C. Fixing shelf out-of-stock with signals in point-of-sale data. *European Journal of Operational Research*, v.270, ed.3, 862-872, 2018.
- CHUANG, H.H.C.; OLIVA, R. Inventory record inaccuracy: Causes and labor effects. *Journal of Operations Management*, v.39-40, ed. especial: SI, 63-78, 2015.
- CHUANG, H.H.C.; OLIVA, R.; LIU, S. On-shelf availability, retail performance, and external audits: A field experiment. *Production and Operations Management*, 25 (5), pp. 935-951, 2016.
- CORSTEN, D.; GRUEN, T. Desperately seeking shelf availability: An examination of the extent, the causes, and the efforts to address retail out-of-stock. *International Journal of Retail & Distribution Management*, v. 31, n. 11, p. 605-617, 2003.
- DUARTE, M. D. O.; de ALMEIDA, A. T. Modelos de decisão multicritério e de portfólio com aplicação na construção de políticas energéticas sustentáveis. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2011.
- DUDLEY, R. Wal-mart sees \$3 billion opportunity refilling empty shelves. *Bloomberg News*. <http://www.bloomberg.com/news/2014-03-28/wal-mart-saysrefilling-empty-shelves-is-3-billion-opportunity.html>, acessado em 27/08/2018, 2014.
- ECR EUROPE. Optimal shelf-availability – increasing shopper satisfaction at the moment of truth. *ECR Europe and Roland Berger*, 64 p, 2003.
- EHRENTHAL, J. C. F.; STOLZLE, W. An examination of the causes for retail stockouts. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 43 n.1, pp. 54-69, 2013.
- EHRENTHAL, J.C.F., GRUEN, T.W., HOFSTETTER, J.S. Value attenuation and retail out-of-stocks: A service-dominant logic perspective. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 44 (1), pp. 39-57, 2014.
- EMMELHAINZ, L. W.; EMMELHAINZ, M. A.; STOCK, J. R. Logistics implications of retail stockouts. *Journal of Business Logistics*, Vol. 12 No. 2, pp. 129-142, 1991.
- ETTOUZANI, Y.; YATES, N.; MENA, C. Examining retail on shelf availability: Promotional impact and a call for research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42 (3), pp. 213-243, 2012.
- FERNIE, J.; GRANT, D.B. On-shelf availability: the case of a UK grocery retailer. *International Journal of Logistics Management*, 19(3):293–308, 2008.

FMI/GMA TRADING PARTNER ALLIANCE. Solving the out-of-stock problem. FMI/GMA Trading Partner Alliance report. Disponível em: http://www.gmaonline.org/file-manager/15032FMIN_TPA_OutofStock_v41.pdf, Acessado em 28/08/2018, 2014.

FRONTONI, E. et al. Design and test of a real-time shelf out-of-stock detector system. *Microsystem Technologies-Micro-And Nano systems-Information Storage and Processing Systems*, v.24, ed.3, 1369-1377, 2018.

FRONTONI, E. et al. Shelf space re-allocation for out of stock reduction. *Computers and Industrial Engineering*, 106, pp. 32-40, 2017.

FRONTONI, E.; MANCINI, A.; ZINGARETTI, P. Real time out of shelf detection using embedded sensor network. 2014 IEE/ASME 10th International conference on mechatronic and embedded systems and applications (MESA 2014), sep 10-12, 2014.

GAUKLER, G.M. Item-level RFID in a retail supply chain with stock-out-based substitution. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, v.7 (2), art. No. 5565521, pp. 362-370, 2011.

GIANOTTEN, H.J. Comment on retail assortment, shelf and stockout management: Issues, interplay and future challenges. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 21 (4-5), pp. 393-394, 2005.

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S. A função de decisão multicritério. Parte II: Classificação dos métodos empregados na modelagem multicritério. *ADM.MADE – Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial ANO 2 / Nº 3*, 2003.

GÓMEZ, T. C. Gerenciamento de riscos utilizando o PMBOK. 2010. 85 fls. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Faculdade Lourenço Filho, 2010.

GOVIND, A.; LUKE, R.; PISA, N. Investigating stock-outs in Johannesburg's warehouse retail liquor sector. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, v.11, 2017.

GOYAL, S. et al. The effectiveness of RFID in backroom and sales floor inventory management. *International Journal of Logistics Management*, v.27, ed.3, 795-815, 2016.

GRANT, D.B.; FERNIE, J. Research note: Exploring out-of-stock and on-shelf availability in non-grocery, high street retailing. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 36 (8), pp. 661-672, 2008

GROS, G. Comment on retail assortment, shelf and stockout management: Issues, interplay and future challenges. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, v.21 (4-5), pp. 395-396, 2005.

GRUBOR, A. et al. Shelf based out-of-stocks in the context of employee density. *Engineering Economics*, 28 (4), pp. 446-454, 2017.

GRUBOR, A.; MILICEVIC, N. The analysis of FMCG product availability in retail stores. *Engineering Economics*, 26 (1), pp. 67-74, 2015.

GRUBOR, A.; MILIĆEVIĆ, N.; DJOKIC, N. The effect of inventory level on product availability and sale. *Prague Economic Papers*, 25 (2), pp. 221-233, 2016.

- GRUBOR, A.; MILICEVIC, N.; DJOKIC, N. The impact of store satisfaction on consumer responses in out-of-stock situations. *RBGN-Revista Brasileira e Gestão e Negócios*, v.19, ed.66, 520-537, 2017.
- GRUEN, T. W.; CORSTEN, D. *A Comprehensive Guide to Retail Out-of-Stock Reduction in the Fast-Moving Consumer Goods Industry*, Grocery Manufacturers of America, Washington, DC, 2008.
- GRUEN, T. W.; CORSTEN, D.; BHARADWAJ, S. *Retail Out-of-Stock: A Worldwide Examination of Extent, Causes, and Consumer Response*, Grocery Manufacturers of America, Washington, DC, 2002.
- HARDGRAVE, B.C. et al. Measuring the impact of RFID on out of stocks at Wal-mart. *MIS Quarterly Executive*, v.7, ed.4, 181-192, 2008.
- HELM, R.; HEGENBART, T.; ENDRES, H. Explaining customer reactions to real stockouts. *Review of managerial science*, v.7, ed.3, 223-246, JUL 2013.
- HONHON, D.; GAUR, V.; SESHADRI, S. Assortment Planning and Inventory Decisions Under Stockout-Based Substitution. *Operations Research*, v.58, ed.5, 1364-1379, 2010.
- HONHON, D.; SESHADRI, S. Fixed vs. Random Proportions Demand Models for the Assortment Planning Problem Under Stockout-Based Substitution. *M&SOM-Manufacturing & Service Operations Management*, v.15, ed.3, 378-386, 2013.
- HUANG, H.; LIU, Q. Intelligent retail forecasting system for new clothing products considering stock-out. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 25 (1), pp. 10-16, 2017.
- ISO. Risk management vocabulary. *ISO/IEC Guide 73*, 2002.
- ITO, K. et al. Optimal self-inspection policies of self-service retailers. *Conference Proceedings - 23rd ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design*, pp. 181-184, 2017.
- JACINTO, C.; SILVA, C. A semi-quantitative assessment of occupational risks using *Bow-Tie* representation. *Safety Science*, 48(8), 973-979, 2010.
- JAGABATHULA, S.; VULCANO, G. A partial-order-based model to estimate individual preferences using panel data. *Management Science*, 64 (4), pp. 1609-1628, 2018.
- JING, X.Q.; LEWIS, M. Stockouts in Online Retailing. *Journal of Marketing Research*, v.48, ed.2, 342-354, 2011.
- JUAN, A.A. et al. A simheuristic algorithm for the Single-Period Stochastic Inventory-Routing Problem with stockouts. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 2013.
- KAHN, F. et al. *Transportation Risk Analysis Framework for Arctic Waters*, OMAE 2014, San Francisco, California, USA, 2014.

- KARABATI, S. TAN, B.; OZTURK, O.C. A method for estimating stock-out-based substitution rates by using point-of-sale data. *IIE Transactions*, v.41, ed.5, 408-420, 2009.
- KHAKZAD, N.; KHAN, F.; AMYOTTE, P. Dynamic safety analysis of process systems by mapping *Bow-Tie* into Bayesian network. *Process Safety and Environmental Protection*, 91(1), 46-53, 2013.
- KIIL, K. et al. Inventory allocation of perishables: Guidelines. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 514, pp. 113-121, 2017.
- KIIL, K. et al. Sustainable food supply chains: the impact of automatic replenishment in grocery stores. *Production Planning & Control*, v.29, ed.2, 106-116, 2018.
- KU, H.H. et al. Message-related effects on consumer switching when the preferred product is out of stock. *European Journal of Marketing*, 51 (5-6), pp. 1091-1109, 2017.
- KU, H.H. et al. The impact of retail out-of-stock options on preferences: The role of consumers' desire for assimilation versus differentiation. *Marketing Letters*, v.25, ed.1, 53-66, 2014.
- LIAO, Y. et al. Optimal responses to stockouts: Lateral transshipment versus emergency order policies. *Omega (United Kingdom)*, 49, pp. 79-92, 2014.
- LIU, J.; QIU, G.B.; HUANG, J. Loss-averse retailer's order decision-making under stockout loss situation. *Kongzhi yu Juece/Control and Decision*, 27 (8), pp. 1195-1200, 2012.
- LOWRANCE, W. *Of acceptable risk — science and the determination of safety*. Los Altos, CA: William Kaufmann Inc., 1976.
- MANCINI, A. et al. Smart vision system for shelf analysis in intelligent retail environments. *Proceedings of the ASME 2013 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2013*, v.4, art. No. V004T08A045, 2013.
- MATTILA, H.; KING, R.; OJALA, N. Retail performance measures for seasonal fashion. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 6 (4), 340-351, 2002.
- MAYORGA, M.E.; AHN, H.S.; AYDIN, G. Assortment and inventory decisions with multiple quality levels. *Annals of Operations Research*, v.211, ed.1, 301-331, 2013.
- METZGER, C. et al. Weight-sensitive foam to monitor product availability on retail shelves. *Lecture Notes in Computer Science*, 4480 LNCS, pp. 268-279, 2007.
- MILIĆEVIĆ, N.; GRUBOR, A. The effect of backroom size on retail product availability - operational and technological solutions. *Amfiteatru Economic*, 17 (39), pp. 661-675, 2015.
- MOORTHY, R. et al. Applying image processing for detecting on-shelf availability and product positioning in retail stores. *ACM International Conference Proceeding Series*, 10-13-August-2015, pp. 451-457, 2015.

- MORKUNAS, M.; RUDIENE, E.; NALIVAIIKAITE, D. The assessment of risks of logistic chain based on medicine retail case. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, v.40, ed.1, 63-73, 2018.
- MOUSSAOUI, I. et al. Drivers of retail on-shelf availability: Systematic review, critical assessment, and reflections on the road ahead. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 46 (5), pp. 516-535, 2016.
- MUSALEM, A. et al. Structural Estimation of the Effect of Out-of-Stocks. *Management Science*, v.56, ed.7, 1180-1197, 2010.
- NASCIMENTO, K.R.S.; ALENCAR, M.H. Gerenciamento de riscos em desastres naturais: diagnóstico do contexto atual baseado numa revisão sistemática da literatura sobre eventos NATECH. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2016.
- NICOLA, P. et al. Towards a new approach for the identification of atypical accidents scenarios. *Journal of Risk Research*, 16, 337-354, 2013.
- OKABE, M.; OHTANI, H. Risk estimation for industrial safety in raw materials manufacturing. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22, p. 176-181, 2009.
- PAPAKIRIAKOPOULOS, D. et al. Designing a decision support system to prevent products missing from the shelf. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 238, pp. 423-434, 2012.
- PAPAKIRIAKOPOULOS, D. Predict on-shelf product availability in grocery retailing with classification methods. *Expert Systems with Applications*, 39 (4), pp. 4473-4482, 2012.
- PAPAKIRIAKOPOULOS, D.; PRAMATARI, K.; DOUKIDIS, G. A decision support system for detecting products missing from the shelf based heuristic rules. *Decision Support Systems*, 46(3), 685–694, 2009.
- PARK, Y.B.; YOON, S.J. The Operations of Vending Machine Systems with stock-out-based, one-stage item substitution. *International Journal of Industrial Engineering-Theory Applications and Practice*, v.19, ed.11, 412- 427, 2012.
- PECKHAM, J. O. The consumer speaks. *Journal of Marketing*, v. 27, n. 4, p. 21-26, 1963.
- PEINKOFER, S.T. et al. Assessing the Impact of Price Promotions on Consumer Response to Online Stockouts. *Journal of Business Logistics*, 36 (3), pp. 260-272, 2015.
- PITBLADO, R.; WEIJAND, P. Barrier diagram (bow tie) quality issues for operating managers. *Process Safety Progress*, v.33, n.4, 2014.
- PRAMATARI, K.; MILIOTIS, P. The impact of collaborative store ordering on shelf availability. *Supply Chain Management*, 13 (1), pp. 49-61, 2008.
- QIU, M.; ZHAO, X.; WANG, J. Optimal allocation of a distribution system with the (s,S) inventory policy. *Journal of Tsinghua University*, 46 (5), pp. 749-752, 2006.

QUINN, P. Wal-mart EPC effort paying off in fewer stock-outs: Study. *Supply Chain Systems Magazine*, 25 (11), p. 8, 2005.

RANI, L.; VELAYUDHAN, S.K. Understanding consumer's attitude towards retail store in stockout situations. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, v.20 (3), pp. 259-275, 2008.

REBELO, M. F., SILVA, R. The integration of standardized management systems: managing business risk. *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 34. Iss.3: 395–405, 2016.

ROBERTS, R.; GOODWIN, P. Weight Approximations in Multi-attribute Decision Models. *Journal of Multi-criteria Decision Analysis*, 11, 291-303, 2002.

ROSADO, L. et al. Supervised learning for Out-of-Stock detection in panoramas of retail shelves. *IST 2016 - 2016 IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques*, Proceedings, art. No. 7738260, pp. 406-411, 2016.

ROY, B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996.

SAMPAIO, E.Q.D.; SAMPAIO, M. Managerial response to stockouts: The effect of remedies on consumer behavior. *Produção*, 26 (1), pp. 66-77, 2015.

SATAPATHY, R.; PRAHLAD, S.; KAULGUD, V. Smart Shelfie - Internet of shelves: For higher on-shelf availability. *Proceedings - 2015 IEEE Region 10 Symposium, TENSYPMP 2015*, art. No. 7166240, pp. 70-73, 2015.

SCARPIN, C.T.; STEINER, M.T.A. A methodology for replenishment of products on supermarket sector. *Advanced Materials Research*, 945-949, pp. 2915-2923, 2014.

SCHARY, P. B.; CHRISTOPHER, M. The anatomy of a stock-out. *Journal of Retailing*, Vol. 55 No. 2, pp. 59-70, 1979.

SHAH, D.; KUMAR, V.; ZHAO, Y. Diagnosing Brand Performance: Accounting for the Dynamic Impact of Product Availability with Aggregate Data. *Journal of Marketing Research*, v.52, ed.2, 147-165, 2015.

SHEIK MOHAMED, J.; CHITTIBABU, P.; SREEKANTH, S. Auto signaling for product filling on the shelf in retail mart. *International Journal of Pharmacy and Technology*, 8 (4), pp. 21680-21689, 2016.

SIEBER, E. J.; TOLICH, B. *Risk/Benefit Assessment and Planning. Planning Ethically Responsible Research*, ed.2, SAGE Publications. 239 p, 2012.

SLOOT, L.M.; VERHOEF, P.C.; FRANSES, P.H. The impact of brand equity and the hedonic level of products on consumer stock-out reactions. *Journal of Retailing*, 81 (1), pp. 15-34, 2005.

SRIVATHSAN, S.; KAMATH, M. Performance modeling of a two-echelon supply chain under different levels of upstream inventory information sharing. *Computers & operations research* 77, 2017, 210-225.

STULEC, I. Effectiveness of weather derivatives as a risk management tool in food retail: The case of Croatia. *International Journal of Financial Studies*, v.5, ed.2, 1-15, 2017.

SZAJUBOK, N.K.; de ALMEIDA, A.T.; Classificação de estoques na construção civil com apoio do método multicritério electre-tri. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2004.

TAN, B.; KARABATI, S. Retail inventory management with stock-out based dynamic demand substitution. *International Journal of Production Economics*, 145 (1), pp. 78-87, 2013.

TAUTRIMS, A. et al. Optimizing on-shelf availability for customer service and profit. *Journal of Business Logistics*, v.30, ed.2, 2009.

TON, Z. Why "good jobs" are good 4 retailers. *Harvard Business Review*, 90(1/2), 124–131, 2012.

TON, Z.; RAMAN, A. The effect of product variety and inventory levels on retail store sales: a longitudinal study. *Production and Operations Management*, 19(5), 546–560, 2010.

TRANSCHEL, S. Inventory management under price-based and stockout-based substitution. *European Journal of Operational Research*, v.262, ed.3, 996-1008, 2017.

TROMP, S.O. et al. Retail benefits of dynamic expiry dates - Simulating opportunity losses due to product loss, discount policy and out of stock. *International Journal of Production Economics*, 139 (1), pp. 14-21, 2012.

USMAN, K. Determination of Drivers of Stock-out performance of retail stores using data mining techniques. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Logística). Massachusetts Institute of Technology, Boston, USA.

VARGHEESE, R., DAHIR, H. An IoT/IoE enabled architecture framework for precision on shelf availability: Enhancing proactive shopper experience. *Proceedings - 2014 IEEE International Conference on Big Data, IEEE Big Data 2014*, art. No. 7004418, pp. 21-26, 2014.

VASCONCELLOS, L.H.R., SAMPAIO, M. The stockouts study: An examination of the extent and the causes in the São Paulo supermarket sector. *BAR - Brazilian Administration Review*, 6 (3), pp. 263-279, 2009.

VERHOEF, P.C., SLOOT, L.M. Out-of-Stock: Reactions, antecedents, management solutions, and a future perspective. *Retailing in the 21st Century: Current and Future Trends*, pp. 285-299, 2010.

VINCKE, P. *Multicriteria decision-aid*. Bruxelles: John Wiley & Sons, Inc., 1992.

- WALLER, M.A. et al. Marketing at the Retail Shelf: Exploring Moderating Effects of Logistics on SKU Market Share. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 38(1), 105–117, 2010.
- WALTER, C. K.; GRABNER, J. R. Stockout cost models: empirical tests in a retail situation. *Journal of Marketing*, Vol. 39 No. 3, pp. 56-60, 1975.
- WAN, M. et al. Demand estimation under multi-store multi-product substitution in high density traditional retail. *European Journal of Operational Research*, 266 (1), pp. 99-111, 2018.
- WLODARCZYK, K.. Behavior displayed by Polish consumers in their leisure time in the light of recent research. *Transformations in Business & Economics*, 12(29B), 538–553, 2013.
- WU, T. et al. Supply chain risk management: An agent-based simulation to study the impact of retail stockouts. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 60 (4), art. No. 6193170, pp. 676-686, 2013.
- YANG, J. Q. et al. Inventory competition in a dual-channel supply chain with delivery lead time consideration. *Applied Mathematical Modelling* 42, 675-692, 2017.
- ZELENY, M. Multiple criteria decision making. New York: MacGraw-Hill, 1982.
- ZHOU, W.; PIRAMUTHU, S. Effect of ticket-switching on inventory and shelf-space allocation. *Decision Support Systems*, v.69, 31-39, 2015.
- ZINN, W.; LIU, P. C. Consumer response to retail stockouts. *Journal of Business Logistics*, v. 22, n. 1, p. 49-71, 2001.
- ZINN, W.; LIU, P.C. A comparison of actual and intended consumer behavior in response to retail stockouts. *Journal of Business Logistics*, v.29, ed.2, 2008.
- ZONDAG, M. M.; FERRIN, B. Finding the true voice of the customer in CPG supply chains: Shopper-centric supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 35(3), 268–274, 2014.
- ZUIJDERDUIJN, C. Risk Management by Shell Refinery/ Chemicals at Pernis, the Netherlands. *Seveso 2000 European Conference*, Athens (Ed. G Papadakis), 2000.