



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

HANSER STEVEN JIMÉNEZ GONZÁLEZ

PLANEJAMENTO DE PEDIDOS EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO *BUSINESS-TO-CONSUMER*

RECIFE
2018

HANSER STEVEN JIMÉNEZ GONZÁLEZ

PLANEJAMENTO DE PEDIDOS EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO *BUSINESS-TO-CONSUMER*

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gerencia da produção

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Alexandre Virgínio Cavalcante.

RECIFE
2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

G643p González, Hanser Steven Jiménez.
Planejamento de pedidos em centros de distribuição *business-to-consume* /
Hanser Steven Jiménez González. - 2018.
95 folhas, il., tab.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Alexandre Virgínio Cavalcante.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa
de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2018.
Inclui Referências e Apêndices.

1. Engenharia de Produção. 2. Logística. 3. Planejamento de pedidos.
4. Inventário. 5. Seleção de pedidos. I. Cavalcante, Cristiano Alexandre Virgínio
(Orientador). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.) BCTG/2018-160



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO ACADÊMICO DE

HANSER STEVEN JIMÉNEZ GONZÁLEZ

“PLANEJAMENTO DE PEDIDOS EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO BUSINESS-TO-CONSUMER”

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do(a) primeiro(a), considera o(a) candidato(a) **HANSER STEVEN JIMÉNEZ GONZÁLEZ, APROVADO(A)**.

Recife, 22 de fevereiro de 2018.

Prof. CRISTIANO ALEXANDRE VIRGÍNIO CAVALCANTE, Doutor (UFPE)

Prof. DANIELLE COSTA MORAIS, Doutora (UFPE)

Prof. JOSÉ MAURÍCIO DE BARROS BEZERRA, Doutor (UFPE)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, doador da vida e fonte de misericórdia, que me permitiu viver e aproveitar cada momento desta experiência;

Aos meus pais, Nurys González e Roberto Jiménez, pelo apoio, bondade, respeito e amor incondicional dado a cada segundo;

Aos meus irmãos Ayleen e Brayan, pelo amor e respaldo integral em cada um dos meus projetos, e pela compreensão ante os momentos de ausência causados pela distância;

Ao meu orientador, Cristiano Alexandre Virgínio Cavalcante, pela confiança na minha capacidade e pelos conhecimentos transmitidos, tanto em matéria acadêmica, quanto no nível pessoal, contribuindo assim na minha formação integral;

Aos professores do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção – PPGEP, da Universidade Federal de Pernambuco, ao governo Brasileiro e à CAPES, pela bolsa de estudos a mim concedida, fazendo possível minha permanência no Brasil;

Aos meus amigos; Lucas Frederico, Tulio Orrego, Deyvison Souza, e Dario Martelo, pelo apoio constante nos momentos de dificuldade que encarei durante o desenvolvimento deste trabalho. A sua qualidade humana e intelectual foi de grande ajuda em cada momento.

RESUMO

O ambiente de comércio eletrônico *business-to-consumer* (B2C) está caracterizado por uma demanda volátil, devido a fatores como o tratamento simultâneo das exigências de segmentos de clientes muito diferentes, o alargamento da janela de tempo de ordenação, flutuações no preço, excessiva disponibilidade temporal de produtos, acumulação de demanda para economias de frete, entre outros. Adicionalmente aos padrões anuais de demanda, a demanda proveniente do B2C varia dinamicamente entre o dia e a noite e durante a semana, por fatores inerentes à natureza do cliente eletrônico. Neste contexto de demanda altamente variável é crucial um adequado planejamento de pedidos em centros de distribuição, que frequentemente lidam com *stock-out's*, resultando no comprometimento do nível de serviço pelo envio de pedidos incompletos, e em custos adicionais pelo envio de pedidos em remessas parciais. Esta pesquisa propõe um planejamento de pedidos baseado em um modelo de gerenciamento de inventário que considera a margem de cada produto e o grau de comprometimento do estoque, no atendimento de pedidos completos, considerando *drop-shipping* como uma alternativa para o atendimento de pedidos. Os resultados da simulação e os testes estatísticos mostram que as duas políticas de planejamento propostas proporcionam uma melhoria na margem total e na taxa de atendimento de pedidos, sem comprometer a eficiência de *picking*, quando comparadas com a regra tradicional FIFO, sendo que a regra de criticidade dinâmica é sempre superior à regra de criticidade estática. Adicionalmente, a taxa de melhoria da taxa de atendimento de pedidos e da margem total para as duas políticas propostas aumenta à medida que a demanda aumenta, amortecendo o efeito da diminuição no número de clientes atendidos com o estoque interno que é causado pela indisponibilidade de inventário.

Palavras-chave: Logística. Planejamento de pedidos. Inventário. Seleção de pedidos.

ABSTRACT

The business-to-consumer (B2C) e-commerce environment is characterized by volatile demand, due to factors such as the simultaneous handling of very different customer segments, the lengthening of the ordering window, price fluctuations, excessive temporal availability of products, accumulation of demand for freight economies, among others. Additionally, demand from B2C dynamically changes due to factors intrinsic to the nature of the electronic customer. In this context of highly variable demand, adequate order planning is essential in distribution centers, which often deal with stock out's, resulting in a decrease in the level of service by sending incomplete orders and in additional costs by sending orders in more of a consignment. This research proposed an order planning for to-consumer business distribution centers, which use drop shipping as an alternative for the fulfillment of complete orders. Order planning is based on an inventory management model that considers the profit of each product and the degree of commitment of the internal stock in the optimal allocation of inventory and the service of more clients. In addition, the influence of the proposed planning policies on picking efficiency was evaluated. The results show that the two proposed planning policies provide an improvement in the total profit and the order fulfillment rate, without compromising the picking efficiency, when compared to the traditional first-in-first-out rule (FIFO), with the rule of dynamic criticality always higher than rule of static criticality. In addition, the rate of improvement of the OFR and the total profit for the two policies proposed in relation to FIFO rule increases as demand increases, cushioning the effect of the decrease in the number of clients served that is caused by the unavailability of inventory.

Keywords: Logistics. Order planning. Inventory. Order picking.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1-Metodologia proposta	18
Figura 2.1-Gerenciamento da logística.....	21
Figura 2.2 -Sistema <i>picker to parts</i> de um nível	25
Figura 2.3 -Sistemas de order <i>picking</i>	26
Figura 2.4- Principais relações em <i>e-commerce</i>	33
Figura 3.1 -Algoritmo de criticidade estática	50
Figura 3.2-Algoritmo de criticidade dinâmica	51
Figura 3.3-Comparação de OFR para FIFO, Criticidade Dinâmica, e Criticidade estática.	55
Figura 3.4-Comparação de Margem para FIFO, Criticidade Dinâmica, e Criticidade estática.	56
Figura 3.5-Taxa de melhoria de OFR para Criticidade estática e dinâmica.....	58
Figura 3.6-Taxa de melhoria da Margem Total para Criticidade estática e dinâmica.....	59
Figura 3.7-Layout do armazém-exemplo numérico	64
Figura 3.8-Eficiência de <i>picking</i> para FIFO, Criticidade estática, e Criticidade dinâmica sob diferentes estratégias de <i>picking</i>	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1-Exemplo de alocação de inventario FIFO	44
Tabela 3.2-Dados do exemplo numérico	65
Tabela 3.3-Desempenho das políticas de planejamento	66
Tabela 3.4-ANOVA de uma via para OFR	66
Tabela 3.5-ANOVA de uma via para Margem total	66
Tabela 3.6-ANOVA de dois fatores	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	13
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo geral	15
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	JUSTIFICATIVA	16
1.4	METODOLOGIA	17
2	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA	20
3.1	LOGÍSTICA EMPRESARIAL	20
3.2	GESTÃO DE ARMAZÉM	21
3.3	ORDER PICKING	24
3.3.1	Sistemas de <i>picking</i>	26
3.3.2	Estratégias de <i>order-picking</i>	29
3.4	E-COMMERCE	32
3.4.1	Business to consumer (B2C)	33
3.4.2	Business to business (B2B)	34
3.4.3	Consumer to consumer (C2C)	34
3.5	DESAFIOS DE <i>E-COMMERCE</i>	35
3.6	<i>ORDER-FULFILLMENT</i>	38
3.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
4	DESENVOLVIMENTO DO MODELO	43
4.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E ESTRUTURAÇÃO DO OBJETIVO	43
4.2	MODELO	46
4.2.1	Criticidade	47
4.2.2	Desempenho do modelo	49
4.3	CASO NUMÉRICO	52
4.3.1	Planejamento de pedidos	52
4.3.2	Efeito sobre a eficiência de <i>picking</i>	60

5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	70
5.1	CONCLUSÕES	70
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	71
	REFERÊNCIAS	73
	APÊNDICE A.....	79
	APÊNDICE B.....	84
	APÊNDICE C.....	89

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as atividades produtivas são desenvolvidas no contexto de uma economia globalizada que exige adaptação às aceleradas mudanças do mercado, visando oferecer respostas rápidas e apropriadas às demandas do consumidor. O uso da Internet tem desempenhado um papel muito importante na conquista de novos mercados geográficos, permitindo comunicar rapidamente organizações e indivíduos que diariamente estão conectando seus sistemas de computador (Ingham, Cadieux & Berrada, 2015). Atualmente, a Internet atinge 46,1% da população mundial, o que representa cerca de 3,4 bilhões de usuários de Internet em uma população mundial de 7,43 bilhões (Internet Live Stats, 2016). Isso não só abre o acesso a grandes quantidades de informações, mas também representa a oportunidade de negociar em escala global.

Para muitas empresas, especialmente as pequenas e médias, o comércio eletrônico (*e-commerce*) constitui uma oportunidade de alcançar novos mercados e aumentar a lucratividade. Permite também introduzir novos processos de gestão que agilizem a cadeia de suprimentos e melhoram a eficácia da empresa (Canetta, Cheikhrouhou & Glardon, 2013). Além disso, elimina a necessidade de publicidade impressa; fornece um range muito amplo de produtos; facilita a troca de informações sobre os produtos, diminuindo o custo de pesquisa por parte do cliente; permite a customização da oferta através da criação de perfis de compra online; permite a realização de compras e o pagamento das mesmas desde qualquer lugar; permite a entrega do produto diretamente no domicílio; flexibiliza o recebimento de produtos através de faixas de horário escolhidas pelo cliente; por último, alguns tipos de bens como música, filmes, etc., podem ser digitalizados evitando a necessidade de infraestrutura de distribuição (Brynjolfsson *et al.*, 2003; Rushton, 2010).

Além de oferecer um sem-número de vantagens para as organizações e os consumidores, a natureza do comércio eletrônico também pode constituir um desafio significativo para as empresas que anteriormente utilizavam apenas canais tradicionais de vendas. Estes desafios dizem principalmente respeito ao padrão de demanda, as características do fluxo de pedidos e a variabilidade/incerteza esperada (Canetta, Cheikhrouhou & Glardon, 2013). Um dos modelos de negócio de Internet mais populares é chamado *business-to-consumer* (B2C). Neste sistema de negócios, as organizações vendem bens e serviços diretamente para o cliente

através de uma plataforma online (Allan & Shaffer 2001). As particularidades do sistema B2C trazem vários desafios para a cadeia de distribuição. Entre estes, podem ser mencionados: pequenas remessas de alta frequência, exigência de entrega em menor tempo por parte do cliente, dependência da disponibilidade do cliente para receber o produto, um perfil de cliente que demanda qualidade no serviço, mas não está disposto a pagar por ela, maior quantidade de devoluções, modelos de cidades congestionadas e ruas sem infraestrutura para entregas a domicílio, etc. (Liao & Cheung, 2001; Panayotis, 2001; Francesc & Galván 2005; Hompel, 2006).

Embora uma das iniciativas do B2C seja minimizar cada vez mais o volume de produtos armazenados, esta atividade logística continua sendo necessária, pois representa o *link* entre o produtor e o consumidor final (Richards, 2014). Um excelente desempenho logístico dos armazéns pode abrir novos mercados, garantindo velocidade, qualidade e custos mínimos, que são os fatores que todo cliente demanda (Frazelle, 2002; Hompel, 2006). Nos armazéns que apoiam o comércio eletrônico não é diferente e, desta forma, a tomada de decisões estratégicas e operacionais da armazenagem deve ser feita com cuidado, considerando os desafios que o comércio eletrônico impõe sobre o atendimento de pedidos. O atendimento de pedidos, também conhecido como *order- fulfillment*, é considerado como uma das operações mais caras e críticas do comércio eletrônico (de Koster, 2002; Lummus and Vokurka, 2002).

Uma das operações que tem grande impacto sobre o *order-fulfillment* é o *order-picking*. Esta atividade consiste na pega dos itens demandados, nos locais de armazenamento, e a posterior classificação dos mesmos, com a finalidade de consolidar os pedidos (Rushton A, et.al, 2010). O *order-picking* não só é a atividade mais intensiva e mais cara do armazém, mas também representa um desafio para automatizar, pode ser difícil de planejar, é propensa ao erro, e crucialmente tem um impacto direto sobre o nível de serviço (Richards, 2014). Devido à estreita relação entre as instalações técnicas, a estrutura do processo e da organização e a gestão da informação, o desenho e o funcionamento dos sistemas de *order-picking* são tarefas muito complexas, que merecem atenção especial (Hompel, 2006). Especificamente em um ambiente B2C, a qualidade do *picking* é altamente importante, uma vez que o pedido montado é entregue diretamente ao cliente final. Além disso, a chegada frequente de pedidos de tamanho pequeno torna a atividade de *picking* mais intensiva em mão-de-obra, aumentando assim a necessidade de eficiência.

Algumas questões importantes a serem consideradas no planejamento da operação de *picking* são: a alocação dos produtos, a estratégia de *picking*, a movimentação ou roteamento dos selecionadores (*pickers*) dentro do armazém, o *layout*, entre outros (Emmet, 2005; Richards, 2014). Especificamente a estratégia de *order-picking* define como e quando as ordens são recuperadas e o equipamento requerido, o que impacta diretamente a eficiência da operação. A depender da estratégia, o tempo de *picking* pode representar mais de 50% do tempo de trabalho do *picker*. Para executar o *picking* primeiramente é necessário estabelecer a utilização do estoque, definindo o grupo de pedidos que serão atendidos durante um período específico e a prioridade de atendimento, para assim depois elaborar as listas de seleção. Esta decisão, conhecida como planejamento de ordens, tem uma influência importante sobre o gerenciamento do inventário e sobre o agrupamento dos pedidos, podendo influenciar assim na eficiência da operação de *picking* e no nível de serviço oferecido ao cliente (Rim & Park, 2008).

Esta pesquisa propõe um algoritmo para determinar como deve ser feito o planejamento de ordens em armazéns que apoiam o comércio eletrônico B2C, usando *drop-shipping* parcial (o fornecedor é responsável por uma parte do atendimento de pedidos) como uma alternativa de atendimento de pedidos. O algoritmo aloca o inventário limitante a pedidos que cheguem a um armazém diariamente, através da Internet, determinando que pedidos são atendidos com o estoque interno, e que pedidos são atendidos via *drop-shipping*. Especificamente, o algoritmo procura a melhoria da taxa de atendimento de pedidos (pedidos completados em relação a pedidos demandados) e da margem total, em relação às políticas tradicionais, usando como critério o índice de criticidade. O critério é proposto nesta pesquisa e representa uma relação entre o grau de comprometimento do inventário para cada pedido e a margem de cada pedido. Por último, foi determinado o efeito do modelo sobre a eficiência da operação de *picking* sob diferentes estratégias de *picking*.

1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O ambiente de comércio eletrônico atualmente está caracterizado por uma quantidade crescente de pedidos frequentes e de pequeno tamanho. Estes pedidos devem ser enviados diretamente aos lares dos clientes que fazem a compra desde algum dispositivo conectado à Internet (*business-to-consumer*). Neste cenário, aproximadamente 80% dos itens que

compõem os pedidos frequentes do armazém, estão representados por itens de baixo volume de vendas ou baixa taxa de lucro unitário, que representam a maior proporção do lucro total da organização. Este comportamento é chamado de fenômeno de cauda longa (Anderson, 2004) e sugere que, diferentemente dos armazéns tradicionais onde o gerenciamento do estoque se concentra em 20% dos itens (itens importantes), nos armazéns que apoiam o comércio eletrônico é necessário também um gerenciamento de estoque cuidadoso para itens de cauda longa ou de 80% (Hompel, 2006; Van den Berg, 2007).

Para atender a demanda dos pedidos é imprescindível manter um nível adequado de estoque. Embora um nível de estoque excessivamente alto para todos os itens pode resultar em uma elevada taxa de atendimento de pedidos e em um alto nível de serviço para os clientes, também pode causar o aumento do custo do inventário e a obsolescência potencial de produtos, especialmente em produtos de alta tecnologia que tendem a ser caros. Especificamente em centros de distribuição de *e-commerce*, a falta de estoque (*stock out*) é um problema frequente que deve ser controlado. Nestes armazéns, a probabilidade de ocorrência de *stock-out* é mais alta em relação ao comércio tradicional devido ao *mix* de produtos ofertados e a variabilidade da demanda que são muito maiores, fazendo com que o gerenciamento dos estoques se torne mais complexo (Schniederjans, Cao & Triche, 2013; Graham, Manikas, & Folinas, 2013). A falta de itens na operação de *picking* pode aumentar o número de pedidos incompletos que são consolidados e enviados ao cliente, afetando o nível de serviço. Além disso, o envio de pedidos incompletos afeta a eficiência de custos devido á necessidade de envio em duas ou mais remessas parciais (Geunes, 2006).

O planejamento de pedidos é uma decisão importante que permite fazer frente aos problemas de gerenciamento de inventário no comércio eletrônico. Este define como o inventário deve ser alocado aos pedidos que chegam ao armazém, e define a prioridade com que os pedidos devem ser atendidos. Ao mesmo tempo em que melhora o racionamento do inventário, a forma como o planejamento de pedidos é feito pode afetar a eficiência da consolidação (*order-picking*), pois o planejamento de pedidos juntamente com a estratégia de *picking* determinam o agrupamento dos pedidos (composição das listas de *picking*) no momento de execução da operação, afetando diretamente o tempo médio de recuperação de pedidos, a taxa de atrasos e em consequência o custo operacional. Um baixo desempenho da atividade de *picking* pode trazer como consequência um baixo nível de serviço e um alto custo

operacional para o armazém e em consequência para a cadeia de suprimentos. Especificamente, os custos da operação de *picking* representam mais de 50% dos custos diretos do armazém (Emmett, 2005; Rushton, et.al, 2010).

Apesar do planejamento de pedidos ser uma decisão importante para um adequado gerenciamento do inventário, e conseqüentemente para a satisfação do cliente e a eficiência da operação de *order-picking* em comércio eletrônico, até então não recebeu suficiente atenção por parte dos pesquisadores. Para o desenho da operação considera-se que durante o *picking-tour* os itens dos pedidos estarão sempre disponíveis, o que nem sempre acontece, e em outros casos considera-se o desenvolvimento de políticas de racionamento de inventário apenas para uma classe de itens. Além disso, as pesquisas estão centradas na tomada de decisões estratégicas, relacionada com: otimização de rotas, otimização de armazenamento de produtos, escolha da estratégia de *picking*, etc., sem considerar que o planejamento de ordens deve ser cuidadosamente realizado antes da execução sofisticada da atividade de *order-picking*, para garantir um desempenho eficiente da operação.

O problema que motiva esta pesquisa é a necessidade de determinar um planejamento de pedidos adequado que considere os desafios que o ambiente *e-commerce* impõe sobre o gerenciamento do inventário. Para solucionar o problema, devem ser respondidas as seguintes questões: quais pedidos deverão ser atendidos no período atual com um estoque limitante, quais pedidos deverão ser atendidos via *drop-shipping* e como se vê afetada a eficiência de *picking*.

1.2 OBJETIVOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho de pesquisa e, segundo a descrição do problema que se deseja propor uma solução, expõem-se a seguir os objetivos que conduzirão as atividades a serem realizadas.

1.2.1 **Objetivo geral**

Determinar o planejamento de pedidos em um centro de distribuição considerando os desafios do ambiente *e-commerce* B2C, através de um modelo que determinem a adequada alocação do inventário.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral proposto, será necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

- determinar o cenário e as condições mais relevantes no funcionamento dos armazéns;
- determinar o indicador mais adequado para mensurar a importância de cada pedido;
- desenvolver um algoritmo para a alocação do inventário;
- validar o modelo proposto mediante simulação; e
- determinar o efeito do modelo sobre a eficiência das principais estratégias de *order-picking*.

1.3 JUSTIFICATIVA

As empresas tradicionais que pretendem entrar no mercado *online* têm que conceber e implementar estratégias de comércio eletrônico, com a finalidade de desenvolver um plano global para o negócio, aumentando a eficácia organizacional e esclarecendo a direção das atividades organizacionais (Chang, Jackson & Grover, 2003). Especificamente, para realizar o planejamento de ordens em ambientes de negócio B2C, são necessárias estratégias em forma de regras de decisão simples que determinam como será feito o racionamento do inventário. Um adequado racionamento de estoque em comércio eletrônico oferece maiores oportunidade de lucro nos ambientes de serviço e fabricação, onde a segmentação do cliente é possível através de tratamentos de serviços diferenciais (Ayanso, Diaby & Nair, 2006).

Esta pesquisa propõe um algoritmo para determinar o planejamento de ordens em um armazém que apoia o sistema de negócios B2C. O algoritmo permite a melhoria da taxa de atendimento de pedidos, alocando um inventário limitante aos pedidos que chegam diariamente a um armazém, usando como base um critério que determina a urgência de cada ordem. O critério proposto conhecido como “criticidade” permite determinar quais pedidos serão atendidos durante o período atual e quais serão atendidos via *drop-shipping* (ordens com

stock out de algum item), analisando o grau em que cada pedido compromete o inventário e a margem que oferece. A política evita o atraso das ordens não atendidas com o estoque interno, garantindo também que cada pedido é atendido de forma completa. O atendimento de pedidos completos evita o envio de pedidos em mais do que uma remessa, e conseqüentemente evita a diminuição do nível de serviço e elimina o custo correspondente de envio. Além disto, o modelo considera de forma parcial a ordem de chegada dos clientes que são atendidos com o estoque interno, diminuindo a probabilidade de atrasos por falta de disponibilidade de tempo operacional para *picking*, para o caso dos clientes que chegam primeiro. De forma geral, a abordagem desta pesquisa permite o uso eficiente do estoque e a melhoria da margem total e do nível de serviço.

1.4 METODOLOGIA

O presente trabalho de pesquisa foi desenvolvido considerando quatro fases principais que permitiram estabelecer o fluxo lógico do estudo e o desenvolvimento do modelo matemático. As fases vão desde o estabelecimento do cenário de pesquisa fazendo uso de fontes bibliográficas disponíveis, até a validação do modelo mediante a exploração de dados simulados. A forma como cada fase está constituída se apresenta na figura 1.1.

A primeira fase faz referência à identificação das características atuais que definem o cenário onde o problema foi percebido. Para isto, foi estabelecido um estado da arte sobre definição e evolução do conceito de logística empresarial, incluindo: caracterização sobre dados atuais e práticas em armazéns; a importância da gestão de armazenagem, estratégias de *picking*, e finalmente, fazendo referência ao conceito de comércio eletrônico, e aos desafios do planejamento de pedidos e o gerenciamento de inventário, que é o ponto central da pesquisa. Para reunir a informação necessária, foram utilizadas diferentes fontes principais de informação (livros, documentos de revistas científicas, estudos de caso, dissertações, etc.) consideradas válidas no contexto de desenvolvimento de trabalhos acadêmicos.

A segunda fase focou na construção do modelo matemático que permite a determinação da alocação do inventário e o sequenciamento dos pedidos. Para isto, foram utilizadas as informações reunidas durante a fase anterior, considerando a afinidade do modelo com os elementos que estruturam o contexto de decisão previamente definido. A terceira fase foi completamente exploratória, uma vez que foram realizados testes de aplicação do modelo

proposto em situações simuladas – que não devem fugir da realidade dos armazéns – para obter conclusões sobre as vantagens que se obtém na tomada de decisões fazendo uso do modelo de planejamento de pedidos desenvolvido. Por último, na fase 4, foi avaliado o efeito da aplicação do modelo sobre a eficiência das principais estratégias de *order-picking*, para determinar como a execução desta operação se vê afetada sob diferentes condições.

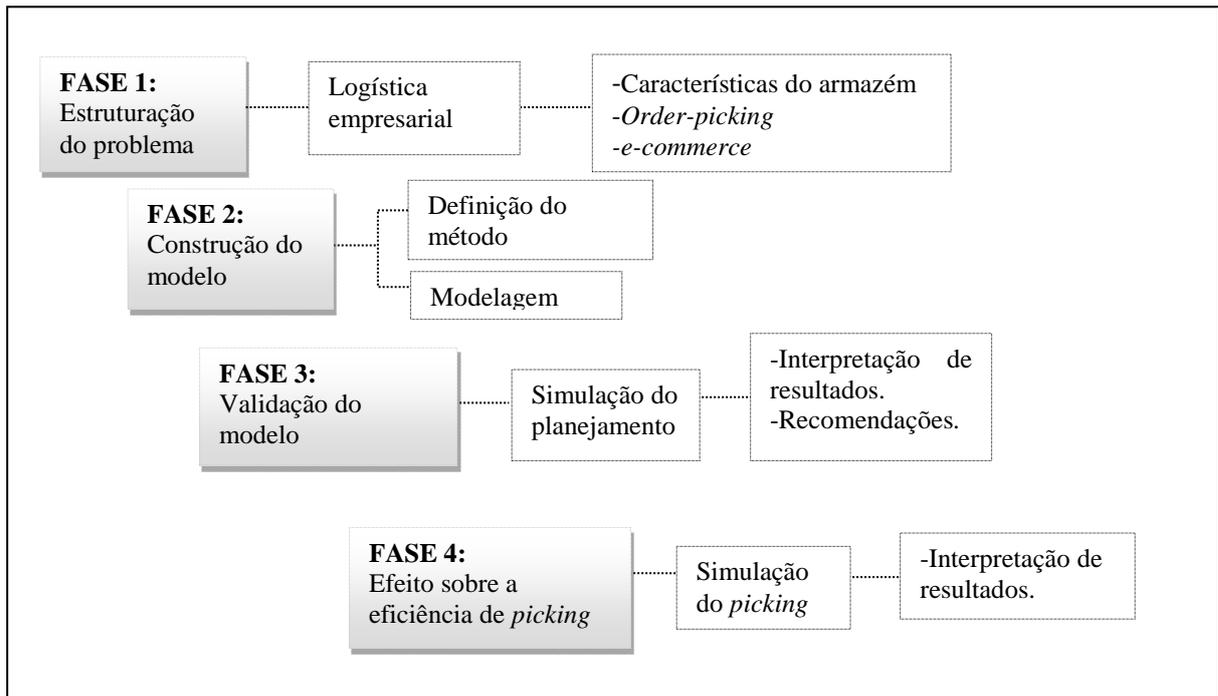


Figura 1.1-Metodologia proposta, Fonte: Esta pesquisa (2017)

Para realizar a simulação, os parâmetros operacionais dos armazéns foram obtidos da literatura. Esses parâmetros incluem: tempo médio de resposta, custos de mão de obra, custos de classificação de pedidos, quantidade disponível de *pickers*, horas de trabalho disponível por período, tempos médios de classificação e de separação de pedidos, etc. As conclusões do trabalho incluirão o desempenho do modelo, e o efeito do modelo sobre a eficiência da operação de *picking*.

Uma vez desenvolvido o modelo, este pode ser usado como uma ferramenta gerencial para determinar o planejamento diário das ordens que chegam a um armazém de comércio eletrônico, determinando o uso do estoque interno.

2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho de pesquisa está estruturado em cinco capítulos:

O capítulo I apresenta a introdução, o objetivo geral e os objetivos específicos, a justificativa sobre o desenvolvimento da pesquisa e a metodologia utilizada. O capítulo II proporciona elementos conceituais que suportam o trabalho de pesquisa, incluindo noções relevantes sobre a gestão logística e a gestão de armazéns (ambientes em que se desenvolve a atividade de *order-picking*), conceitos principais sobre a atividade de sequenciamento, recuperação e separação de ordens de pedido. O capítulo também apresenta conceitos sobre o ambiente de comércio eletrônico no contexto atual do planejamento de pedidos segundo artigos científicos desenvolvidos recentemente. O capítulo III expande um modelo para o planejamento de ordens que chegam diariamente a um armazém, no contexto do ambiente *e-commerce*, o qual é posto à prova mediante a simulação de um exemplo numérico no capítulo IV. Neste mesmo capítulo apresenta-se a avaliação do impacto do modelo proposto sobre a eficiência da atividade de *picking*, esta avaliação é feita através da determinação do tempo médio de *picking* para várias estratégias de *order-picking*, mediante uma aplicação numérica. Finalmente, no capítulo V são apresentadas as conclusões da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção apresentam-se diferentes conceitos que fundamentam o desenvolvimento do projeto de pesquisa. Considerando que o estudo se concentra na proposta de uma ferramenta gerencial-operacional focada em dois aspectos específicos, a saber: gestão de armazenagem e modelagem, estes tópicos serão aprofundados até alcançar um referencial que proporcione uma fácil compreensão do presente texto.

3.1 LOGÍSTICA EMPRESARIAL

Segundo a CSCMP (2011) a logística é a parte da gestão da cadeia de abastecimento que planeja, implementa e controla o funcionamento eficiente e eficaz para o fluxo de materiais, o fluxo reverso e a armazenagem de bens, serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de cumprir a exigência dos clientes. Já a gestão de logística, é uma função integradora, que coordena e otimiza todas as atividades da logística, bem como integra essas atividades com outras funções, incluindo marketing, produção, vendas, finanças e tecnologia da informação.

Uma visão amplamente aceita que ajuda a entender o conceito de logística é considerá-la como a soma do gerenciamento de materiais e as atividades de distribuição. Assim, a gestão de suprimentos e materiais representa o armazenamento, o fluxo de materiais e o fluxo reverso através do processo de produção, enquanto a distribuição representa o armazenamento e o fluxo desde o ponto de produção final até o usuário ou cliente final (Rushton et.al, 2014).

A Figura 2.1, mostra como ocorre o fluxo de informações e de materiais através da cadeia de suprimento, mediante o gerenciamento da logística. A informação sobre as preferências e necessidades do cliente, assim como a percepção sobre a qualidade do produto passam pela cadeia de distribuição oferecendo uma realimentação a cada integrante responsável pela conformação do produto. Ao mesmo tempo, os materiais passam pelas mãos de cada integrante para dar valor agregado ao produto, até chegar ao cliente. Segundo Christopher (2016), é possível estabelecer, que a missão do gerenciamento da logística é planejar e coordenar todas as atividades necessárias para alcançar um nível de serviço e qualidade desejados, ao menor custo possível, como meio para a satisfação do cliente, fazendo uso de uma adequada gestão de informações e materiais.

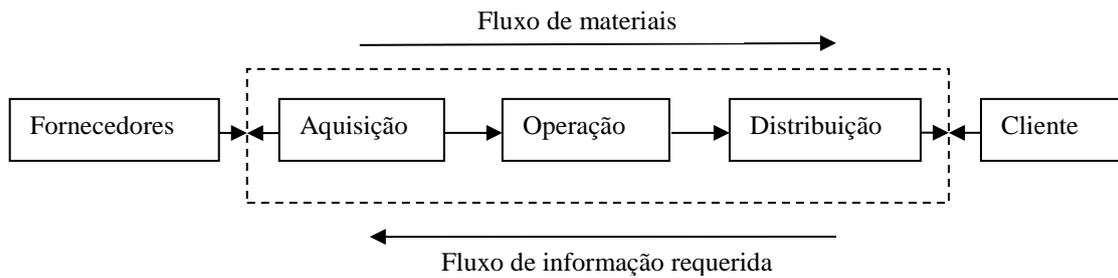


Figura 3.1-Gerenciamento da logística, Fonte: Adaptado de Christopher (2016)

Uma área que se tornou cada vez mais importante nos últimos anos é e-Logística. Este conceito faz referência ao uso da tecnologia de informação (TI) como ferramenta para o gerenciamento de materiais e informação. O emprego de TI vai desde a aplicação de *softwares*, até o uso de identificação por radiofrequência, Internet e a *World Wide Web* (Graham, Manikas & Folinas, 2013). A experiência nesta área mostra que uma logística eficiente e sistemas de fluxo rápido de materiais determinam o sucesso ou fracasso de um projeto (Hompel, 2006). Contudo, os sistemas de distribuição clássicos muitas vezes não cumprem os requisitos da e-logística. A causa disto é o manuseio altamente flexível e rápido de encomendas pequenas e frequentes, em linha, com ordens e gamas de itens que variam dinamicamente, que caracterizam o e-commerce (Hompel, 2006; Canetta, Cheikhrouhou & Glardon, 2013).

A logística está composta por um conjunto de atividades, que dão suporte ao gerenciamento de materiais e da operação de distribuição. Uma destas atividades é a gestão de armazéns. Esta é fundamental, e representa um alto custo, um investimento considerável em instalações, além de desempenhar um papel chave no nível de serviço oferecido ao cliente. Considerando a importância da armazenagem para os sistemas logísticos, este conceito será aprofundado a seguir.

3.2 GESTÃO DE ARMAZÉM

O papel de uma cadeia de suprimentos é entregar os produtos adequados, na quantidade correta, ao cliente certo, no lugar certo, no momento adequado, nas condições corretas, e ao preço justo (Richards, 2014). O armazém é um *link* crucial para esta função, ao manter disponíveis materiais e produtos para serem produzidos e adquiridos de forma eficiente (Van den Berg 2007). Assim, entregar o produto adequado na quantidade correta está baseado em

realizar as atividades de *picking* e despachos com precisão. Para entregar ao cliente adequado, no lugar e tempo certo, requer que o produto seja etiquetado corretamente, que seja carregado no veículo certo, com o tempo suficiente para cumprir o prazo de entrega. Para entregar o produto nas condições corretas, o armazém tem que garantir que o produto saia limpo e livre de danos. Por último, ao preço justo requer uma operação rentável que ofereça relação qualidade-preço (Keller, 2013; Richards, 2014).

Os clientes sempre esperam velocidade, qualidade e custos mínimos na obtenção dos seus produtos (Hompe, 2006). Para oferecer estes benefícios ao cliente, é necessário o uso efetivo e eficiente do tempo e do espaço do armazém, através da adequada planificação de todas as atividades que ocorrem dentro do mesmo, tais como: recepção, armazenamento, consolidação, separação, *kitting*, *picking* e o envio de pedidos, proporcionando assim, serviços de valor agregado. Adicionalmente, a eficiência operacional obtida nas atividades de armazenagem permite também o aproveitamento das economias de escalas (Emmett, 2011; Keller, 2013).

Os materiais ou produtos em um armazém, usualmente fluem através de várias funções: a recepção, o *put-away*, o armazenamento, a consolidação de pedidos e o envio. A recepção começa quando os produtos são entregues ao armazém nas docas de recepção, geralmente através de caminhões. Nesta operação é verificada e registrada a quantidade e o estado dos produtos, alocando um rotulo exclusivo de identificação a cada um deles, para rastrear o movimento dos pallets. Depois de receber os produtos, é necessário fazer o *put-away*, nesta operação simplesmente movimentam-se os produtos da pista de recebimento até o lugar de armazenagem, seja na área de reserva ou na área de *picking* (Van den Berg 2007). A operação de armazenagem usa sistemas de armazenamento que podem ser classificados como sistemas de carga unitária e sistemas de pequena carga. Os sistemas de armazenamento de carga unitária são usados para alojar grandes cargas, como pallets completas ou caixas grandes. O empilhamento de blocos ou armazenamento em rack são exemplos de sistemas de armazenamento típico usados. Já os sistemas de armazenamento de pequena carga alojam cargas como recipientes ou caixas pequenas, onde a capacidade máxima por local de armazenamento é tipicamente inferior a 500 lbs (Manzini, 201). Uma vez que os produtos estão armazenados, é possível acessar a eles para conformar os pedidos. A seleção de pedidos também conhecida como *order-picking* é o processo de recuperação de itens do armazém para atender a uma ordem específica do cliente. Esta também pode incluir a embalagem de itens ou

sortimentos individuais. Quando um pedido consiste em mais de um item, pode ser necessário ordenar e/ou acumular itens em ordens individuais, de acordo com a estratégia de *picking* empregada. Uma vez os pedidos são consolidados, é necessário realizar o envio. Esta última atividade está envolvida com operações de embalagem e agrupamento de pedidos, que usualmente é feita com uma esteira transportadora colocada em direção à saída do produto para o carregamento.

Um pobre desempenho do armazém em relação às atividades anteriormente mencionadas pode trazer sérios prejuízos para empresa, sem mencionar na cadeia de distribuição por completo. Um efeito importante é a complexidade no gerenciamento: Se existem diferenças entre os registros de inventário e o inventário real resulta em uma dificuldade para outros departamentos decidir quanto pode ser comprado, produzido ou vendido. Como resultado, os níveis de inventário aumentam para compensar possíveis discrepâncias no inventário e a empresa requer esforços para gerenciar os incidentes resultantes. Da mesma forma, se o armazém frequentemente envia mercadorias atrasadas ou incorretamente, então a empresa precisa de reservas adicionais para manejar as incertezas (Van den Berg 2007).

Outro efeito importante de um pobre desempenho do armazém é um baixo nível de serviço. Erros nas entregas podem causar prateleiras vazias em lojas ou armazéns à jusante que podem resultar em vendas perdidas, e em situações de tempo crítico pode até tornarem a operação do cliente ineficaz. Em geral, os clientes ficam insatisfeitos quando os produtos chegam tarde ou incorretamente (Hompel, 2006). Eles se queixam, exigem uma compensação ou até mesmo mudam de negócio para um concorrente. Além disso, as entregas incorretas devem ser devolvidas e as mercadorias corretas devem ser entregues com custos adicionais substanciais. Finalmente, podemos considerar como um efeito importante, altos custos da logística, que representam aproximadamente o 9% do preço de venda, e chega até 11% se incluirmos os custos de abastecimento de matérias primas e produtos semiacabados, sendo que a margem de lucro média desses produtos é de 4%, de tal forma que a redução desses custos pode ter um impacto substancial na margem de lucro. O gerenciamento dos custos da logística se torna ainda mais crítico, considerando os desafios atuais, tais como: ordens de pedido menores e mais frequentes, preços elevados do combustível e maior congestionamento no tráfego, resultando no aumento constante dos custos de transporte e armazenagem (Van den Berg 2007).

Considerando as atividades que são feitas e os desafios que são encarados em um armazém, a gestão de armazéns pode ser definida então como a arte de operar de forma eficiente o sistema de armazenamento e distribuição, garantindo um ótimo desempenho logístico. Para cumprir com este objetivo, o sistema de armazenamento deve ser feito sob medida para as necessidades específicas de cada atividade (Hompel, 2006; Emmett, 2011).

3.3 ORDER PICKING

Uma vez recebidos e armazenados, os produtos precisam ser separados ou recuperados das prateleiras, com a finalidade de consolidar os pedidos dos clientes. Um pedido frequentemente contém várias linhas de ordem, cada uma solicitando uma quantidade específica de um item. Se a linha de pedido é uma carga de unidade completa (por exemplo, *pallet*), esta pode ser recuperada diretamente da área de armazenamento de reserva. No entanto, se a linha de pedido for inferior a uma carga unitária (por exemplo, uma série de casos ou itens), as mercadorias serão normalmente recuperadas das prateleiras (Rushton et.al, 2010). Esta operação de consolidação de pedidos é chamada *order picking*, sua forma básica é mostrada na Figura 2.2.

O seletor se move com o carrinho pela frente da prateleira e recupera as unidades de acordo com as informações na sua lista de seleção. O carrinho contém um ou vários contêineres de trabalho onde os artigos podem ser colocados separadamente de acordo com a ordem do cliente. Começando em uma estação básica, B, onde ele ocupa os contêineres de trabalho vazio e as listas de seleção, o seletor inicia sua turnê e finalmente transfere os contêineres preenchidos na interface para envio. Ele se move em loops ou meandros através dos corredores (estratégia de *loop*). Dependendo da lista de *picking*, os corredores individuais podem ser ignorados ou passados apenas parcialmente (Hompel, 2006).

3.3.1 Sistemas de *picking*

A eficiência do armazém depende, em grande medida, do método de armazenamento e as estratégias de *order-picking* utilizadas. Por isto, os equipamentos de armazenagem e recuperação são os dois componentes mais importantes dos sistemas de *picking*, e determinam a capacidade de produção (Manzini, 2012). Os sistemas de *picking* podem ser classificados de acordo com o tipo de recursos usados, podendo empregar força humana ou máquinas para automatizar a operação e esta classificação pode ser observada na figura 2.3 (Hompele, 2006).

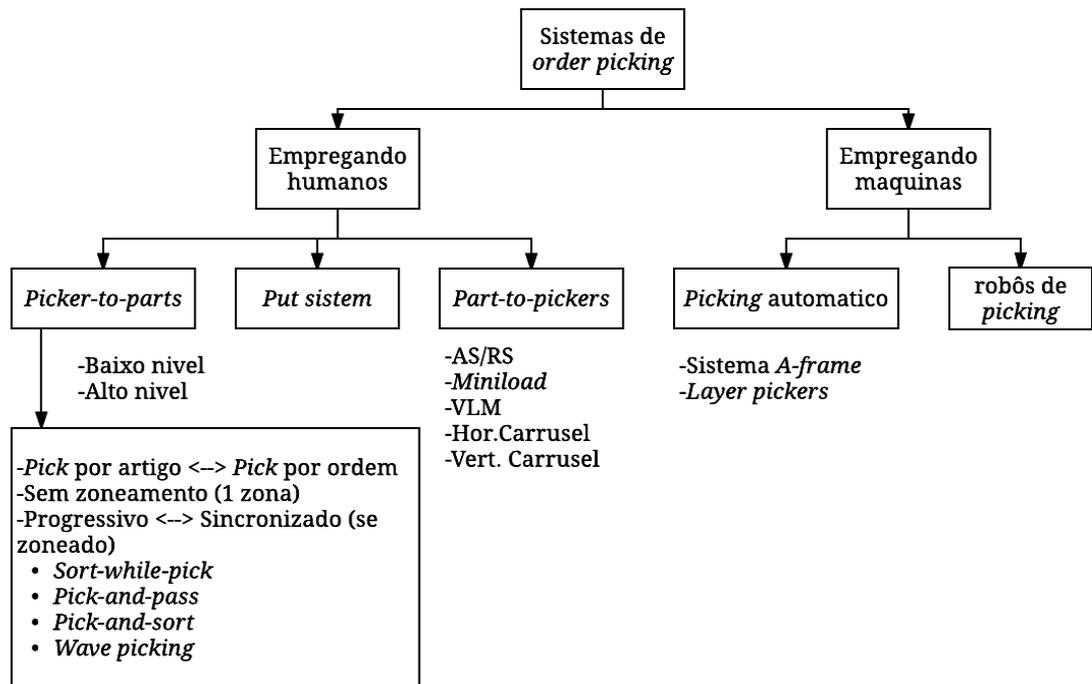


Figura 3.3 -Sistemas de *order picking*, Fonte: Adaptado de De Koster (2007)

Uma questão importante para analisar, é se estão sendo usados os métodos ou sistemas de *picking* apropriados. Isso provavelmente é difícil de avaliar, entre outras coisas, porque existem grandes variedades de tecnologias de armazenamento e *picking* disponíveis no mercado (Manzini, 2012). O *design* de sistemas reais de *picking* é muitas vezes complicado, devido a um amplo espectro de fatores externos e internos que afetam as decisões. De acordo com Goetschalckx e Ashayeri (1989), os fatores externos que influenciam as decisões no contexto do *picking* incluem canais de comercialização, padrão de demanda do cliente, padrão de reposição de fornecedores e níveis de inventário, a demanda global por um produto e o estado da economia. Os fatores internos incluem características do sistema, organização e

políticas operacionais de sistemas de escolha de pedidos. A seguir são aprofundados os alguns sistemas apresentados na figura 2.3.

3.3.1.1 *Picker to parts*

A maioria dos armazéns emprega força humana para a pega de pedidos (*picking* manual). Um dos sistemas manuais mais usados é *picker-to-parts*, onde o selecionador de pedidos anda ou dirige ao longo dos corredores para pegar itens (De Koster, 2004). Os sistemas de armazenagem mais comuns neste sistema são prateleiras estáticas, gabinetes de gaveta modular e rack de fluxo de gravidade, usadas para armazenamento de pequenas dimensões. Muitas vezes, estes equipamentos são colocados em um *mezzanine* ou mobilizados com a finalidade de economizar espaço. Tanto as prateleiras estáticas quanto o rack de fluxo de gravidade podem ser usados para *picking* por peças (*broken-case picking*), assim como os gabinetes de gaveta modulares., enquanto as prateleiras de *pallets* podem ser usadas para *picking* por pacotes (*case-pick*) (Rushton et.al 2010; Manzini, 2012).

O trabalho dos *pickers* no sistema *picker-to-parts* pode estar composto por vários elementos: busca e viagem através dos locais de *picking*, extração dos itens de cada local, classificação de produtos e unitização de cargas, documentação das transações de *picking*, entre outros. A realização destas atividades pode ser facilitada, reduzida ou eliminada através de métodos ou equipamentos de recuperação. Os equipamentos mais usados são as listas *picking*, esteiras rolantes e empilhadeiras mecânicas. As listas de *picking* e as esteiras rolantes são usadas principalmente para *picking* por peças ou *case picks* ao nível do chão (Manzini, 2012). A recuperação no nível do chão é conhecida como *picking* de baixo nível, onde o selecionador de pedidos escolhe itens solicitados de prateleiras de armazenamento ou caixas (armazenamento de prateleiras), enquanto viaja ao longo dos corredores de armazenamento (De Koster, 2007).

As empilhadeiras são usadas para *case-picks* em estantes de *pallets* de grande altura. Neste caso os *pickers* viajam para os locais de escolha a bordo de um caminhão ou guindaste de levantamento. O guindaste para automaticamente na frente do local de escolha apropriado e espera que o seletor de pedidos realize a escolha. Esse tipo de sistema é chamado de alto nível ou sistema homem-a-bordo (De Koster, 2007).

3.3.1.2 *Parts to picker*

Outro tipo de sistemas de *order-picking* são os sistemas *parts-to-picker*. O uso deste tipo de sistemas está justificado, quando uma quantidade relativamente pequena do total dos produtos deve ser recuperada durante a rota do *pickers*. Ao invés de o *picker* se movimentar até as prateleiras para recuperar os itens, existem equipamentos que trazem os itens até os *pickers*, tornando a operação mais eficiente. Para garantir o manuseio adequado dos itens, estes sistemas são normalmente controlados por computadores, desta forma, os itens são apresentados ao *picker* na sequência correta (Rushton A, et.al 2010).

Um dos sistemas *parts-to-picker* mais eficientes, são os sistemas automatizados de armazenamento e recuperação (AS/RS), que utilizam principalmente guias com corredor de estradas que recuperam uma ou mais cargas unitárias (*pallets* ou caixas; no último caso, o sistema geralmente é chamado de *mini-load*) e as trazem para uma posição de seleção. Nesta posição, o selecionador de pedidos pega o número necessário de peças, e posteriormente a carga restante é armazenada novamente pelo sistema (De Koster, 2007). Os sistemas AS/RS oferecem as vantagens de um melhor controle de inventário e utilização econômica de tempo, espaço e equipamentos (Van den Berg e Gademann, 1999; Hur et al., 2004; Manzini et al., 2006). Outros sistemas usam módulos de elevação vertical ou carrosséis dispostos em corredores paralelos que também oferecem cargas unitárias ao seletor de pedidos, o qual é responsável por recuperar a quantidade certa (Roodbergen et al., 2009).

Outro sistema disponível é chamado *Shelf-modules-to-picker*. Este é capaz de trazer módulos de prateleira completos ao seletor. Isso é realizado por unidades robóticas que se movem até o módulo de prateleira requerido, sob controle do computador e, em seguida, fazem o levantamento e transporte para a estação de busca apropriada. Na estação de *picking*, o seletor extrai os bens necessários e os coloca em diferentes caixas ou sacos, que representam ordens de clientes separadas. O selecionador é, portanto, apresentado com um fluxo contínuo de módulos de prateleira para escolher (Rushton, et.al 2010).

3.3.1.3 *Put sistem*

Este sistema consiste em um processo de recuperação e distribuição, que está posicionado entre os sistemas *picker-to-parts* e *parts-to-picker*. Em primeiro lugar, os itens devem ser recuperados, o que pode ser feito através de qualquer um dos sistemas mencionados anteriormente. Em segundo lugar, o transportador (geralmente uma caixa) com as unidades pré-selecionadas é oferecido a um seletor de pedidos que os distribui entre os pedidos dos clientes (Lahmar, 2007). *Put-sistemas* são particularmente populares no caso em que um grande número de linhas de pedidos precisa ser recuperado em uma pequena janela de tempo (por exemplo, no armazém da Amazon Alemanha ou em leilões de flores) e pode resultar em cerca de 500 escolhas em média por hora de seleção de pedidos (Para itens pequenos) em sistemas bem gerenciados (De Koster, 2004).

Por outra parte, os sistemas de *picking* automatizados e robotizados são usados apenas em casos especiais, por exemplo, para itens valiosos, pequenos ou delicados, e representam um alto custo de investimento. Para maior conhecimento destes sistemas, se sugere ao leitor consultar Rushton, et.al (2010). A figura 2.3, apresentada na seção 2.3.1, apresenta variantes organizacionais dos sistemas *picker-to-parts*, também conhecidas como estratégias de *order-picking*. A seleção destas estratégias constitui uma decisão importante no planejamento da atividade de *picking* em sistemas de baixo nível, e são aprofundadas a seguir.

3.3.2 Estratégias de *order-picking*

3.3.1.4 *Picking* discreto

Nesta estratégia, um *picker* seleciona uma ordem e viaja através do armazém até os itens. O seletor realiza esta operação até completar o pedido, antes de começar o próximo trabalho (Hompele, 2006; Rushton et.al, 2010). Este processo segue o princípio *picker-to-parts*, onde o volume médio da ordem aproveita a capacidade de transporte do *picker*. Outra vantagem é que requer menos preparação, e no caso mais simples, a ordem de chegada pode ser usada diretamente como lista de seleção, fazendo com que no final do processo, o produto possa ser embalado e enviado, sem passar por nenhuma classificação ou divisão. No entanto, o seletor deve cobrir longas distâncias porque a ordem de seleção é determinada pelo pedido, assim, esse princípio é adequado apenas para sistemas pequenos (Hompele, 2006). Em geral,

esta estratégia é mais eficiente para grandes ordens com baixa demanda, ou para ordens emergenciais, podendo entender grandes ordens, como pedidos com uma grande quantidade de itens (Manzini, 2012).

3.3.1.5 *Picking* por lotes

Consiste em agrupar pequenas ordens em grupos mais manejáveis e recuperar o total de itens requeridos em todas as ordens somente em uma viagem, usualmente 4 a 12 pedidos dependendo do número de itens por ordem (Manzini et al., 2006; Rushton et.al, 2010). O seletor deve então ser guiado através do sistema de forma a encontrar automaticamente o próximo ponto de captação (identificação do item mais próximo), evitando longos tempos de inatividade ou retornos (Hompel, 2006). Este método então pode alcançar grandes benefícios em termos de tempo de *picking*, ao aumentar a densidade dos pontos de captação (número de *picks* por área). Por outro lado, o *picking* por lotes sempre inclui algum tipo de processo de triagem para classificar os itens escolhidos em ordens individuais, o que representa manuseio adicional (Frazelle 2002). Won e Olafsson (2005) observaram que lotes muito grandes podem levar a um maior *lead time*, à medida que o tempo de *picking* aumenta.

Os itens que estão sendo recuperados durante o *picking tour* podem ser classificados diretamente no veículo de *picking* (*sort-while-pick*) usando ferramentas de suporte como bandejas ou níveis, fazendo com que no final do ciclo de *picking*, todos os pedidos estejam consolidados (Tompkins 2003). Em contrapartida, a operação de *picking* pode ser feita em duas etapas. Primeiro se selecionam todos os itens solicitados no lote de pedidos, sendo recuperados juntos durante um ciclo de *picking*, e posteriormente, estes são atribuídos às ordens dos clientes em um segundo estágio, usando algum tipo de sistema de classificação (Gudehus 2005). Este último sistema é chamado *pick-and-sort*, e usa máquinas de transporte especiais, conhecidas como instalações de classificação e distribuição (Hompel, 2006).

A utilização de *picking* por lotes exige custos relativamente altos relacionados à preparação de pedidos, transporte de linhas de *picking* (itens) e distribuição de pedidos e, portanto, não é recomendável para sistemas pequenos com volume baixo (Hompel, 2006; Manzini et al., 2006). Segundo Hompel, (2006), para obter um alto desempenho do armazém, é necessário considerar alguns elementos importantes:

- Boa transportabilidade de unidades de *picking* com dimensões semelhantes e características adequadas de manuseio;
- Execução e consolidação de ordens assistida por computador para a triagem de unidades de despacho e atribuição a ordens de clientes;
- Quantidades de pedidos suficientes para o estabelecimento de lotes com prioridades similares.

3.3.1.6 *Picking* por zoneamento

Em sistemas grandes, não faz sentido deixar um seletor passar todo o sistema por uma única ordem. Neste caso, o seletor teria que conhecer todas as áreas e cobrir grandes distâncias. Além disso, esse método levaria a um aumento do congestionamento e de processos não coordenados (Hompel, 2006). Uma solução para isso é dividir a área de *picking* em zonas, alocando *pickers* a cada zona, de tal forma que apenas alguns selecionadores controlam uma parte da ordem do cliente (Rushton et.al, 2010).

Na forma mais simples do *picking* por zonas, um pedido é recuperado por vez, e assim que os itens que pertencem a uma zona são recuperados, a ordem é passada para as zonas seguintes até ser completada. A consolidação da ordem ocorre durante este processo, e no final, a ordem fica pronta para ser enviada, sem necessidade de etapas de manuseio posteriores. Esse método é chamado de zoneamento sequencial (Rushton et.al, 2010).

Outra variante do *picking* por zonas é o zoneamento paralelo (ou zoneamento sincronizado), onde uma ordem pode ser processada simultaneamente em múltiplas zonas, reduzindo o *lead-time* da ordem (Tompkins, 2003; de Koster et al. 2007). Este mesmo processo pode ser combinado com o processamento por lotes, em uma estratégia chamada *wave-picking*. Neste processo, várias ordens são processadas ao mesmo tempo em diferentes zonas, as quais são posteriormente consolidadas em uma área de classificação (Huber, 2014). O uso desta última estratégia é efetivo para reduzir a distância total de viagem, mas também requer um manuseio adicional para consolidação das ordens depois da operação de *order-picking* (Van den Berg 2007). Particularmente, se for necessário o uso de tecnologia automática para transporte e classificação, se supõe um alto investimento em equipamentos e

a necessidade de integração com sistemas de gerenciamento de armazém (Hompel, 2006; Huber, 2014).

Para determinar qual estratégia de *orde-picking* deve ser usada é necessário considerar fatores como: a capacidade de produção, o tamanho da ordem, os equipamentos de *picking*, e o tamanho do armazém. Também é importante considerar que em muitas situações é conveniente usar uma combinação de dois ou mais estratégias, conformando um sistema de *picking* (Emmett, 2005; Rushton et.al, 2010)

3.4 E-COMMERCE

O uso da Internet está crescendo em uma escala sem precedentes, uma vez que diariamente cada vez mais organizações e indivíduos estão conectando seus sistemas de computador (Ingham, Cadieux & Berrada, 2015). Atualmente, a Internet alcança 46,1% da população mundial - cerca de 3,4 bilhões de usuários de Internet em uma população mundial de 7,43 bilhões (Internet Live Stats 2016). Isso não só abre o acesso a grandes quantidades de informações, mas também representa a oportunidade de negociar em escala global.

Negociar na Internet apresenta inúmeras vantagens, que vão além de comprar e vender. As empresas, por exemplo, podem publicar detalhes de seus bens e serviços em seu site, o que os poupa de produzir material impresso, reduzindo desta forma os custos. Outra vantagem é que os consumidores podem se beneficiar do uso da personalização. Se os consumidores fornecem informações sobre suas preferências particulares, então, sempre que fizerem login em um determinado site, essas preferências serão exibidas como uma questão de rotina (Rushton, 2010). Além disso, como a Internet é uma instalação global, abre novos mercados geográficos, permitindo atingir mais e mais clientes. É importante considerar que se os bens ou serviços devem ser entregues fisicamente a esses mercados, poderia ser necessária uma boa infraestrutura de transporte. Isto também poderia ter implicações no congestionamento do tráfego e, conseqüentemente, no ritmo do serviço e no rendimento dos veículos de entrega (Francesc & Galván 2005). Por outro lado, se os bens podem ser digitalizados, eles podem ser entregues via Internet, evitando o uso de qualquer infraestrutura de coleta ou distribuição. Exemplos de itens que podem ser digitalizados incluem música, filmes, televisão, serviços fotográficos, softwares, chamadas telefônicas e videoconferências (Rushton, 2010).

A explosão da Internet trouxe novos modelos de negócio, os quais se denominam de acordo com os agentes que se relacionam através dela. Os principais agentes implicados são as organizações comerciais, a administração pública e os consumidores (Francesc e Galván 2005). Estas relações são mostradas na figura 2.4 e explicadas em detalhes mais adiante.

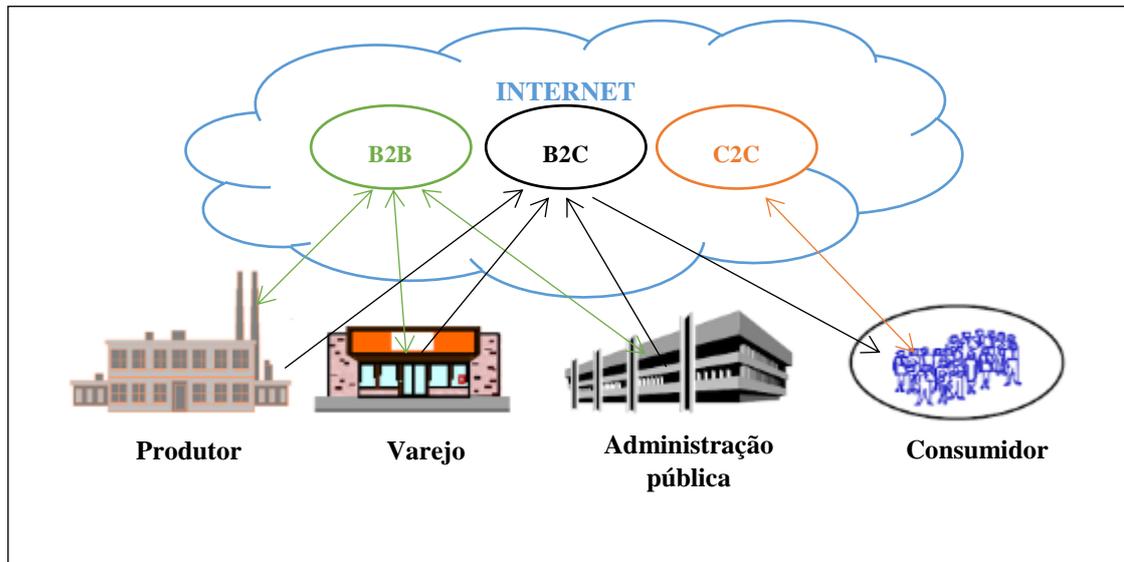


Figura 3.4- Principais relações em e-commerce, Fonte: Adaptado de Francesc e Galván (2005)

3.4.1 Business to consumer (B2C)

Allan & Shaffer (2001) definem este modelo de negócio como as transações comerciais entre empresas e o consumidor final (consumidores atuais e potenciais), que são feitas via Internet. As principais características deste modelo são a grande quantidade de publicidade necessária para atrair um grande número de clientes, alto investimento em *hardware* e *software* e em um bom serviço de atendimento ao cliente (Nica, 2015). Entre as lojas virtuais mais conhecidas globalmente se encontra *amazon.com*, *ebay.com*, etc. Este tipo de relações também inclui as lojas tradicionais que foram incorporadas ao comércio *on-line* e vendem diretamente ao mercado varejista (Francesc & Galván 2005), por exemplo, *Wal-Mart*, *Sony*, *tesco*, etc.

Segundo Panayotis (2001) este sistema de comércio funciona para um limitado número de produtos com determinadas características em comum: alto valor em comparação com custos de transporte e transacionais; possibilidade de padronização das características e

da qualidade, baixa necessidade de assistência por parte do vendedor, baixa necessidade de tocar ou sentir o produto, etc.

3.4.2 Business to business (B2B)

Também é conhecido como B2B ou marketing industrial. Pode ser definido como a relação de benefício mútuo entre fornecedores organizacionais e clientes organizacionais. Neste sistema de comércio *on-line* o foco está nos bens ou serviços que produzem ou fazem parte de outros produtos ou que facilitam a operação de uma empresa. Esta empresa pode ser uma firma privada, uma agência pública, ou uma instituição sem fins lucrativos (Morris, Pitt & Honeycutt, 2001).

O modelo B2B é o menos conhecido, mas representa entre 80% e 85% do comércio eletrônico total, e possui o maior potencial de geração de valor (Francesc & Galván 2005). Entre os portais mais conhecidos pode ser citado: *VerticalNet.com* e *CommerceOne.com*.

3.4.3 Consumer to consumer (C2C)

Neste tipo de comércio, os consumidores compram produtos de outros consumidores de forma direta. Este sistema é altamente dinâmico, e está conduzido pela lista de produtos que estão disponíveis em um momento dado, que varia constantemente de acordo com a oferta dos vendedores que escolheram o site em um determinado ponto. O preço ofertado versus a capacidade de pagamento do consumidor define o preço final do produto (Alan & Shaffer, 2001). As condições necessárias para esta negociação são estabelecidas pela companhia *e-commerce*, que funciona como facilitadora (Zhaohao & Finnie, 2003). Esta determina a infraestrutura e as regras, e fornece serviços de valor agregado, tais como a proteção da informação pessoal de compradores e vendedores, e hyperlinks para outros serviços ou sites relacionados (Alan & Shaffer, 2001).

As transações *consumer-to-consumer* não são tão comuns em relação aos outros tipos e, portanto, o volume de vendas é menor. Uma aplicação C2C bastante popular entre os consumidores é *E-bay*. Esta permite a qualquer pessoa abrir sua própria loja, para exibir e vender seus próprios itens no mundo *e-bay* (Zhaohao & Finnie, 2003). Outros sites populares que usam este sistema são; *ibazar.es*, *deremate.com*, *softibetting.com*, etc. (Francesc & Galván 2005).

Um efeito secundário das negociações feitas pela Internet foi a geração de um novo subconjunto de termos de logística. Estes termos estão reunidos em uma única categoria genérica chamada "comércio eletrônico", ou *e-commerce*. O prefixo "e" significa "eletrônico" e é uma referência ao uso de informações digitalizadas que são transferidas entre sistemas informatizados, onde está envolvida a negociação via Internet (Rushton, 2010).

O comércio eletrônico inclui a negociação de bens físicos e intangíveis, assim como informação, incluindo todas as fases do negócio, como marketing *on-line*, pedidos, pagamento e suporte de entrega. Também inclui a prestação de serviços eletrônicos, como suporte pós-venda ou aconselhamento jurídico *on-line* e, eventualmente, inclui suporte eletrônico para cooperação entre empresas, como design colaborativo (Timmers, 1998). Um termo que se encontra dentro da categoria *e-commerce* é "*e-fulfillment*". Este conceito foi desenvolvido para enfatizar a necessidade de garantir que a entrega física de produtos encomendados pela Internet seja feita efetivamente, através da adequada combinação de pessoas, processos e tecnologia. Segundo Liberos (2010), o melhor *fulfillment* é aquele que cumpre as promessas, pois mais importante do que a perfeição na entrega (barata, rápida e exata) é a satisfação das expectativas. É importante ressaltar que a diferença entre logística tradicional e *e-fulfillment*, é que neste último, o cliente deve ser tratado de forma diferenciada (Francesc e Galván, 2005).

3.5 DESAFIOS DE *E-COMMERCE*

Ao mesmo tempo em que o *e-commerce* permite o surgimento de mais oportunidades de negócio, também traz grandes desafios para as cadeias de suprimentos que suportam o comércio. Um exemplo particular para ilustrar a extensão das implicações para a logística são as compras desde casa (B2C). As compras caseiras por Internet estão criando a necessidade de entregas frequentes de mercadorias de pequeno tamanho para instalações domésticas. Esta é uma situação diferente das lojas tradicionais, que normalmente ordenam grandes volumes de mercadorias (Manzini, 2012). Esta variedade crescente de pequenas remessas deve ser recuperada, registrada e reservada dentro de pouco tempo (Hompel, 2006). Além disso, as encomendas exigem ser entregues, não semanalmente ou duas vezes por semana, como as lojas de varejo, mas geralmente dentro de 24 a 48 horas (Liao & Cheung, 2001). Esta situação demanda um gerenciamento diferenciado do inventário. De forma geral, um adequado *fulfillment* pode exigir a introdução de um novo meio de distribuição física, ou uma grande

mudança na estratégia de distribuição, porque os canais tradicionais são configurados para distribuir às lojas em vez de distribuir direto para o lar. Isto pode representar um alto investimento, não só nos sistemas de transporte, mas nos centros de distribuição como um todo. Exemplos de mudanças que devem ser inseridas são veículos especializados para lidar com o tamanho reduzido dos pedidos e motoristas com boas habilidades interpessoais (Rushton, 2010).

Outro desafio que surge na cadeia de suprimentos é o fato de que os bens que são negociados em sistemas B2C podem ter características completamente diferentes, variando desde produtos congelados a produtos de uso ambiental. Isto exige um manuseio cuidadoso do *mix* de produtos que compõe cada pedido. Os armazéns também precisam considerar a disponibilidade do cliente para receber os produtos, pois o destinatário pode ser um indivíduo ocupado, que está em casa, às 7 horas da noite ou só no início da manhã (Rushton, 2010). Os consumidores geralmente são jovens profissionais que valorizam o serviço a domicílio, mas que paradoxalmente passam pouco tempo em casa, e não estão dispostos a pagar pelo serviço (Francesc & Galván 2005). Um desafio adicional da cadeia de suprimentos é lidar com uma maior frequência de devoluções. Isto é causado pelas características e condições particulares das compras por Internet. Uma de essas características, é que não existe contato prévio do cliente com o produto e a compra é altamente baseada nas expectativas do cliente em relação à informação a que ele tem acesso no site da compra, tais como fotos, ou a descrição do produto, etc. (Panayotis, 2001).

Por último, com as compras por Internet, o desafio não é mais entregar os produtos em lugares remotos, o grande desafio é entregar os produtos a clientes em zonas urbanas, pois o aumento da necessidade de se movimentar até o cliente, tem criado modelos de cidade com um alto congestionamento durante a jornada laboral completa. A este fato, pode ser somado, que a entrega dos produtos deve ser feita em zonas que não estão preparadas para este tipo de operações. Um exemplo desta situação são a falta de parques ou zonas de estacionamento, e a dificuldade de acesso à localização específica causada pela existência de ruas estreitas (Francesc & Galván 2005).

Os problemas apresentados não são novos, e compartilham algumas similaridades com o sistema de catálogos e serviços domésticos de entrega de móveis, já conhecidos. O que é

diferente é a escala e o escopo das compras domiciliares que estão sendo facilitadas pelo uso da Internet. A combinação de pequenas quantidades de entrega, janelas de tempo limitado, má utilização de veículos e devoluções mais frequentes, somam uma combinação de necessidades econômicas, técnicas e humanas, cara e difícil de gerenciar (Rushton, 2010). Como consequência destes desafios, as empresas têm dificuldade para entregar produtos a preços e nível de serviço razoável (Francesc & Galván 2005). Kamarainen et al. (2001) sugerem que usando os princípios JIT (*just-in-time*) e *lean-management* nas operações de mercado eletrônico é possível reduzir o manuseio de materiais e o desperdício nas funções de *order-picking* e no gerenciamento do inventário. Estes princípios são usados na operação da cadeia de distribuição, fazendo com que o gerenciamento do inventário seja ajustado cada vez mais à demanda real, melhorando assim a eficiência das operações.

O sucesso do armazenamento em comércio eletrônico está baseado na velocidade operacional, a precisão e o atendimento ao cliente. Mas hoje as operações de armazenagem do ambiente *e-commerce* têm um forte foco na qualidade do serviço. Segundo Liu & Arnett (2000) e Liao & Cheung (2001) a qualidade de serviço é o fator crítico no sucesso de *e-commerce*, pois entregar os bens satisfatoriamente não é mais uma missão especificamente do centro de atendimento. No comércio eletrônico, o centro de distribuição fornece grande parte da experiência do cliente. Segundo Liberos (2010) podem ser mencionados quatro fatores que fazem com que os clientes percebam qualidade no sistema de distribuição; entrega rápida (entre 2 e 3 dias); adaptação ao horário de recepção disponível pelo cliente; flexibilidade na forma de pagamento com a possibilidade de receber reembolso, e manejo adequado de devoluções.

Uma forma de determinar o nível de serviço percebido pelo cliente é analisando o comportamento de recompra. Griffis *et al.* (2012) estudaram a relação entre a experiência de um cliente em relação à devolução de um produto e o comportamento subsequente das compras, considerando o custo da transação, o risco do consumidor e as teorias da justiça processual. O estudo demonstra que o processo de gerenciamento de devoluções, ao invés de se ter um reflexo posterior na produção e implantação de bens, pode influenciar positiva e significativamente o comportamento da recompra. O estudo sugere considerar a priorização dos clientes no processamento de devoluções, com a finalidade de gerar um aumento nas recompras. Zhang *et al.* (2011) estabeleceram um modelo para representar a intenção de

recompra de um cliente, estabelecendo que a expertise percebida no *order-fulfillment* é um fator importante na qualidade do relacionamento com o cliente. O cliente julga através deste fator, a eficiência do sistema de processamento de ordens recebidas.

3.6 ORDER-FULFILLMENT

As operações do armazém são complexas e envolvem diversas atividades como alocação de recursos, controle de estoque, *picking* e entrega. Vários pesquisadores reconhecem esta complexidade, e estabelecem que particularmente, o *order-fulfillment* é um fator fundamental para satisfazer a demanda com alta eficiência e qualidade de serviço (Lam et.al 2015). Especificamente no ambiente de comércio eletrônico, o atendimento de pedidos é considerado um dos links mais fracos. A causa disto é o ritmo acelerado da Internet e as crescentes expectativas de serviço oportuno, que caracterizam clientes altamente exigentes e voláteis (Liao & Cheung, 2001; Francesc & Galván 2005). Este comportamento tende a aumentar o número de transações, reduzindo o tamanho das ordens e incrementando a variabilidade dos padrões de demanda, tornando mais complexo o gerenciamento dos pedidos (Tarn et al., 2003). Assim, os varejistas da Internet têm que lutar com o ritmo acelerado das vendas, lidando com a necessidade de entregas oportunas e problemas de inventário (Vargas 2000).

Segundo Patil & Divekar (2014), os varejistas *on-line* lidam hoje em dia com uma infinidade de problemas de gerenciamento de inventário, como flutuações da demanda, logística reversa, falta de estoque, dificuldade de gerenciamento de itens, contagem do inventário, compradores de múltiplos canais, efeito chicote e a necessidade de inventários cada vez mais estrangulados (*distressed Inventory*). Patil & Divekar (2014), estudaram a relação entre o gerenciamento do estoque e a satisfação dos clientes, estabelecendo que é necessário propor estratégias alternativas para melhorar o gerenciamento de estoque em *e-commerce* B2C. Estas estratégias são necessárias para mitigar riscos durante o *order fulfillment*, que desempenha um papel importante nos níveis de satisfação percebidos pelo cliente. Algumas das estratégias recomendadas são *dropship*, classificação de estoque, estratégias híbrida, estoques pré-compra e políticas para minimizar o estoque, tais como a compra do estoque após o ordenamento dos clientes. Por outra parte, Lam et.al (2015) estabelecem, que no contexto de ordens com alta variedade de produtos e pequenas

quantidades, serviços personalizados de valor agregado e entrega rápida, é necessário hierarquizar os riscos potenciais do *order fulfillment*, para poder encará-los. Os pesquisadores desenvolveram um sistema de planejamento logístico baseado em conhecimento (K-LOOPS), para facilitar a tomada de decisão em situações de risco. A hierarquização dos riscos deve estar suportado por tecnologia e sistemas de informação com a finalidade de obter dados em tempo real sobre o inventário e as condições físicas do armazenamento.

Alguns pesquisadores abordaram os problemas de gerenciamento de estoque *em e-commerce* através de políticas de racionamento de inventário. Estas políticas são estratégias de gerenciamento de rendimento que geralmente consideram clientes com diferentes margens de contribuição e diferentes requerimentos de tempo de entrega. Rim & Park (2008) estudaram a alocação do inventário entre ordens de diferentes varejistas *on-line* que chegam a um centro de distribuição, intitulado o problema como “planejamento de ordens”. O modelo desenvolvido pelos pesquisadores maximiza a taxa de atendimento de pedidos garantindo que os pedidos serão enviados de forma completa (sem itens em falta), priorizando os pedidos de menor volume, e destinando os pedidos não atendidos para o próximo período, com prioridade alta. Ding *et. al* (2006) consideraram o uso de descontos dinâmicos de preços para encorajar certas categorias de clientes a aceitar o atraso no atendimento das ordens, quando o centro de distribuição não pode oferecer o serviço imediato. O artigo desenvolve algoritmos de programação dinâmica para determinar a oferta de desconto ideal e a quantidade alocada a cada etapa de operação de um período. Leung *et.al* (2017) desenvolveram um sistema de pré-processamento de pedidos eletrônicos (CEPS) baseado em nuvem, para o suporte a decisões de agrupamento de pedidos de comércio eletrônico, e sugerir o uso de equipamentos de manuseio adequados. O sistema oferece uma redução significativa no tempo de processamento de pedidos e distância de viagem, o que permite um melhor alinhamento estratégico com varejistas *on-line* para oferecer aos clientes datas de entrega agressivas e garantidas.

Alguns autores desenvolveram políticas de controle de estoque para *e-fulfillment* usando *drop-shipping*. A base desta estratégia consiste que o fornecedor de produtos seja responsável por uma parte ou pela totalidade do *order-fulfillment*. Ayanso, Diaby & Nair (2006) desenvolveram uma política de racionamento de estoque de nível limiar, em um ambiente B2C, para itens não perecíveis. O modelo considera o caso em que o vendedor usa

um sistema *drop-shipping* parcial como uma opção de realização de pedidos. O estudo demonstrou que diferenciar as ordens dos clientes em termos de prioridade e reservar o estoque interno para as ordens de alta prioridade usando um nível de limiar apropriado pode oferecer aos *e-tailers* (varejistas eletrônicos) oportunidades de lucro maiores. Bailey & Rabinovich (2005) propõem um modelo inspirado no caso de um varejista de livros que também usa um sistema *drop-shipping* para a demanda que não pode ser atendida com o estoque interno. Assumindo que os custos de ciclo linear são fixos, os autores desenvolvem expressões analíticas para as quantidades de ordem ótimas das duas opções de *fulfillment* e analisaram sua sensibilidade com vários parâmetros de entrada. Os resultados mostram em particular, que pode fazer sentido usar ambas as opções de realização simultaneamente. Khouja (2001) chega a uma conclusão similar baseada em um tipo de análise *news-vendor*. O estudo assume que apenas uma fração dos clientes está disposta a aceitar *drop-shipping* no caso de falta de inventário interno. O modelo identifica a combinação ótima entre as duas opções de *fulfillment*.

Outros pesquisadores desenvolveram políticas de gerenciamento de estoque em comércio eletrônico, para mais de um canal de vendas. Mahar & Wright (2009) desenvolveram uma política de alocação de inventário para um canal de vendas duplo (loja *on-line* e loja física), que atribui vendas online acumuladas a vários locais disponíveis para *fulfillment*. A política deixa acumular os pedidos durante um dia com a finalidade de que mais informações de posição de estoque sejam alavancadas na decisão de cumprimento das ordens. Os resultados mostram que a política pode reduzir os custos (retenção, atraso, custo de transporte, custo de inventário) nos locais de realização, consideravelmente, em comparação com uma política de custo de transporte e atribuição instantânea de pedidos de uso comum. Mahar, Salzarulo & Wright (2012) desenvolveram uma política similar, para varejistas *off-line* tradicionais que permitem que os clientes adquiram produtos pela Internet e depois escolham seus pedidos em uma das lojas locais da empresa. A política propõe que apenas um subconjunto das lojas seja apresentada aos clientes *on-line* como locais de captação disponíveis, protegendo as lojas com níveis de inventário criticamente baixos. A política de recolocação dinâmica incorpora informações em tempo real para especificar quais locais de *fulfillment* devem ser apresentados no *check-out-online*. Os resultados indicam que o gerenciamento da demanda pode diminuir

consideravelmente o custo total (retenção de estoque, atraso e custos de vendas perdidas ou redirecionadas).

É possível comprovar que os problemas de gerenciamento de inventário no comércio eletrônico tem sido tratados usando diferentes abordagens, porém os pesquisadores geralmente desenvolvem políticas e modelos só para uma classe de itens. Na realidade do *e-commerce*, uma grande variedade de itens é ofertado e, portanto, os centros de distribuição experimentam *stock-outs* com uma maior frequência e para diferentes tipos de itens durante o atendimento dos pedidos, o que faz com que a complexidade do gerenciamento do inventário e da aplicação das políticas propostas seja maior. Por outro lado, a maioria das pesquisas tratam a operação de *picking* como um tópico separado, e portanto não mensuram de forma direta o efeito das políticas de planejamento ou racionamento de inventário sobre a eficiência de *picking*.

O planejamento de ordens e a operação de *picking*, tem sido estudada de forma conjunta por alguns pesquisadores, mas estes desconsideram o *stock out* de itens durante a execução da operação, portanto não incluem políticas de racionamento de estoque dentro do planejamento de ordens. Zhang, Wang & Huang (2016) estudaram o caso em que um armazém terceiriza a entrega de pedidos para um fornecedor de Logística (3PL) no comércio eletrônico B2C, onde o máximo número de pedidos deve ser recuperados antes da hora de partida dos veículos no menor tempo de serviço. O solução determina a urgência das ordens, assim como a formação de lotes, que são atribuídos a *pickers* apropriados sem qualquer informação sobre os horários de chegada de pedidos futuros. O estudo demonstrou que os algoritmos podem levar a um aumento substancial do número de pedidos entregues, o que revela a importância de integrar o processamento de pedidos com a entrega. Uma evolução desta pesquisa, foi apresentada por Zhang, Wang & Huang (2017), que adicionaram ao problema anterior a entrega de pedidos para clientes em diferentes zonas, com uma capacidade limitada de veículos, integrando os problemas de *picking-on-line*, planejamento de ordens e entrega. Os resultados mostraram que é possível minimizar o custo total, composto pelo *makespan* e o custo de entrega.

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi apresentado ao leitor uma contextualização sobre a operação de *picking* como parte das atividades que são realizadas dentro de um armazém, assim como os principais sistemas e estratégias de *picking* usados, dependendo da configuração e dos objetivos do armazem. Além disso, o capítulo apresenta o conceito de *e-commerce*, assim como os principais sistemas usados e os desafios da negociação por internet. Estes conceitos permitem ao leitor, entender a relação entre a atividade de *picking* e o nível de serviço no contexto de comercio eletrônico. Por ultimo o capítulo apresenta uma revisão das estratégias e modelos desenvolvido pelos pesquisadores, com a finalidade de encorajar os desafios que o sistema *bussines-to-consummer* impõe sobre o *order fulfillment*.

4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

O presente capítulo apresenta ao leitor os elementos que constituem a estrutura lógica do modelo de apoio à decisão para a alocação do inventário e o sequenciamento de pedidos. O modelo atuará como uma ferramenta de gestão formal que facilita a tomada de decisão quando devem ser consideradas restrições de inventário no ambiente *e-commerce*. A seguir, será descrito o problema de decisão e subsequentemente cada etapa do processo de estruturação.

4.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E ESTRUTURAÇÃO DO OBJETIVO

Considere um armazém que opera um modelo de negócio que usa um canal de vendas *on-line*, sem loja física (*purê-play-business-to-consumer*). Os pedidos são ordenados diariamente via Internet, e são consolidados e enviados aos clientes no período seguinte. Os pedidos cujos itens estão disponíveis no inventário atual, são atendidos pelo varejista, em quanto os pedidos com *stock out* em ao menos um (1) dos itens, são atendidos via *drop-shipping* no mesmo período, com a finalidade de evitar um atraso excessivo. Em tal situação, o atendimento de pedidos pode ser afetado pela forma como o inventário é alocado aos pedidos. Para ilustrar isto, a Tabela 3.1 apresenta um exemplo simples, onde um armazém lida com 5 tipos de itens (A-E) e o inventário inicial é (3, 3, 6, 3, e 4), respectivamente. Suponha que foram recebidos quatro (4) pedidos durante um período na sequência dada, estes são atendidos segundo a ordem de chegada (FIFO). Suponha também que a margem de contribuição de cada item é R\$ 2, 2, 3, 2, 3 respectivamente.

Se o inventário interno for alocado usando a regra *First-in-First-out* (FIFO), como mostrado na Tabela 3.1, então os pedidos 3 e 4 não podem ser atendidos, e a taxa de clientes atendidos seria de 50%, com uma margem de contribuição total de R\$ 17,00. É importante notar que depois de atender os pedidos 1 e 2, acontece *stock out* (ver valores negativos) para os itens B e D no atendimento do pedido 3, assim a ordem inteira deixa de ser atendida com o estoque interno para ser atendida com menor margem de contribuição via *drop shipping*. É evidente que os 4 pedidos não serão atendidos por completo uma vez que a demanda é maior que o estoque inicial para os itens B e D, mas se o inventário for alocado inteligentemente entre os pedidos 1, 3, e 4, então os três pedidos poderão ser atendidos e a taxa de clientes atendidos seria de 75%, com uma margem de contribuição total de R\$ 32,00. O atendimento dos três

pedidos é possível uma vez que a demanda total dos três pedidos não é maior que o inventario inicial para os seis itens. Este exemplo mostra que é possível a melhoria da taxa de clientes atendidos e das oportunidades de lucro a traves da adequada alocação do estoque, dado o mesmo nível de inventario inicial, isto é, sem aumentar o custo de retenção de estoque.

Tabela 4.1-Exemplo de alocação de inventario FIFO

		Item				
		A	B	C	D	E
Inventario inicial		3	3	6	3	4
Margem de contribuição (R\$)		2	2	3	2	3
Pedido						
1	Demanda	0	2	1	0	0
	Remanescente	3	1	5	3	4
2	Demanda	1	1	0	3	0
	Remanescente	2	0	5	0	4
3	Demanda	1	1	2	1	1
		1	(-1)	3	(-1)	3
	Remanescente	2	0	5	0	4
4	Demanda	1	0	2	1	0
	Remanescente	1	0	3	(-1)	4
Margem de contribuição total por item (R\$)		2	6	3	6	0
Margem de contribuição total (R\$)		17				

Fonte: Esta pesquisa (2017)

A questão a resolver, é como deve ser feito o planejamento de pedidos para o caso de problemas de grande tamanho, por exemplo, 300 itens e 100 pedidos. A solução deve proporcionar de forma prática a alocação ótima do inventário para os pedidos que chegam ao armazém, considerando as particularidades do ambiente e-commerce. É importante considerar também, que o planejamento de pedidos é o input para o design da operação de *order-picking*, podendo influenciar não só o nível de serviço dos clientes, e as oportunidades de lucro, mas também a eficiência de *picking*, por tanto, este efeito deve ser verificado. A seguir são apresentados os objetivos meios para atingir a alocação ótima do inventário, identificados a partir da problemática, e que se pretende que sejam a base funcional do modelo proposto.

- Aumentar o número de pedidos atendidos: centra a atenção no aumento das ordens de pedido que são atendidas com um inventário interno limitante. A finalidade é melhorar o nível de serviço, considerando que um dos desafios do comércio eletrônico é a satisfação do cliente, como consequência de um perfil de clientes altamente exigentes e voláteis. Esta abordagem permite diminuir atrasos nas datas de envio/entrega dos pedidos que chegam durante um período. O atendimento de mais clientes através do estoque interno também pode aumentar o lucro da organização, considerando que o sistema B2C está baseado principalmente em itens de cauda longa, que geram um baixo lucro unitário, mas que conjuntamente representam a maior parte do lucro da organização devido à alta frequência de pedidos de pequeno tamanho.
- Diminuir a quantidade de envios incompletos: preocupa-se com a redução do número de pedidos enviados com unidades faltantes de algum item, causado por *stock out* (itens indisponíveis). Este aspecto diminui o número de reclamações por unidades faltantes e, portanto, melhora a satisfação dos clientes, que se vê afetada com maior facilidade em um cenário onde os pedidos são consideravelmente de menor tamanho. O envio de pedidos completos também permite a redução de custos por envios de pedidos em duas ou mais remessas parciais.
- Aumentar a margem de contribuição total: preocupa-se com aumentar a margem total a partir do atendimento dos pedidos que geram a maior margem para o atendimento com o estoque interno. Uma vez que o atendimento de pedidos por alternativas como *drop shipping* implicam em uma menor margem de contribuição oferecida por cada produto, decorrente do investimento em sistemas de *picking* e *packing* por parte do fornecedor. De acordo com isto, o uso de *drop-shipping* só está justificado para pedidos que não podem ser atendidos com o estoque interno.
- Considerar a importância do cliente: preocupa-se com dar prioridade de atendimento, levando em consideração a ordem de chegada do pedido. A finalidade é que o cliente perceba um tratamento justo em comparação ao atendimento de outros clientes, e que a probabilidade de atraso dos clientes que chegam primeiro seja diminuída. O atraso aqui referido corresponde ao causado por falta de tempo de operação disponível para executar a atividade de *picking*, que está determinado pela configuração da estratégia

de *picking* e pelo agrupamento dos pedidos durante o planejamento e a consolidação dos mesmos.

A seguir é apresentado o modelo de planejamento de pedidos, e a forma no qual este aborda os objetivos meios.

4.2 MODELO

Para determinar o planejamento de ordens é necessário determinar o uso do estoque no atendimento de pedidos. Isto é, alocar o inventário á máxima quantidade de pedidos possíveis que chegam em um período, garantindo o aumento do número de cliente satisfeitos e aumentando a margem de contribuição total. Esta alocação daria origem a dois grupos de pedidos; os pedidos que serão atendidos com o estoque interno, e os pedidos que serão atendidos via *drop-shipping*. Para fazer a classificação de pedidos entre estes dois grupos, é necessário estabelecer um critério que determine a prioridade de um pedido em relação aos outros. Esta pesquisa propõe o conceito de “criticidade”, como critério de priorização, que será aprofundado mais adiante.

Em uma primeira fase, o modelo proposto age classificando os pedidos nos dois grupos antes mencionados de acordo com o critério de criticidade. Em uma segunda fase, o grupo de pedidos destinados a serem atendidos com o estoque interno, é sequenciado pela estratégia FIFO (*first-in-first-out*), isto permite considerar de forma aproximada o grau de importância de cada pedido de acordo com a ordem de chegada, e como consequência melhorar a percepção de qualidade de serviço pelo cliente. Por outra parte, os pedidos não atendidos por falta de estoque são destinados para serem atendidos mediante *drop-shipping*, com a condição de que sejam atendidos de acordo com a ordem de chegada.

O modelo proposto maximiza a quantidade de pedidos a serem atendidos mediante o estoque interno, e a margem de contribuição total, composta pela margem dos pedidos atendidos com o estoque interno e a margem dos pedidos atendidos por *drop-shipping*. A aplicação do modelo foi feita por meio de um algoritmo de simulação, o qual levou em conta as seguintes considerações:

- O estoque alocado a cada item dentro de cada pedido, não pode ser maior do que a demanda desse item;

- A quantidade total alocada de um item não pode ser maior do que a quantidade disponível desse item no estoque;
- Um pedido só poderá ser atendido com o estoque interno, se a quantidade de todos os itens desse pedido estiver disponível no estoque;
- Os pedidos que não são atendidos com o estoque interno devem ser atendidos por *drop- shipping* com uma margem de contribuição menor;
- Os pedidos atendidos por *drop-shipping* configuram um pequeno percentual do total de pedidos realizados no período de tempo.

A seguir se apresenta o conceito de criticidade, a expressão matemática para o cálculo do critério e um aprofundamento no funcionamento do algoritmo.

4.2.1 Criticidade

Considere um armazém que mantém disponível vários tipos de produtos, que aqui se convencionou chamar de “itens”. Neste local chegam diariamente pedidos conformados pela demanda de diferentes itens ordenados via Internet, que devem ser atendidos com um estoque limitante. O critério de Criticidade considera que os pedidos que comprometam em menor grau o inventário disponível e gerem uma maior margem de contribuição, devem ser atendidos com o estoque interno, de forma prioritária. A expressão para o cálculo da Criticidade é apresentada a seguir.

$$C_i = \frac{E_i}{m_i} \quad (3.1)$$

Onde C_i representa a criticidade do pedido i , E_i representa o grau de comprometimento do estoque para o pedido i , e m_i representa a margem de contribuição do pedido i .

Os pedidos que comprometem o estoque em menor grau são aqueles que demandam menos unidades de cada item e/ou menos unidades totais do inventário existente. Para determinar o grau de comprometimento de cada pedido, primeiro é necessário calcular o grau de comprometimento de cada item, como segue:

$$e_j = \frac{\sum_{i=1}^m d_{ij}}{I_j} \quad (3.2)$$

Onde e_j é o grau de comprometimento do item j , d_{ij} é a demanda do item j no pedido i , e I é o inventário existente do item j .

Uma vez calculado o grau de comprometimento do item i , é possível calcular o grau de comprometimento do inventário para cada pedido, como segue:

$$E_i = \sum_{j=1}^n e_j * d_{ij} \quad (3.3)$$

Onde E_i é o grau de comprometimento do pedido i , e_j é o grau de comprometimento do item j e d_{ij} é a demanda do item j no pedido i .

Nesta pesquisa são propostas duas formas de determinar o planejamento de pedidos com base na criticidade, as quais serão comparadas nesta seção através de um exemplo numérico. As duas abordagens são apresentadas a seguir.

4.2.1.1 Criticidade estática

Esta primeira abordagem considera a criticidade como um critério estático, que pode ser calculado de forma definitiva mediante as equações (3.1), (3.2) e (3.3) apresentadas anteriormente. Os pedidos então são organizados em ordem ascendente em relação ao índice de criticidade (mais crítico ao menos crítico), para alocar o inventário existente aos pedidos segundo esta ordem. Esta alocação é feita de forma simulada usando um algoritmo criado com base no modelo, tomando como restrição, que todos os pedidos serão atendidos de forma completa. Portanto, caso o estoque não seja suficiente para atender um pedido que está na sequência (todas as quantidades de todos os itens), este será negligenciado para tentar atender o próximo pedido na sequência estabelecida, alocando o inventário até que as quantidades demandadas pelos pedidos restantes sejam maiores ao estoque existente. A restrição de pedidos completos garante que os clientes não receberão pedidos incompletos, e como consequência melhorará o nível de serviço. Além disso, diminui o custo de envio de pedidos em duas ou mais remessas. O funcionamento desta abordagem é apresentado na figura 3.1.

4.2.1.2 Criticidade dinâmica

A segunda abordagem considera a criticidade como um critério dinâmico, onde o grau de comprometimento de cada item e_j em particular varia a cada vez que um pedido é atendido,

uma vez que o estoque disponível de cada item diminui. Portanto, os pedidos são organizados em ordem ascendente em relação ao índice de criticidade (mais crítico ao menos crítico), alocando o inventário ao primeiro pedido na sequência. Depois o estoque disponível é atualizado e a criticidade é recalculada com os pedidos restantes, estabelecendo uma nova ordenação, onde o primeiro pedido da sequência será novamente atendido. Este processo continua até que quantidade demanda de algum item seja maior que a quantidade total desse item disponível no estoque. A regra de negligenciar alguns pedidos da sequência por falta de estoque também é considerada nesta abordagem (figura 3.2).

O processo de alocação do estoque com base na criticidade estática e dinâmica, não ocorre em tempo real, mas é uma simulação prévia da execução da operação de *picking*. Esta garante um planejamento eficiente dos pedidos, como *input* para o desenho da operação de *picking*, especificamente das listas de *picking* que determinam a forma com que cada item deve ser recuperado das prateleiras para finalmente consolidar os pedidos.

A ordenação com base no índice de criticidade é feita para determinar o grupo de pedidos que será atendido com o estoque interno, e não seu sequenciamento, pois depois de selecionados, a reordenação não impacta na utilização do inventário. Esses pedidos são sequenciados posteriormente mediante a política FIFO para melhorar o nível de serviço. Como o atendimento dos pedidos não depende só da disponibilidade do inventário, mas também dos recursos e do tempo de operação disponível (eficiência da estratégia de *picking*) para o *picking*, a regra FIFO, irá garantir que caso existam atrasos devido à operação de *picking*, estes ocorram nos pedidos que chegaram por último. O algoritmo criado para solucionar o problema de alocação de estoque segue a lógica apresentada nas figuras 3.1 e 3.2.

4.2.2 Desempenho do modelo

Uma vez determinado o grupo de pedidos que serão atendidos e a forma como este será sequenciado, é necessário medir a eficiência do modelo, a fim de poder comparar seu funcionamento com outras práticas ou políticas de alocação de inventário e sequenciamento de pedidos. Entre os indicadores de desempenho dos centros de distribuição, a taxa de atendimento de pedidos (OFR) é definida como a proporção do número de pedidos cumpridos em relação ao número de pedidos recebidos durante um determinado período de tempo.

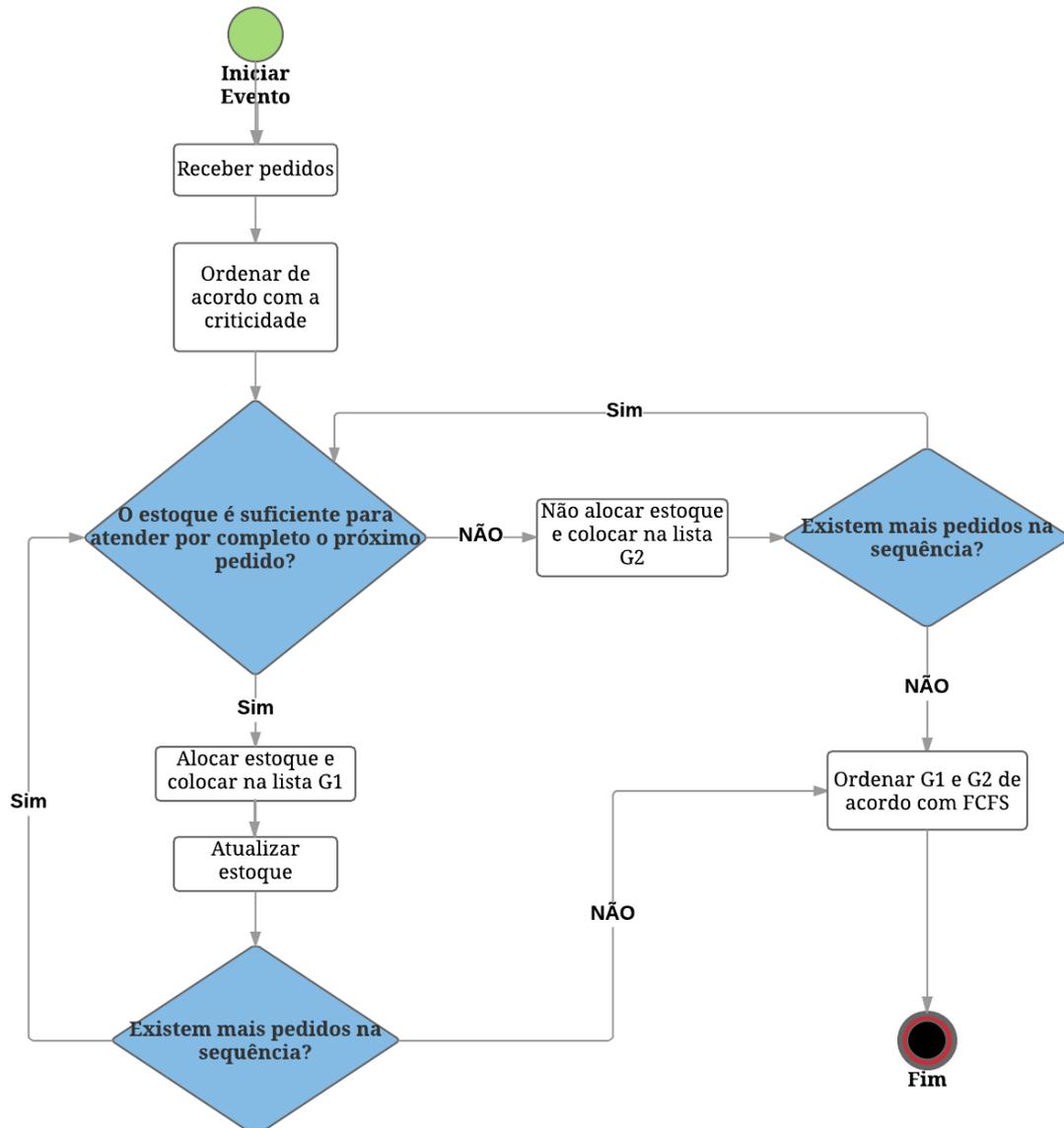


Figura 4.1 -Algoritmo de criticidade estática, Fonte: esta pesquisa (2017)

Considerando que um pedido é cumprido completamente quando a quantidade requerida de todos os itens nessa ordem estiver disponível no inventário (Levi & Levi, 2003). Na equação (3.4) se apresenta a expressão matemática para calcular a OFR.

$$OFR = \frac{F}{N} * 100 \quad (3.4)$$

Onde F é o número de pedidos que podem ser cumpridos (sem itens faltantes), e N o número de pedidos que chegam nesse período.

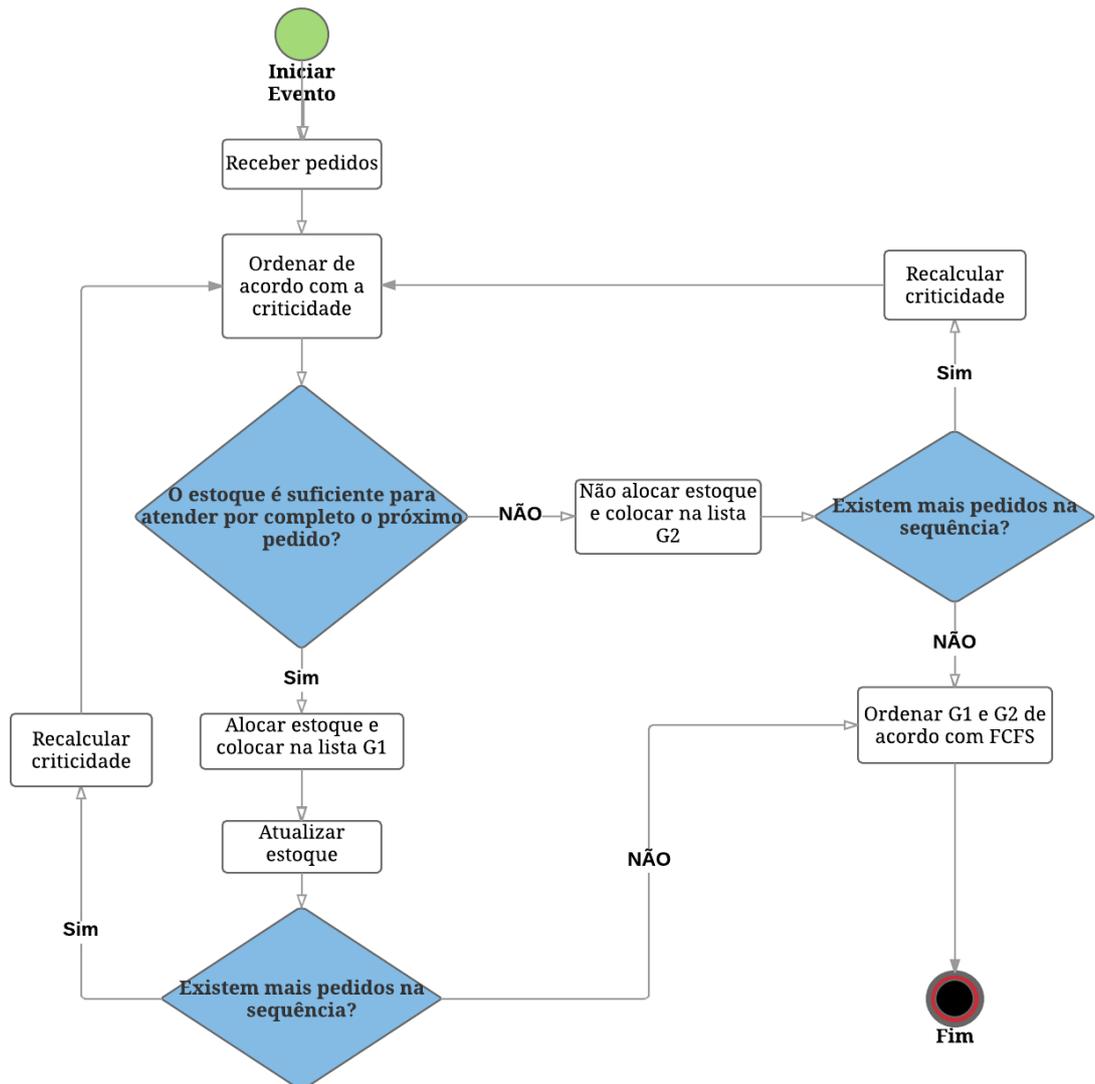


Figura 4.2- Algoritmo de criticidade dinâmica, Fonte: esta pesquisa (2017)

Outra medida usada para avaliar o desempenho do planejamento proposto é a margem de contribuição total, definido como a soma da margem obtida pelo atendimento de pedidos com o estoque interno, e a margem obtida pelo atendimento de pedidos mediante *drop-shipping*, apresentado a seguir.

$$M_t = M_{int} * + M_{drop} \quad (3.5)$$

$$M_{int} = \sum_j^n \sum_i^m m_{i,int} * d_i \quad (3.6)$$

$$M_{drop} = \sum_j^n \sum_i^m m_{i,drop} * d_i \quad (3.7)$$

Onde M_i representa a margem de contribuição total obtida a partir do atendimento de todos os pedidos, M_{int} a margem obtida a partir do atendimento usando o estoque interno, M_{drop} a margem total obtida a partir do atendimento de pedidos usando *drop-shipping*, j representa os pedidos, i representa os itens, $m_{i,int}$ representa a margem de contribuição do item i quando atendido pelo estoque interno, $m_{i,drop}$ a margem de contribuição do item i quando atendido via *drop shipping*, e d_i a demanda do item i .

4.3 CASO NUMÉRICO

Nesta secção foi avaliado o desempenho do modelo de planejamento proposto, a traves de um exemplo numérico. No caso numérico foi determinado a OFR e a margem de contribuição total, obtidos a partir do modelo de criticidade estática e dinâmica, fazendo uma comparação com a regra tradicional FIFO. Também foi avaliada a influência do modelo de planejamento proposto sobre a eficiência da atividade de *order-picking*.

4.3.1 Planejamento de pedidos

Para realizar a aplicação numérica do modelo de planejamento de pedidos, foi considerado que (Ayanso, Diaby & Nair, 2006; Rim & Park, 2008; Mahar & Wright, 2009):

- O armazém atende diariamente a demanda acumulada do período anterior. Esta estratégia é usada para alavancar mais informações sobre a posição do inventario e dessa forma melhorar o gerenciamento do inventario e o planejamento de ordens;
- Os itens do armazém estão divididos em 3 classes de acordo com a frequência em que são ordenados; os itens de classe A possuem uma probabilidade $p=0.1$ de ser ordenados pelo cliente; os itens tipo B possuem uma probabilidade $p=0.3$ de ser ordenados; e os itens tipo C possuem uma probabilidade $p=0.6$ de ser ordenados;
- O número de itens ordenados para cada produto está representado por uma distribuição triangular com valor pessimista de 1, mais provável de 2 e máximo de 6 itens. Esta

distribuição é preferível sobre a distribuição de Poisson que é comumente atribuída a processos de demanda, uma vez que esta última pode subestimar significativamente a variabilidade da demanda no ambiente de comércio eletrônico. A distribuição triangular é conceitualmente simples e mais adequada na ausência de informações precisas em relação à distribuição de variáveis aleatórias.

- Para ser mais preciso, o modelo de simulação deveria incluir a política de reposição do inventário, porém, pela quantidade de itens ser muito alta, o nível inicial de estoque de um item ou para um dia em particular assume-se segue uma distribuição normal, com média de 15 itens e desvio de 2;
- O período de operação sempre começa sem pedidos remanescentes do dia anterior (*back orders*), uma vez que os pedidos não atendidos pelo estoque interno são atendidos via *drop-shipping* (o fornecedor é responsável pelo *order fulfillment*).
- Os pedidos são atendidos de forma completa, de tal forma que se existe algum item indisponível este pedido não é atendido com o inventário interno.
- O nível de serviço de *drop-shipping* é suficiente para garantir o atendimento de todos os clientes.
- O atendimento por *drop-shipping* implica em uma menor margem de contribuição (30% a menos) para cada pedido em relação ao atendimento com estoque interno, devido ao investimento adicional em capacidade de *picking* e *packing*. O uso de *drop-shipping* também implica em um atraso potencial de ordens, considerando que esta alternativa de *order-fulfillment* também é usado por outros *e-tailers* do mercado. Pelas razões apresentadas, o uso desta alternativa apenas se justifica quando necessário.

Este estudo examinou o número de ordens por dia entre 200 e 230, avaliando o número de itens ofertados para 300, 350, 400, 450, 500, e 550 itens onde o *stock out* ocorre sob as condições expostas anteriormente. Essa análise foi feita considerando a regra FIFO como a política base, contra a qual as duas variantes do modelo foram testadas. Para 7 níveis de número de ordens, 6 níveis de número de itens ofertados e 3 métodos avaliados, com 70 repetições por cada caso, teve-se um total de 8820 corridas de simulação.

A Figura 3.3 e 3.4 apresentam os resultados da simulação para a OFR e Margem de contribuição total, respectivamente. Comparando sequencialmente os gráficos A até F da Figura 4.1 é possível ver, que para qualquer estratégia, à medida que aumenta o número de Itens também aumenta a OFR. Este comportamento é esperado, uma vez que ao aumentar o número de itens ofertados, aumenta a variedade de itens que compõem os pedidos e em consequência o estoque de cada item fica menos comprometido, e pode ser usado de forma mais eficiente para atender mais clientes. Outra forma de comprovar isto, é comparando de forma sequencial os gráficos da figura 3.4 (A-F), onde é possível ver que a margem de contribuição total aumenta à medida que aumenta o número de itens ofertados, como resultado de mais clientes atendidos. Para 300 itens ofertados e uma demanda de 200 pedidos, por exemplo, a OFR é de 78,14 % e a Margem de contribuição total de R\$ 9.346,02 com a regra FIFO, em quanto, para 550 itens ofertados e a mesma demanda, a OFR é de 96,78% e a Margem de contribuição total de R\$ 9.923,82 com a regra FIFO. Além do aumento geral da OFR e da Margem Total, é possível comprovar que as duas estratégias de planejamento propostas nesta pesquisa são sempre superiores à estratégia FIFO sem importar a variedade da oferta (diferentes quantidades de itens ofertados).

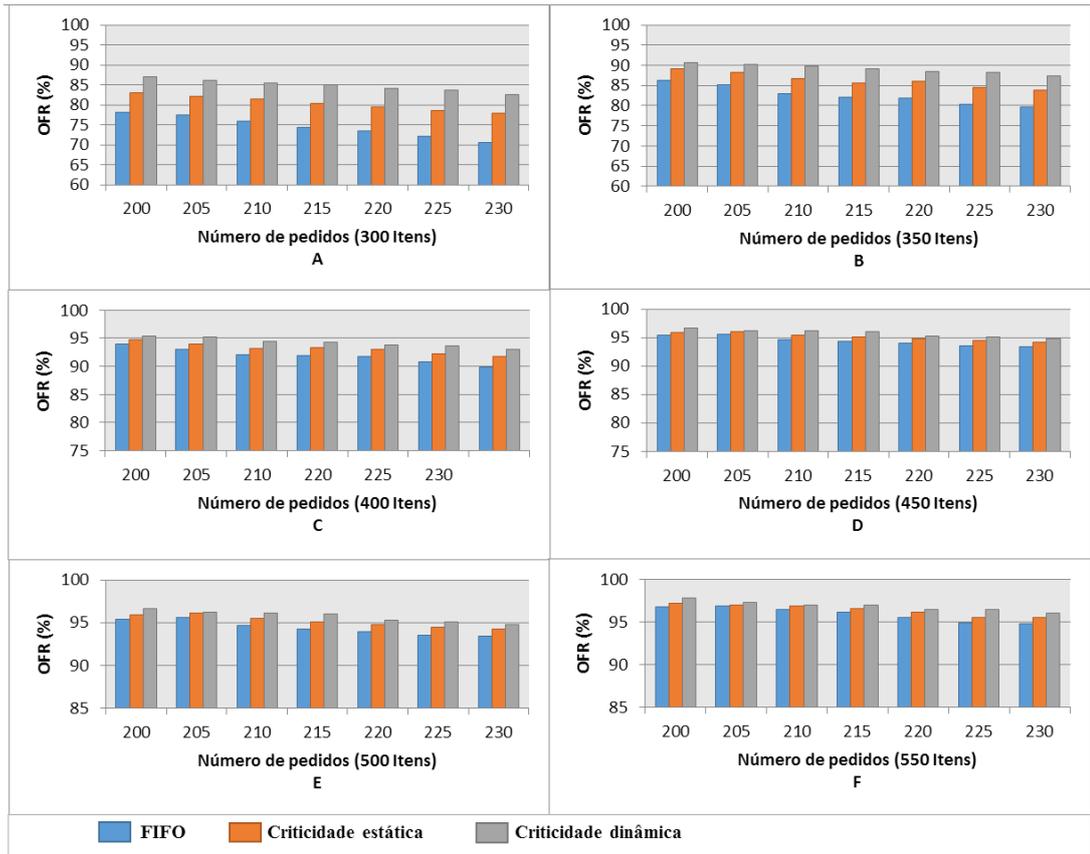


Figura 3.3 -Comparação de OFR para FIFO, Criticidade Dinâmica, e Criticidade estática, Fonte: Esta pesquisa (2017).

Analisando os gráficos 3.3 e 3.4 de forma individual, podemos ver que à medida que aumenta o número de pedidos, diminui a OFR. Este comportamento também é esperado considerando que em quanto a demanda aumenta, a política de estoque permanece constante (a mesma quantidade média de estoque por item), fazendo com que o inventário se torne a cada vez menos disponível para atender a mesma proporção de clientes, tornando o gerenciamento do estoque mais complexo. Neste caso como é esperado, a Margem de contribuição total aumenta devido ao aumento na demanda. Ao chegar mais pedidos ao armazém, a OFR diminui por insuficiência de estoque, mas os clientes não atendidos pelo estoque interno, ainda são atendidos via *drop-shipping*, contribuindo assim para o aumento da margem Total. Para uma demanda de 200 pedidos e 300 itens ofertados, por exemplo, a OFR é 78,14% com a regra FIFO e a Margem Total de R\$9.346,02, estes valores mudam para

70,55% e R\$10.503,39 quando a demanda é de 230 pedidos e a quantidade de itens ofertados é a mesma.

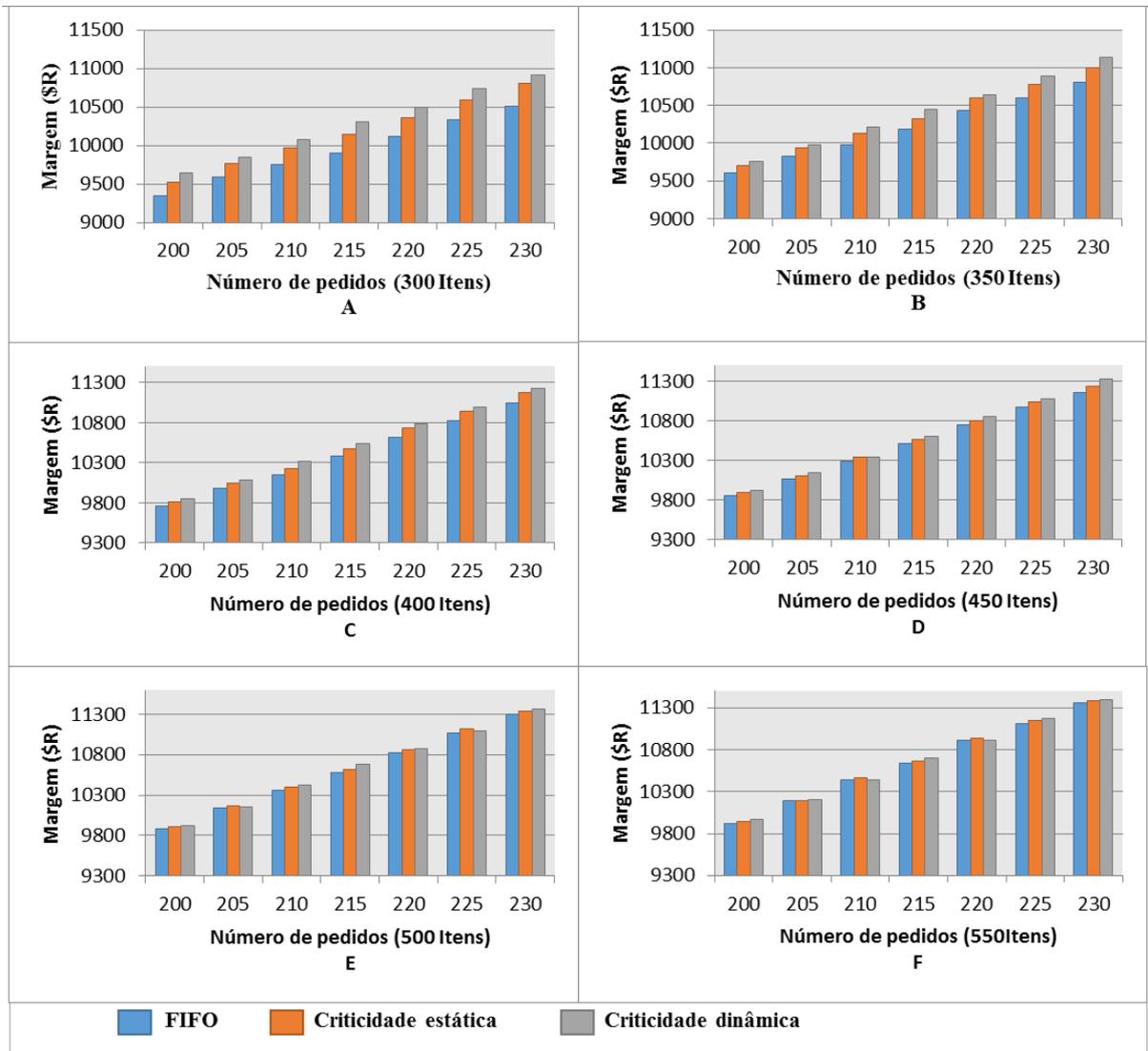


Figura 3.4 -Comparação de Margem para FIFO, Criticidade Dinâmica, e Criticidade estática, Fonte: Esta pesquisa (2017).

A pesar do que foi apresentado anteriormente, é possível comprovar mediante a comparação das figuras, que as duas regras de criticidade propostas superam a regra FIFO para qualquer demanda (número de pedidos), resultando em maior OFR e Margem de contribuição total.

De forma geral, a regra de Criticidade dinâmica apresenta a maior OFR média e a maior Margem Total média para qualquer combinação de número de pedidos e número de itens ofertados. Para 300 itens ofertados e 200 pedidos, por exemplo, (Fig-3.3A), a regra de Criticidade dinâmica resulta em OFR média de 87,02 %, em quanto a Criticidade estática resulta em OFR de 83,09 % e a regra FIFO em 78,14 %. Isto significa uma melhoria de 6,33 % da regra estática sobre a regra FIFO, e uma melhoria de 11,36 % da regra dinâmica sobre a regra FIFO em relação a OFR. Fazendo a mesma análise para a Margem de contribuição total, temos que para 300 itens ofertados e 200 pedidos, por exemplo, (Fig-3.4A), a regra de Criticidade dinâmica resulta em uma Margem Total de R\$9.638,11, em quanto a Criticidade estática resulta em uma Margem Total de R\$9.528,52 e a regra FIFO em R\$9.346,02. Isto significa uma melhoria de 1,95 % da regra estática sobre a regra FIFO, e uma melhoria de 3,12 % da regra dinâmica sobre a regra FIFO em relação a Margem Total, sugerindo que a regra de Criticidade dinâmica é superior em todos os casos. As figuras 3.5 apresenta o comportamento da taxa de melhoria da OFR para as duas regras propostas em relação à regra FIFO.

Das figuras 3.5A e 3.5B pode-se inferir que à medida que aumenta o número de pedidos para um determinado número de itens ofertados, também aumenta a taxa de melhoria de OFR da regra estática e dinâmica sobre a regra FIFO. Em outras palavras isto significa, que quanto maior for a demanda, em maior medida as regras propostas superam a regra FIFO para essa quantidade de itens. A taxa de melhoria alcança até 10,5% e 17% para a regra estática e dinâmica respectivamente. Este resultado é importante pois sugere que as políticas propostas conseguem acompanhar a variabilidade da demanda, amortecendo a diminuição da OFR naturalmente atribuída a indisponibilidade de estoque, permitindo assim um melhor gerenciamento do inventario em comparação com a regra FIFO. Em termos práticos, um amortecimento na diminuição da OFR significa que menos clientes deixam de ser atendidos com o estoque interno, quando a demanda varia. Este comportamento variável da melhoria da OFR está acompanhado pelo aumento da melhoria da Margem de contribuição total, a qual alcança até 2,8% e 4% para a regra estática e dinâmica, respectivamente. Este comportamento é mostrado na Figura 3.6. Nas figuras 3.5 e 3.6, também pode ser comprovado que a regra de criticidade dinâmica apresenta um melhor desempenho tanto em relação à OFR, quanto a Margem de contribuição total, em relação à política de criticidade estática.

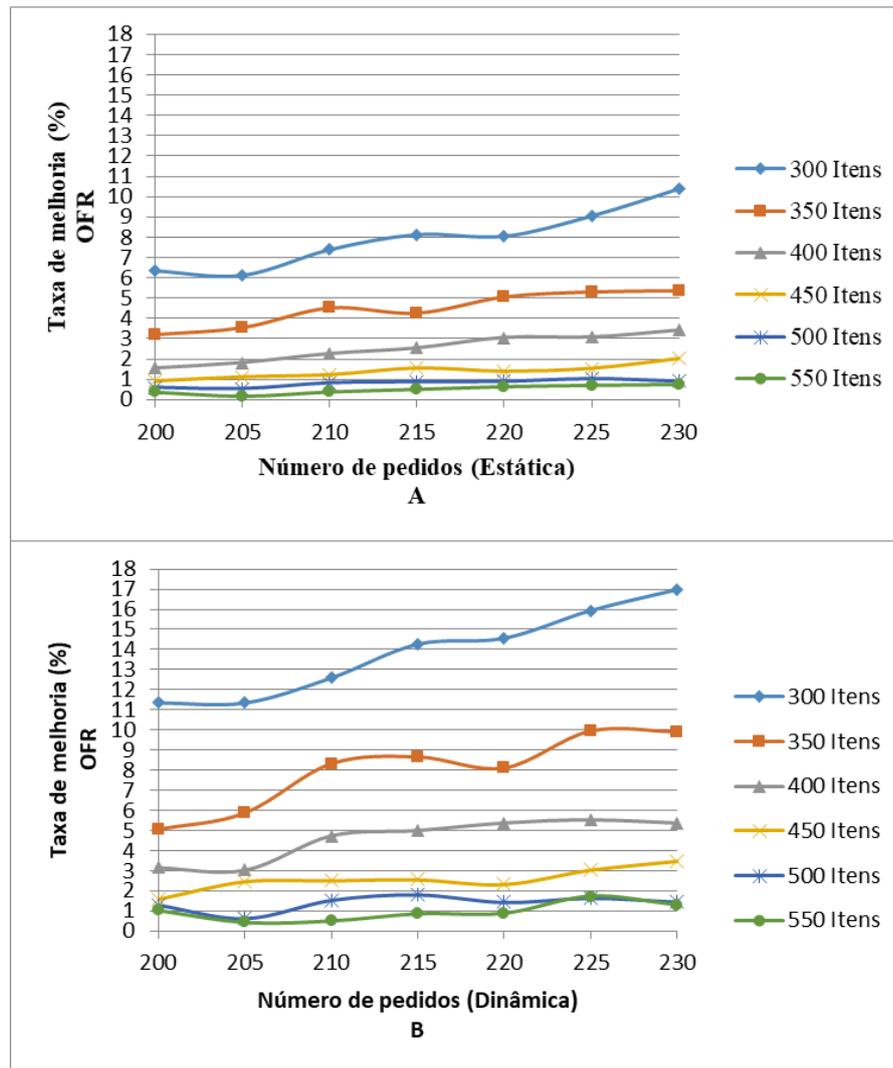


Figura 3.5 -Taxa de melhoria de OFR para Criticidade estática e dinâmica, Fonte: Esta pesquisa (2017).

A evidência anterior é de grande utilidade, pois no contexto de comércio eletrônico B2C, a variabilidade da demanda é alta. Esta característica é devida a fatores como o tratamento simultâneo das exigências de segmentos de clientes muito diferentes, o alargamento da janela de tempo de ordenação, que tende a introduzir uma maior variabilidade do tempo de chegada da ordem do cliente, o efeito chicote que diz respeito a subestimar ou sobrestimar a demanda, decorrente de flutuações no preço, excessiva disponibilidade temporal de produtos, acumulação de demanda para economias de frete, entre outros. Adicionalmente aos padrões anuais de demanda, a demanda proveniente do comércio eletrônico varia dinamicamente entre

o dia e a noite e durante a semana (metade da semana-final de semana). Neste contexto de demanda altamente variável é crucial um adequado gerenciamento do inventário.

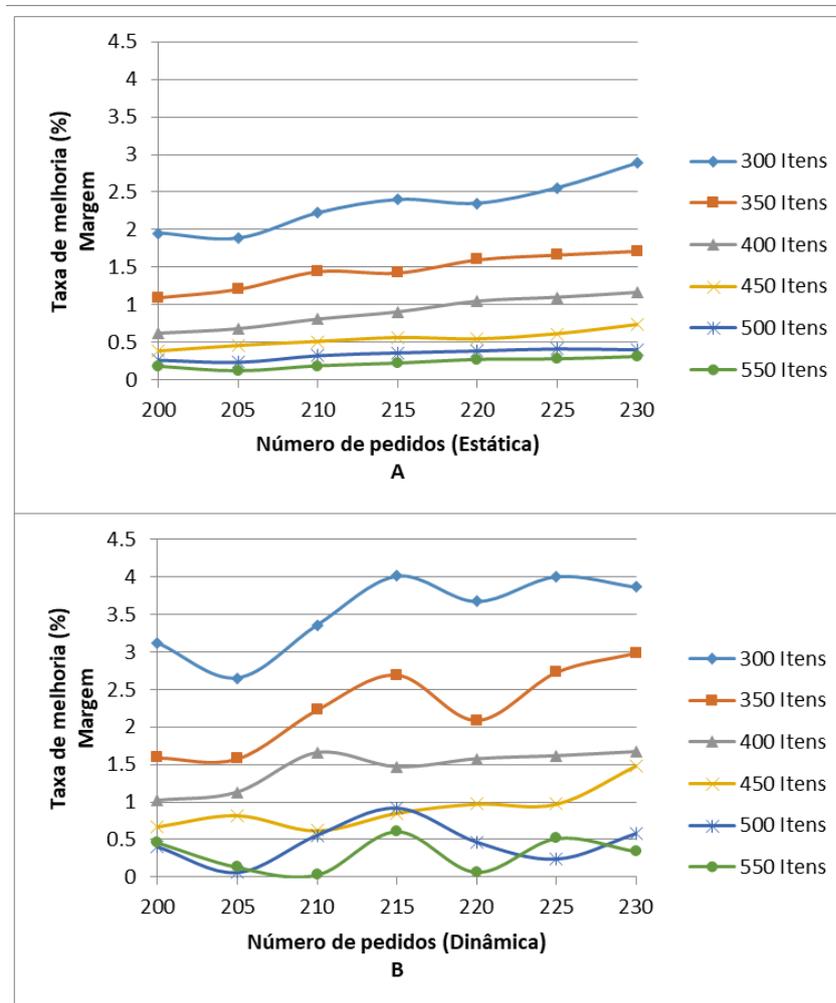


Figura 3.6 -Taxa de melhoria da Margem de contribuição total para Criticidade estática e dinâmica, Fonte: Esta pesquisa (2017).

Outra análise que pode ser feita a partir da figura 3.5, é que a taxa de melhoria da OFR também depende do número de itens que está sendo ofertado, assim, quanto maior é o número de itens ofertados, menor é a taxa de melhoria para uma determinada demanda. Além disso, quanto maior é o número de itens ofertados, menor é o efeito do número de pedidos sobre o aumento da taxa de melhoria (segmentos de menor inclinação), explicado anteriormente. A evidência anterior permite sugerir, que as regras de Criticidade-especificamente a criticidade dinâmica-funcionam mais eficientemente para pequenas quantidades de itens ofertados, onde o gerenciamento de estoque é mais diferenciado.

4.3.2 Efeito sobre a eficiência de *picking*

Para determinar o efeito do modelo de planejamento de pedidos proposto sobre a eficiência da operação de *order picking*, foi avaliado o tempo médio de atendimento por pedido/cliente para várias estratégias de *picking*, fazendo uma comparação da eficiência da regra de criticidade dinâmica e estática, com a eficiência de *picking* da política FIFO.

4.3.1.1 Tempo médio de resposta

O tempo de resposta T_r , mede o tempo médio requerido para processar uma ordem de pedido. Este inclui todos aqueles tempos compreendidos na atividade de *picking*, como por exemplo, o tempo de deslocamento até os locais de armazenamento dos produtos, o tempo de recuperação dos itens e o tempo necessário para realizar a classificação dos produtos segundo as ordens (caso esta atividade seja requerida), entre outros. A equação (3.8) usada por Contreras (2014), é utilizada para o cálculo do tempo médio de resposta.

$$T_r = \frac{\sum_{i=1}^X \left(\frac{D_i}{v} + 2t_{P/D} \right) + (n_i * t_r) + (n_i * t_{cl}) + (n_i * t_d)}{N} \quad (3.8)$$

Onde:

T_r = Tempo médio de resposta (tempo de processamento de uma ordem de pedido).

D_i = Distância percorrida pelo picker para selecionar e separar a ordem/lote i .

v = Velocidade de deslocamento do *picker*.

$t_{P/D}$ = Tempo de descolamento desde e até o ponto entrada/saída (P/D).

n_i = Número de itens que devem ser recuperados na ordem/lote i .

t_r = Tempo de recuperação de cada item.

t_{cl} = Tempo de classificação de cada item/lote.

t_d = Tempo de descarga de cada item no ponto P/D.

X = Número total de ordens de pedido ou lotes de ordens de pedido.

N = Número total de ordens de pedido.

Da expressão analítica apresentada anteriormente, é importante ressaltar que a distância percorrida pelo *picker* varia dependendo da estratégia escolhida. Desta forma, a distância pode referir-se ao deslocamento por todo o armazém na procura dos itens ou em outros casos, ao deslocamento em cada zona de *picking* segundo seja necessário.

Outros elementos na expressão também estão sujeitos às mudanças segundo a estratégia que se deseje avaliar, como por exemplo, o tempo de classificação, que pode ser requerido ou não, e que ao mesmo tempo está relacionado ao momento na qual a atividade é feita, seja durante o *picking-tour* ou no final do percurso.

4.3.1.2 Estratégias de *order-picking*

Diante da informação existente na literatura, foram estabelecidas as principais estratégias de *order-picking*. A seguir se apresenta a descrição de cada uma das estratégias a serem avaliadas.

Picking discreto: A estratégia estabelece que em cada *picking-tour*, só uma ordem de pedido será captada. O *picker* desloca-se para os locais de armazenamento dos produtos que compõe uma ordem, e uma vez todos os “*n*” itens da ordem são recuperados, o *picker* volta ao ponto de P/D para recomençar o processo com uma nova ordem. A atividade será repetida até completar todas as ordens de pedido existentes.

Loteamento *Sort-while-pick* (SWP): A estratégia estabelece que em cada *picking-tour*, “*b*” ordens de pedido com “*n*” itens (que compõem um lote) serão captadas. O *picker* desloca-se para os locais de armazenamento dos produtos, e em cada recuperação, faz um processo de classificação dos itens de acordo com a demanda de cada pedido. Uma vez que todos os “*n*” itens das “*b*” ordens são recuperados, o *picker* volta ao ponto de P/D para recomençar o processo com um novo lote de ordens de pedido. A atividade será repetida até completar todas as ordens de pedido existentes.

Loteamento *pick-and-sort* (PAS): A estratégia estabelece que em cada *picking-tour*, “*b*” ordens de pedido com “*n*” itens (que compõem um lote) serão captadas. O *picker* desloca-se para os locais de armazenamento dos produtos, e uma vez todos os “*n*” itens das “*b*” ordens são recuperados, o *picker* volta ao ponto P/D onde existe uma área de classificação, encarregada de separar os itens segundo o formato de cada ordem de pedido. O processo recomença com um novo lote de ordens de pedido e a atividade será repetida até completar todas as ordens de pedido existentes.

O desenvolvimento da presente pesquisa é realizado em sua totalidade dentro de um ambiente simulado, significando que não existe contato direto com armazéns reais. É importante ressaltar que para garantir que os resultados sejam pertinentes, todas as características do experimento correspondem à informação semelhante às operações de

armazéns reais, encontrada na literatura. A seguir, o exercício de simulação é exposto em detalhe.

4.3.1.3 Aplicação numérica

Para avaliar a influência das duas variantes de planejamento propostas-*criticidade estática e dinâmica*-sobre a eficiência de *picking*, usou-se como base a regra FIFO. A partir dessas três políticas foi gerado o planejamento de pedidos como *input* para a execução da operação de *picking*.

Considere um armazém dedicado ao despacho de ordens de pedidos de calçado masculino e feminino, que oferece uma combinação de 350 tipos de itens diferentes. A demanda a ser atendida no período atual foi de 210 pedidos e corresponde à demanda acumulada do período anterior. A demanda de cada item foi gerada de forma aleatória a partir das considerações estabelecidas no capítulo anterior, assim como o inventário inicial, e o planejamento de pedidos foi feito para 30 dias de operação. Por último, foi conduzida uma análise de variância de dois fatores (ANOVA) para determinar a influência do tipo de planejamento de pedidos sobre a eficiência da operação de *picking* sob várias estratégias de *picking*. O teste foi desenvolvido para um nível de confiança de 99 % e foi complementado com um teste Tukey de comparação de medias, para determinar a diferença entre os tratamentos (tipo de planejamento de pedidos e estratégia de *picking*).

Para determinar a eficiência da operação de *picking*, assume-se que (Parikh et al., 2008; Petersen II, 2009):

- Ao se tratar de um armazém de calçado, onde os produtos são similares e as embalagens são padronizadas, considera-se que o peso e volume dos produtos é igual e representam uma carga de fácil manipulação humana. O anterior implica, que o tamanho dos itens não tem influência sobre a operação de *picking*;
- A alocação dos produtos está baseada na política por classes, estabelecendo que os itens com mais demanda sejam localizados o mais perto do ponto de entrada/saída (P/D), distribuídos uniformemente de forma que a atividade esperada de *picking* seja a mesma em todos os corredores;

- Cada *picker* passa por cada locação de armazenamento uma vez em cada *picking-tour*, seguindo um deslocamento *S-shape*. Assim, a distância de deslocamento é conhecida e constante para cada estratégia adaptada;
- O tempo de *picking* e descarga dos itens são proporcionais ao número de itens recuperados;

A configuração física do centro de distribuição está constituída por uma área retangular com dez (10) corredores dispostos verticalmente com referência ao ponto P/D com igual capacidade de armazenamento. Os corredores são distribuídos proporcionalmente formando um único bloco de armazenagem – não existem corredores transversais, e em complemento, cada corredor tem o espaço suficiente para o deslocamento em dois sentidos, suficiente para a utilização dos carros de *picking*, o que evita o congestionamento.

Cada *picking-tour* inicia e termina no ponto P/D localizado no meio da parte dianteira do armazém, segundo mostrado na Figura 4.5. O tempo de deslocamento desde o ponto P/D até o primeiro corredor (ou desde o último corredor até o ponto P/D) é de 2.5 minutos. O *layout* exposto na Figura 3.7 representa a configuração mais utilizada no desenvolvimento de pesquisa sobre o assunto (Koster et al., 1994; Petersen et al., 2004; Pertersen II et al., 2009; Henn, et al., 2012).

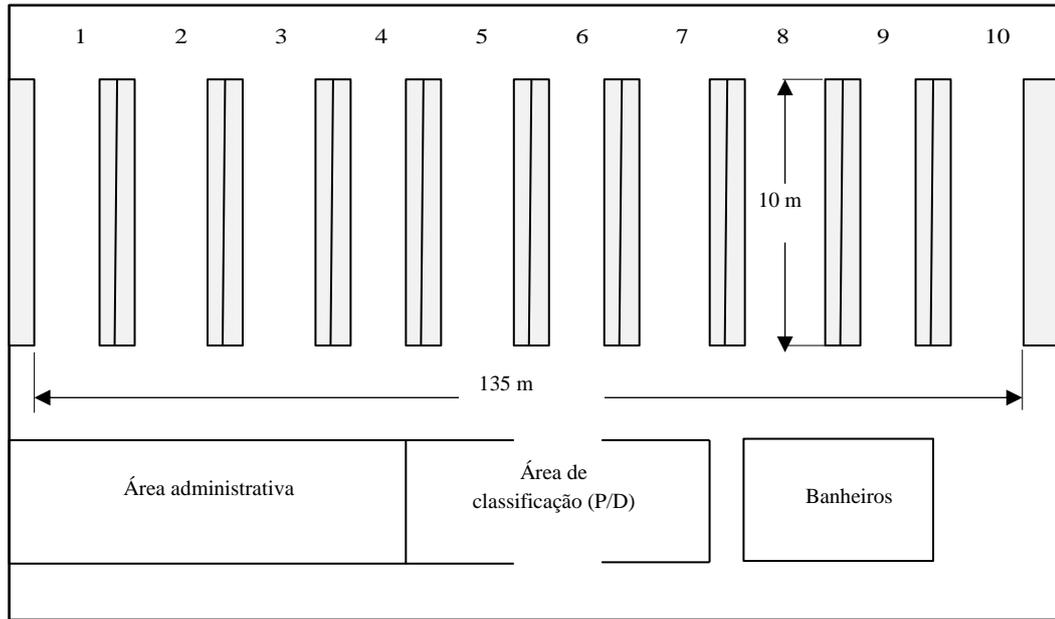


Figura 3.7-Layout do armazém-exemplo numérico, Fonte: Esta pesquisa (2017)

No ponto P/D encontra-se a área de classificação e empacotamento, responsável por organizar os produtos segundo o solicitado na ordem de pedido, em caso de ser requerido. Essa área é operada principalmente pela força de trabalho humano, que com o apoio de uma esteira transportadora, é responsável pela classificação dos itens e despacho das ordens de pedido para a área de *shipping*. Alguns sistemas de informação são utilizados para o desenvolvimento e controle da atividade.

Para realizar a atividade de seleção e separação de pedidos, o centro de distribuição tem como recursos disponíveis nove (9) *pickers*, cada um deles dotado de um carro de *picking* de 3 estantes com parede de malha, com capacidade de 202 itens (252 itens no caso em que a classificação é feita durante o *picking-tour*). O sistema *pickers-to-parts* é adotado pelo armazém, significando que a força de trabalho humano deve ir até cada locação de armazenagem e recuperar o produto, com o apoio simplesmente de um *picking-cart*. A seguir, a Tabela 3.2 expõe outros dados importantes para o desenvolvimento do experimento numérico.

Tabela 3.2-Dados do exemplo numérico

Parâmetro	Detalhe	Identificador	Valor
Tempo de recuperação	<i>Picking</i> discreto		0,3 min/item
	Loteamento	t_r	0,5 min/item
Tempo de classificação	Por item	t_{cl}	0,15 min/item
	Por lote		8 min/lote
Tempo de descarga		t_d	0,1 min/item
Número de <i>pickers</i>		N	9
Tempo disponível	<i>Picker</i>		240 min/ <i>picker</i> *período
	Semanas	T_{wi}	50/ano
	Período		6/semana

Fonte: Esta pesquisa (2017)

Os dados e variáveis que definem o experimento numérico correspondem à informação achada na literatura sobre o cenário de interesse, adaptada para o desenvolvimento da presente pesquisa (Parikh et al. 2008; Petersen II, 2009; Shiau et al., 2013).

O planejamento de pedidos resultante da aplicação das três políticas estudadas: FIFO, Criticidade dinâmica e Criticidade estática, para um (1) dia de operação pode ser observado no apêndice 1, 2 e 3 respectivamente. Este planejamento inclui a alocação do inventário e a sequência de atendimento dos pedidos tanto para o estoque interno, quanto para *drop-shipping*. Na tabela 3.3 a seguir, pode ser observado o desempenho médio de cada política.

Como pode ser visto na Tabela 3.3, o planejamento de pedidos para este armazém através das duas políticas de criticidade resulta em uma maior OFR e maior margem de contribuição total em comparação com a regra FIFO. Especificamente a criticidade dinâmica oferece o melhor desempenho de OFR e Margem de contribuição, resultando em uma melhoria de 9,94% e 4,79% respectivamente sobre a regra FIFO, confirmando as evidências encontradas no capítulo 4.

Tabela 3.3-Desempenho das políticas de planejamento

Medida	FIFO	Criticidade estática	Criticidade dinâmica
OFR	81,429	83,333	89,524
Margem estoque interno	8.447,5	8.740	9.552,5
Margem <i>drop shipping</i>	1.352,75	1.148	717,5
Margem total	9.800,25	9.888	10.270

Fonte: Esta pesquisa (2017)

Tabela 3.4-ANOVA de uma via para OFR

Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	F	valor-P
Política de planejamento	693,2	2	346,6	346,6	2E-16
Residuais	307,9	87	3,5		

Fonte: Esta pesquisa (2017)

Tabela 3.5-ANOVA de uma via para Margem total

Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	F	valor-P
Política de planejamento	838.392	2	419.196	32,23	3,35E-11
Residuais	1.131.427	87	13.005		

Fonte: Esta pesquisa (2017)

Nas tabelas 3.4 e 3.5 são apresentados os resultados da análise de variância, mostrando que existem diferenças significativas tanto para a OFR quanto para a Margem de contribuição total, entre as três políticas de planejamento de pedidos. Os valores-p foram menores a 0,05, sendo de 2E-16 para a OFR e de 3,35E-11 para a margem total.

A eficiência de *picking* de cada política foi calculada usando como *input* o planejamento de pedidos da tabela 5.1. O tempo médio de resposta foi calculando sob três estratégias de *picking*: discreto, *sort-while-pick*, e *pick-and-sort*, através da equação para *Tr* apresentada no capítulo 4, e levando em consideração as particularidades de cada estratégia. Os resultados obtidos para a eficiência de *picking* e a análise de variância (ANOVA) são apresentados na Figura 5.2 e na Tabela 3.6 respectivamente.

Ao comparar as três regras de planejamento estudadas-FIFO, Estática, e dinâmica-mediante a figura 3.8, é possível comprovar que existe uma ligeira mudança no tempo médio de resposta da operação de *picking* para cada uma das estratégias de *picking* usadas. Assim, para um armazém que realiza o *picking* usando a estratégia Discreta, se a regra de planejamento FIFO

for trocada pela regra de Criticidade estática, o Tr aumenta, passando de 14,866 min/pedido para 14,874 min/pedido (+0,053 %), enquanto para a regra dinâmica a Tr diminui, passando para 14,78 min/pedido (-0,578 %). Para um armazém que realiza a operação de *picking* mediante a estratégia SWP, se a regra de planejamento for mudada de FIFO para a regra de Criticidade estática, o Tr diminui, passando de 14,752 min/pedido para 14,478 min/pedido (-1,86 %), enquanto para a regra dinâmica a Tr diminui, passando para 14,695 (-0,386%), provendo assim um aumento na eficiência de *picking*. Por último, para um armazém que realiza a operação de *picking* mediante a estratégia PAS, se a regra de planejamento for mudada de FIFO para a regra de Criticidade estática, o Tr aumenta, passando de 12,645 min/pedido para 12,689 min/pedido (+0,347 %), enquanto para a regra dinâmica a Tr diminui, passando para 12,581 min/pedido (-0,506), provendo um aumento da eficiência de *picking*.

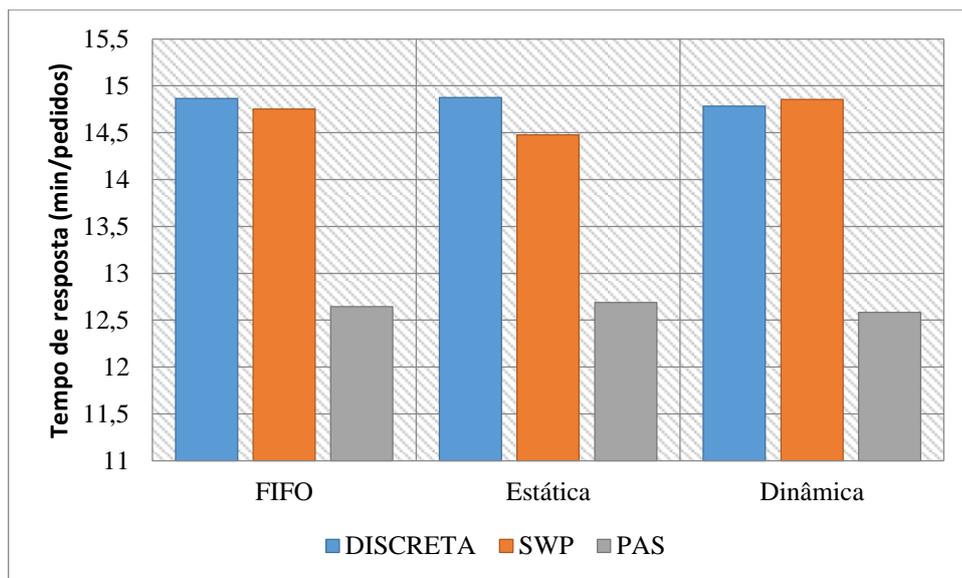


Figura 3.8 -Eficiência de picking para FIFO, Criticidade estática, e Criticidade dinâmica sob diferentes estratégias de picking, Fonte: Esta pesquisa (2017).

Tabela 3.6-ANOVA de dois fatores

Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Estratégia de <i>picking</i>	273,09	2	136,54	1.153,70	2,5737E-13	3,0303
Política de planejamento	0,2761	2	0,1380	1,1663	0,31310519	3,0303
Interações	2,3263	4	0,5815	4,9138	0,0778029	5,4062
Dentro	30,891	261	0,1183			
Total	306,58	269				

Fonte: Esta pesquisa (2017)

Segundo a análise de variância (ANOVA), as diferenças anteriores não são significativas, desde que o valor-p foi de 0,313 para o fator política-de-planejamento ($p > 0,01$), permitindo aceitar a hipótese H_0 que sugere igualdade de medias. A análise anterior implica que o tipo de planejamento usado não tem influência sobre a eficiência de *picking*, ou seja, que ao trocar a estratégia FIFO por alguma das estratégias propostas em este trabalho, a eficiência de *picking* permanece constante. A análise de variância também mostra que existem diferenças significativas entre as estratégias de *picking* Discreta, SWP, e PAS, desde que o valor-p foi de 2,5737E-13 para o fator estratégia-de-*picking* ($p < 0,01$). A anterior análise implica que este fator tem influência sobre a eficiência de *picking*. Na figura 5.2 é possível ver que a estratégia Discreta de *picking* resulta no maior tempo médio de resposta, se comparado com SWP e PAS, indicando que apresenta a menor eficiência de *picking*, em quanto à estratégia PAS resulta no menor tempo médio de resposta, o que a torna a estratégia mais eficiente sob as condições estudadas. A superioridade da estratégia PAS frente às estratégias Discreta e SWP, pode ser explicada pelo aproveitamento das janelas de tempo de *picking*, uma vez que a classificação dos itens é realizada no final do *picking tour*, e desta forma a capacidade dos carros de consolidação pode ser aproveitada de uma melhor forma para a conformação dos lotes.

Por último, a análise de variância (ANOVA) sugere que não existe interação entre os fatores política-de-planejamento e estratégia-de-*picking*, desde que o valor-p foi de 0,077 para a interação ($p > 0,01$), confirmando que a variabilidade no tempo médio de resposta de *picking* é causada unicamente pela estratégia de *picking* usada.

Diante das evidências anteriores, e considerando os resultados da simulação realizada no capítulo 4, é recomendado o uso da regra de criticidade dinâmica sobre as regras FIFO e

Estática, uma vez que além de oferecer uma maior OFR (melhor nível de serviço), e maiores oportunidades de lucro, não influencia negativamente a eficiência da operação de *picking*. Especificamente o melhor cenário para a execução da operação de *picking* é proporcionado pela estratégia PAS, por tanto se sugere o uso desta estratégia em combinação com a política de planejamento de criticidade dinâmica proposta nesta pesquisa, com a finalidade de otimizar o *design* da operação. É importante aclarar que o interesse desta pesquisa é estudar o efeito das políticas de planejamento sobre a eficiência de *picking*, e não a escolha da estratégia de *picking*, portanto a recomendação feita em relação ao uso da estratégia de *picking* PAS deve ser explorada mediante a inclusão de outros critérios que condicionam o custo da estratégia e em consequência a escolha da estratégia, tais como o uso de equipamentos, a quantidade de ordens atrasadas, a ociosidade dos *pickers*, o nível de erro da operação, etc.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÕES

Nesta pesquisa foi estudado o planejamento de pedidos em centros de distribuição de comércio eletrônico, através de um modelo de gerenciamento do atendimento de pedidos com base no estoque, que considera a margem de contribuição de cada produto e o grau de comprometimento do estoque, no atendimento de pedidos completos.

Apesar de que existem numerosos estudos sobre como efetuar eficientemente a operação de *picking*, de acordo com decisões de layout, alocação de produtos, estratégias de *picking*, regras de roteamento, etc., poucos estudos consideram o problema de decisão de quais pedidos devem ser atendidos em um período de operação quando o estoque de alguns itens é menor que a demanda, o que é comum no ambiente de comércio eletrônico por causa da alta variabilidade dos padrões de demanda. Sob esta observação, é evidente então que a decisão de que quais pedidos atender com o estoque limitante e com qual prioridade, precede a execução da operação de *picking* e, portanto, deve ser estudada com cuidado para que tais decisões não venham a afetar negativamente esta operação.

Esta pesquisa propôs duas regras de planejamento baseada em margem de contribuição e comprometimento do estoque que foram comparadas com a regra tradicional FIFO que aloca o inventario disponível de acordo com a ordem de chegada dos pedidos. Os resultados da simulação mostram que tanto a regra de criticidade estática quanto a dinâmica superam a regra FIFO em relação á OFR e a margem de contribuição total, para qualquer combinação de número de pedidos e número de itens ofertados. As regras proporcionam uma melhoria de até 10,5% e 17% respectivamente em relação a OFR, e de até 2,8% e 4% respectivamente em relação à margem total. De forma geral, a OFR aumenta na medida em que o número de itens ofertados é maior, como consequência de uma melhoria na capacidade de gerenciamento do inventario, este comportamento é acompanhado pelo aumento da margem de contribuição total que é causado pelo atendimento de mais clientes com o estoque interno. De forma contraria, a OFR diminui com o aumento do número de pedidos, como consequência de manter a política de estoque constante, este comportamento é acompanhado pelo aumento da margem de contribuição total, que é causado pelo atendimento de mais clientes mediante *drop-shipping*.

Os resultados desta pesquisa mostraram que o tipo de planejamento de pedidos não tem influência sobre a eficiência de *picking*, o que justifica o uso das duas políticas de planejamento de pedidos propostas, especificamente o uso da política de criticidade dinâmica, que além de não afetar a eficiência de *picking*, oferece a maior melhoria de OFR e Margem de contribuição total entre as regras estudadas. Além disso, foi possível comprovar que a estratégia de *picking* tem uma influência significativa sobre o tempo médio de resposta de *picking*, sendo que a estratégia *pick-and-sort* é a mais eficiente com o menor tempo médio de resposta por pedido, esta evidência pode sugerir que sob as condições estudadas, não é necessário considerar o desenho da operação de *picking* e da política de planejamento como uma decisão conjunta.

Esta pesquisa demonstrou que um planejamento adequado de pedidos pode melhorar significativamente o nível de serviço e a margem de contribuição total de um centro de distribuição B2C quando consideradas as particularidades do ambiente de comércio eletrônico. A superioridade das regras propostas melhora à medida que o número de pedidos aumenta, amortecendo o efeito de diminuição da OFR naturalmente atribuída à indisponibilidade de estoque. Além disso, as regras funcionam mais eficientemente para pequenas quantidades de itens ofertados, onde o gerenciamento de estoque é mais diferenciado em relação à regra FIFO.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir deste estudo foi possível sugerir novas propostas de trabalhos. Conferem maior importância as seguintes:

- Avaliar as políticas propostas em um intervalo maior de número de pedidos ofertados, com a finalidade de determinar se continuam sendo válidas para outras escalas de negócio;
- Expandir o modelo de planejamento de pedidos, mediante o desenvolvimento conjunto de políticas de reposição de estoque para várias classes de itens, considerando *drop-shipment* como uma alternativa de *order-fulfillment*.
- Avaliar a influência das políticas de planejamento de pedidos propostas sobre a eficiência de *picking* para outras estratégias de *picking* tais como zoneamento sequencial e zoneamento simultâneo;

- Expandir o modelo de planejamento de pedidos, mediante a aplicação de heurísticas que determinem a melhor conformação de lotes para *picking*, a partir da lista de pedidos que devem ser atendidos com o estoque interno.

REFERÊNCIAS

- ALAN, S; AND SHAFFER, S. *Data warehousing and business intelligence for e-commerce*. Morgan Kaufmann, 2001.
- AYANSO, A; DIABY, M., & NAIR, S. K. Inventory rationing via drop-shipping in Internet retailing: A sensitivity analysis. *European Journal of Operational Research*, 171(1), 135-152, 2006.
- BAILEY, J.P; RABINOVICH, E. Internet book retailing and supply chain management: An analytical study of inventory location speculation and postponement. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 41 (3), 159–177, 2005.
- BALLOU, R. H. *Business logistics/supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain*. Pearson Prentice Hall, India, 2004.
- BRYNJOLFSSON, E; HU, Y.J; SMITH, M.D. Consumer surplus in the digital economy: Estimating the value of increased product variety at online booksellers. *Management Science* 49 (11), 1580–1596, 2003.
- CANETTA, L; CHEIKHROUHOU, N; & GLARDON, R. Modelling hybrid demand (e-commerce “+” traditional) evolution: A scenario planning approach. *International Journal of Production Economics*, 143(1), 95-108, 2013.
- CHANG, K; JACKSON, J; GROVER, V. E-commerce and corporate strategy: an executive perspective, *Information & Management* 40, 2003, pp. 663–675.
- CHRISTOPHER, MARTIN. *Logistics & supply chain management*. Pearson Higher Ed, 2016.
- CONTRERAS, L. *Modelo de apoio à decisão multicritério para a escolha de estratégias de order picking*. Recife, 2012. 126p. (Mestrado-Departamento de Engenharia de Produção/UFPE).
- COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS (CSMP). CSCMP Supply Chain Management Definitions. To access the definitions, go to— <http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp> (accessed 02-10-2016)

- DE KOSTER, M.B.M. *The logistics behind the enter click*. In: Klose, A., Van Wassenhove, L.N. (Eds.), *Quantitative Approaches to Distribution Logistics and Supply Chain Management*. Springer, Berlin, pp. 131–148, 2002.
- DE KOSTER, R. *How to assess a warehouse operation in a single tour report*. RSM Erasmus University, The Netherlands, 2004.
- DING, Q; KOUVELIS, P; MILNER, J.M.. Dynamic pricing through discounts for optimizing multiple-class demand fulfillment. *Operations Research* 54 (1), 169–183, 2006.
- EMMETT, S. *Excellence in warehouse management: how to minimise costs and maximise value*. John Wiley & Sons, 2011.
- EMMETT, S. *Excellence in warehouse management: how to minimise costs and maximise value*. John Wiley & Sons, 2005.
- FRAZELLE, E., & FRAZELLE, E. *World-class warehousing and material handling* (Vol. 1). New York: McGraw-Hill, 2002.
- GEUNES, J., AKÇALI, E., PARDALOS, P. M., ROMEIJN, H. E., & SHEN, Z. J. M. (Eds.). *Applications of supply chain management and e-commerce research*. Springer Science & Business Media, 2006.
- GOETSCHALCKX, M., & ASHAYERI, J. *Classification and design of order picking*. *Logistics World*, 2(2), 99-106, 1989.
- GRAHAM, D; MANIKAS, I; & FOLINAS, D. (EDS.). (2013). *E-logistics and e-supply chain management: Applications for evolving business*. IGI Global.
- GRIFFIS, S. E. et al. The customer consequences of returns in online retailing: An empirical analysis. *Journal of Operations Management*, v. 30, n. 4, p. 282–294, maio 2012.
- GUDEHUS, T. (2005). *Logistik: Grundlagen - Strategien - Anwendungen*(3 ed.). Berlin: Springer.
- HENN, Sebastian. Algorithms for on-line order batching in an order-picking warehouse. *Computers & Operations Research*, Vol. 39, 2012.

- HOMPEL, M., Y SCHMIDT, T. *Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*. Springer Science & Business Media, 2006.
- HUBER, C. *Throughput analysis of manual order picking systems with congestion consideration*. KIT Scientific Publishing, 2014.
- INGHAM, J; CADIEUX, J; AND BERRADA, A. E-shopping acceptance: A qualitative and meta-analytic review, *Information & Management*, vol. 52, no. 1, pp. 44-60, 2015.
- INTERNET LIVE STATS (2016). Internet users, <http://www.Internetlivestats.com/Internet-users> (accessed on 29/08/2017).
- KÄMÄRÄINEN, V; SMÄROS, J; HOLMSTRÖM, J; & JAAKOLA, T. Cost-effectiveness in the e-grocery business. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 29(1), 41-48, 2001.
- KELLER, S. B; & KELLER, B. C. *The Definitive Guide to Warehousing: Managing the Storage and Handling of Materials and Products in the Supply Chain*. Pearson Education, 2013.
- KHOUJA, M. The evaluation of drop shipping option for ecommerce retailers. *Computers & Industrial Engineering* 41 (2), 109–126, 2001.
- KOSTER, René D. Performance approximation of pick-to-belt order-picking systems. *European Journal of Operational Research*. Vol. 72, 1994.
- KOSTER, RENÉ D; LE-DUC, THO; ROODBERGEN, KEES J. Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*. Vol. 182, 2007.
- LAHMAR, M. (2007). *Facility logistics: Approaches and solutions to next generation challenges*. CRC Press.
- LAM, H. Y; CHOY, K. L; HO, G. T. S., CHENG, S. W., & LEE, C. K. M. A knowledge-based logistics operations planning system for mitigating risk in warehouse order fulfillment. *International Journal of Production Economics*, 170, 763-779, 2015.

- LEUNG, K. H; CHOY, K. L; SIU, P. K; HO, G. T. S; LAM, H. Y; & LEE, C. K. A B2C e-commerce intelligent system for re-engineering the e-order fulfilment process. *Expert Systems with Applications*, 91, 386-401, 2017.
- LEVI, D. S; KAMINSKY, P; & LEVI, E. S. (2003). *Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and case studies*. McGraw-Hill.
- LIAO, Z., & CHEUNG, M. T. Internet-based e-shopping and consumer attitudes: an empirical study. *Information & management*, 38(5), 299-306, 2001.
- LIBEROS, E. "El libro del comercio electrónico. El exportador 1 (2010): 11-10.
- LIU, C; ARNETT, K. *Exploring the factors associated with web site success in the context of electronic commerce*, 2000.
- MAHAR, S; & WRIGHT, P. D. The value of postponing online fulfillment decisions in multi-channel retail/e-tail organizations. *Computers & operations research*, 36(11), 3061-3072, 2009.
- MAHAR, S; SALZARULO, P. A; & WRIGHT, P. D. Using online pickup site inclusion policies to manage demand in retail/E-tail organizations. *Computers & Operations Research*, 39(5), 991-999, 2012.
- MANZINI, R. *Warehousing in the global supply chain. Advanced models, tools and applications for storage systems*. ISBN: 978-1-4471-2273-9, 2012
- MORRIS, M; LEYLAND F; AND EAR, D. *Business-to-business marketing: a strategic approach*. Sage, 2001.
- NICA, E. "Environmentally Sustainable Transport and Ecommerce Logistics." *Economics, Management, and Financial Markets(1)*: 86-92, 2015.
- PANAYOTIS, C (2001). *Compras en la red y demanda de transporte*. The IPTS
- PARIKH, J; MELLER, R. Selecting between batch and zone order picking strategies in a distribution center. *Transportation Research. Vol. 44*, 2008.
- PATIL, H; & DIVEKAR, B. R. Inventory management challenges for B2C e-commerce retailers. *Procedia Economics and Finance*, 11, 561-571, 2014.

PETERSEN II; CHARLES G. An evaluation of order picking policies for mail order companies. *Production and Operations Management*. Vol. 9, 2009.

PETERSEN, C; AASE, G.; HEISER, D. Improving order-picking performance through the implementation of class-based storage. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 34, 2004.

RICHARDS, G. *Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. Kogan Page Publishers, 2014.

RIM, S. C., & PARK, I. S. Order picking plan to maximize the order fill rate. *Computers & Industrial Engineering*, 55(3), 557-566, 2008.

ROBUSTÉ, F; AND DANTE, G. *E-logistics*. Universitat Politècnica de Catalunya, Centre d'Innovación del Transport, 2005.

ROODBERGEN, K. J; & VIS, I. F. A survey of literature on automated storage and retrieval systems. *European journal of operational research*, 194(2), 343-362, 2009.

RUSHTON, A; PHIL, C, AND PETER, B. *The handbook of logistics and distribution management*. Kogan Page Publishers, 2010.

RUSHTON, A; PHIL, C; AND PETER, B. *The handbook of logistics and distribution management: Understanding the supply chain*. Kogan Page Publishers, 2014.

SCHNIEDERJANS, M; CAO, Q; TRICHE, J. *E-commerce operations management*. World Scientific Publishing Company, 2013.

SHIAU, J; LIAO, T. Developing an order picking policy for economical packing. *IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, 2013.

TARN, J.M; RAZI, M.A; WEN, H.J; PEREZ JR, A.A. E-fulfillment: the strategy and operational requirements. *Logistics Information Management*, 16 (5) (2003), pp. 350-362

TIMMERS, P (1998). Business models for electronic markets, *Electronic markets*, vol. 8, no. 2, pp. 3-8.

TOMPKINS, J., et al. *Facilities planning*. John Wiley & Sons, 2003.

VAN DEN BERG, J. P (2007). *Integral Warehouse Management*. Lulu.com,

VAN DEN BERG, J. P.; & GADEMANN, A. J. R. M. Optimal routing in an automated storage/retrieval system with dedicated storage. *IIE transactions*, 31(5), 407-415, 1999.

VARGAS, M. T. (2000). "Decisions, Decisions, retail e-fulfillment," Retail Industry, <http://retailindustry.about.com/library/weekly/aa000718a.htm>.

WON, J; OLAFSSON, S. Joint order batching and order picking in warehouse operations. *Int JProd Res* 43:1427–1442, 2005.

ZHANG, J; WANG, X; & HUANG, K. Integrated on-line scheduling of order batching and delivery under B2C e-commerce. *Computers & Industrial Engineering*, 94, 280-289, 2016.

ZHANG, J; WANG, X; & HUANG, K. On-line scheduling of order picking and delivery with multiple zones and limited vehicle capacity. *Omega*, 2017.

ZHANG, Y; FANG, Y; WEI, K. K; RAMSEY, E; MCCOLE, P; & CHEN, H. Repurchase intention in B2C e-commerce—A relationship quality perspective. *Information & Management*, 48(6), 192-200, 2011.

ZHAOHAO, S; AND FINNIE, G. "Intelligent techniques in e-commerce: A case-based reasoning approach." *Innovations in Knowledge Engineering. Adelaide: Advanced Knowledge International: 245-280, 2003.*

APÊNDICE A- Planejamento de pedidos mediante FIFO

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
1	1	1	14	52,5
2	1	2	9	42,5
3	1	3	13	50
4	1	4	14	37,5
5	1	5	9	40
6	1	6	12	50
7	1	7	12	37,5
8	1	8	16	55
9	1	9	16	50
10	1	10	11	45
11	1	11	17	65
12	1	12	14	47,5
13	1	13	13	45
14	1	14	11	45
15	1	15	14	55
16	1	16	15	57,5
17	1	17	12	45
18	1	18	17	55
19	1	19	10	40
20	1	20	10	32,5
21	1	21	15	70
22	1	22	14	42,5
23	1	23	17	67,5
24	1	24	14	35
25	1	25	15	47,5
26	1	26	14	47,5
27	1	27	12	42,5
28	1	28	13	62,5
29	1	29	12	42,5
30	1	30	14	70
31	1	31	15	52,5
32	1	32	17	67,5
33	1	33	18	52,5
34	1	34	13	47,5
35	1	35	12	42,5
36	1	36	11	45
37	1	37	13	45
38	1	38	15	60
39	1	39	12	40

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
40	1	40	12	40
41	1	41	13	45
42	1	42	16	55
43	1	43	10	40
44	1	44	14	47,5
45	1	45	10	45
46	1	46	12	45
47	1	47	13	47,5
48	1	48	14	47,5
49	1	49	10	52,5
50	1	50	15	65
51	1	51	13	47,5
52	1	52	13	57,5
53	1	53	17	55
54	1	54	15	47,5
55	1	55	12	35
56	1	56	16	60
57	1	57	17	60
58	1	59	15	60
59	1	60	12	50
60	1	61	14	47,5
61	1	62	17	60
62	1	63	13	45
63	1	64	11	40
64	1	65	14	52,5
65	1	66	15	47,5
66	1	67	13	55
67	1	68	15	55
68	1	69	15	40
69	1	70	15	60
70	1	71	18	50
71	1	72	15	57,5
72	1	73	11	47,5
73	1	74	14	50
74	1	75	14	40
75	1	76	14	47,5
76	1	77	12	42,5
77	1	78	14	42,5
78	1	79	13	42,5
79	1	80	14	42,5

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
80	1	81	12	45
81	1	82	13	57,5
82	1	83	12	50
83	1	84	14	40
84	1	85	13	40
85	1	86	12	50
86	1	87	14	47,5
87	1	88	13	50
88	1	89	15	60
89	1	90	19	50
90	1	91	13	55
91	1	92	10	45
92	1	93	16	57,5
93	1	94	14	42,5
94	1	95	19	62,5
95	1	96	15	40
96	1	97	14	47,5
97	1	98	13	57,5
98	1	99	16	52,5
99	1	100	14	52,5
100	1	101	17	50
101	1	102	15	50
102	1	103	15	55
103	1	104	11	37,5
104	1	105	13	50
105	1	106	12	52,5
106	1	107	10	57,5
107	1	108	14	47,5
108	1	109	14	50
109	1	110	14	52,5
110	1	111	13	40
111	1	112	14	57,5
112	1	113	12	40
113	1	114	12	50
114	1	115	16	75
115	1	116	17	70
116	1	117	13	62,5
117	1	118	11	45
118	1	119	13	47,5
119	1	120	12	47,5

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
120	1	121	11	40
121	1	122	15	57,5
122	1	123	13	50
123	1	124	10	55
124	1	126	15	40
125	1	128	12	62,5
126	1	129	15	47,5
127	1	130	12	52,5
128	1	131	10	32,5
129	1	132	14	55
130	1	133	14	42,5
131	1	134	13	45
132	1	136	16	52,5
133	1	138	16	47,5
134	1	139	17	67,5
135	1	141	12	45
136	1	143	15	52,5
137	1	145	10	30
138	1	146	14	45
139	1	148	12	55
140	1	149	15	50
141	1	151	12	52,5
142	1	152	14	37,5
143	1	154	10	50
144	1	156	15	45
145	1	157	11	30
146	1	158	15	55
147	1	160	12	50
148	1	162	11	42,5
149	1	163	13	47,5
150	1	164	14	47,5
151	1	165	12	50
152	1	166	16	52,5
153	1	167	14	57,5
154	1	169	16	52,5
155	1	172	11	45
156	1	173	11	40
157	1	174	15	57,5
158	1	176	16	50
159	1	179	13	52,5

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
160	1	180	13	42,5
161	1	181	16	55
162	1	183	14	45
163	1	185	16	60
164	1	188	11	35
165	1	191	15	52,5
166	1	193	12	47,5
167	1	196	15	45
168	1	200	11	42,5
169	1	207	17	57,5
170	1	209	11	40
171	1	210	12	50
1	0	58	14	47,5
2	0	125	14	47,5
3	0	127	15	52,5
4	0	135	15	52,5
5	0	137	13	42,5
6	0	140	13	42,5
7	0	142	15	50
8	0	144	14	52,5
9	0	147	16	42,5
10	0	150	11	42,5
11	0	153	14	42,5
12	0	155	16	57,5
13	0	159	15	50
14	0	161	14	57,5
15	0	168	12	50
16	0	170	14	47,5
17	0	171	13	37,5
18	0	175	12	42,5
19	0	177	15	60
20	0	178	15	47,5
21	0	182	18	50
22	0	184	14	60
23	0	186	13	45
24	0	187	15	55
25	0	189	13	55
26	0	190	12	50
27	0	192	16	55
28	0	194	15	55

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
29	0	195	15	57,5
30	0	197	15	42,5
31	0	198	12	40
32	0	199	16	52,5
33	0	201	16	50
34	0	202	14	47,5
35	0	203	13	45
36	0	204	13	47,5
37	0	205	13	50
38	0	206	9	47,5
39	0	208	17	62,5

*Quando o valor da coluna 'responsável' é de um (1), o pedido deve ser atendido com o estoque interno,

** Quando o valor da coluna 'responsável' é de zero (0), o pedido deve ser atendido via *drop shipping*

APÊNDICE B- Planejamento de pedidos mediante Criticidade estática

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
1	1	1	14	52,5
2	1	2	9	42,5
3	1	3	13	50
4	1	5	9	40
5	1	6	12	50
6	1	7	12	37,5
7	1	8	16	55
8	1	9	16	50
9	1	10	11	45
10	1	12	14	47,5
11	1	13	13	45
12	1	14	11	45
13	1	15	14	55
14	1	16	15	57,5
15	1	17	12	45
16	1	18	17	55
17	1	19	10	40
18	1	20	10	32,5
19	1	21	15	70
20	1	22	14	42,5
21	1	25	15	47,5
22	1	26	14	47,5

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
23	1	27	12	42,5
24	1	28	13	62,5
25	1	29	12	42,5
26	1	30	14	70
27	1	31	15	52,5
28	1	32	17	67,5
29	1	33	18	52,5
30	1	34	13	47,5
31	1	35	12	42,5
32	1	36	11	45
33	1	37	13	45
34	1	38	15	60
35	1	39	12	40
36	1	41	13	45
37	1	43	10	40
38	1	44	14	47,5
39	1	45	10	45
40	1	46	12	45
41	1	47	13	47,5
42	1	49	10	52,5
43	1	50	15	65
44	1	52	13	57,5
45	1	53	17	55
46	1	56	16	60
47	1	57	17	60
48	1	58	14	47,5
49	1	59	15	60
50	1	60	12	50
51	1	61	14	47,5
52	1	62	17	60
53	1	63	13	45
54	1	64	11	40
55	1	65	14	52,5
56	1	67	13	55
57	1	69	15	40
58	1	70	15	60
59	1	72	15	57,5
60	1	73	11	47,5
61	1	74	14	50
62	1	75	14	40

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
63	1	76	14	47,5
64	1	77	12	42,5
65	1	78	14	42,5
66	1	79	13	42,5
67	1	80	14	42,5
68	1	81	12	45
69	1	82	13	57,5
70	1	83	12	50
71	1	84	14	40
72	1	85	13	40
73	1	86	12	50
74	1	87	14	47,5
75	1	88	13	50
76	1	89	15	60
77	1	91	13	55
78	1	92	10	45
79	1	93	16	57,5
80	1	94	14	42,5
81	1	95	19	62,5
82	1	96	15	40
83	1	97	14	47,5
84	1	98	13	57,5
85	1	99	16	52,5
86	1	100	14	52,5
87	1	101	17	50
88	1	102	15	50
89	1	103	15	55
90	1	104	11	37,5
91	1	105	13	50
92	1	106	12	52,5
93	1	107	10	57,5
94	1	108	14	47,5
95	1	109	14	50
96	1	110	14	52,5
97	1	111	13	40
98	1	112	14	57,5
99	1	113	12	40
100	1	114	12	50
101	1	115	16	75
102	1	116	17	70

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
103	1	117	13	62,5
104	1	118	11	45
105	1	119	13	47,5
106	1	120	12	47,5
107	1	121	11	40
108	1	122	15	57,5
109	1	123	13	50
110	1	124	10	55
111	1	125	14	47,5
112	1	126	15	40
113	1	128	12	62,5
114	1	129	15	47,5
115	1	130	12	52,5
116	1	132	14	55
117	1	133	14	42,5
118	1	134	13	45
119	1	135	15	52,5
120	1	136	16	52,5
121	1	138	16	47,5
122	1	139	17	67,5
123	1	141	12	45
124	1	143	15	52,5
125	1	145	10	30
126	1	146	14	45
127	1	148	12	55
128	1	150	11	42,5
129	1	151	12	52,5
130	1	152	14	37,5
131	1	154	10	50
132	1	155	16	57,5
133	1	156	15	45
134	1	159	15	50
135	1	160	12	50
136	1	162	11	42,5
137	1	163	13	47,5
138	1	164	14	47,5
139	1	165	12	50
140	1	166	16	52,5
141	1	167	14	57,5
142	1	168	12	50

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
143	1	169	16	52,5
144	1	172	11	45
145	1	173	11	40
146	1	174	15	57,5
147	1	176	16	50
148	1	177	15	60
149	1	179	13	52,5
150	1	180	13	42,5
151	1	181	16	55
152	1	183	14	45
153	1	184	14	60
154	1	185	16	60
155	1	186	13	45
156	1	187	15	55
157	1	188	11	35
158	1	189	13	55
159	1	190	12	50
160	1	191	15	52,5
161	1	192	16	55
162	1	193	12	47,5
163	1	194	15	55
164	1	195	15	57,5
165	1	196	15	45
166	1	198	12	40
167	1	199	16	52,5
168	1	200	11	42,5
169	1	204	13	47,5
170	1	205	13	50
171	1	206	9	47,5
172	1	207	17	57,5
173	1	208	17	62,5
174	1	209	11	40
175	1	210	12	50
1	0	4	14	37,5
2	0	11	17	65
3	0	23	17	67,5
4	0	24	14	35
5	0	40	12	40
6	0	42	16	55
7	0	48	14	47,5

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
8	0	51	13	47,5
9	0	54	15	47,5
10	0	55	12	35
11	0	66	15	47,5
12	0	68	15	55
13	0	71	18	50
14	0	90	19	50
15	0	127	15	52,5
16	0	131	10	32,5
17	0	137	13	42,5
18	0	140	13	42,5
19	0	142	15	50
20	0	144	14	52,5
21	0	147	16	42,5
22	0	149	15	50
23	0	153	14	42,5
24	0	157	11	30
25	0	158	15	55
26	0	161	14	57,5
27	0	170	14	47,5
28	0	171	13	37,5
29	0	175	12	42,5
30	0	178	15	47,5
31	0	182	18	50
32	0	197	15	42,5
33	0	201	16	50
34	0	202	14	47,5
35	0	203	13	45

*Quando o valor da coluna 'responsável' é de um (1), o pedido deve ser atendido com o estoque interno,

** Quando o valor da coluna 'responsável' é de zero (0), o pedido deve ser atendido via *drop shipping*

APÊNDICE C-Planejamento de pedidos mediante Criticidade estática

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
1	1	1	14	52,5
2	1	2	9	42,5
3	1	3	13	50
4	1	5	9	40
5	1	6	12	50

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
6	1	7	12	37,5
7	1	8	16	55
8	1	9	16	50
9	1	10	11	45
10	1	11	17	65
11	1	12	14	47,5
12	1	13	13	45
13	1	14	11	45
14	1	15	14	55
15	1	16	15	57,5
16	1	17	12	45
17	1	18	17	55
18	1	19	10	40
19	1	20	10	32,5
20	1	21	15	70
21	1	22	14	42,5
22	1	25	15	47,5
23	1	26	14	47,5
24	1	27	12	42,5
25	1	28	13	62,5
26	1	29	12	42,5
27	1	30	14	70
28	1	32	17	67,5
29	1	33	18	52,5
30	1	34	13	47,5
31	1	35	12	42,5
32	1	36	11	45
33	1	37	13	45
34	1	38	15	60
35	1	39	12	40
36	1	41	13	45
37	1	42	16	55
38	1	43	10	40
39	1	44	14	47,5
40	1	45	10	45
41	1	46	12	45
42	1	47	13	47,5
43	1	49	10	52,5
44	1	50	15	65
45	1	52	13	57,5

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
46	1	54	15	47,5
47	1	56	16	60
48	1	57	17	60
49	1	58	14	47,5
50	1	59	15	60
51	1	60	12	50
52	1	61	14	47,5
53	1	62	17	60
54	1	63	13	45
55	1	64	11	40
56	1	65	14	52,5
57	1	66	15	47,5
58	1	67	13	55
59	1	68	15	55
60	1	69	15	40
61	1	70	15	60
62	1	71	18	50
63	1	72	15	57,5
64	1	73	11	47,5
65	1	74	14	50
66	1	75	14	40
67	1	76	14	47,5
68	1	77	12	42,5
69	1	78	14	42,5
70	1	79	13	42,5
71	1	80	14	42,5
72	1	81	12	45
73	1	82	13	57,5
74	1	83	12	50
75	1	84	14	40
76	1	85	13	40
77	1	86	12	50
78	1	87	14	47,5
79	1	88	13	50
80	1	91	13	55
81	1	92	10	45
82	1	93	16	57,5
83	1	94	14	42,5
84	1	95	19	62,5
85	1	96	15	40

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
86	1	97	14	47,5
87	1	98	13	57,5
88	1	99	16	52,5
89	1	100	14	52,5
90	1	101	17	50
91	1	102	15	50
92	1	103	15	55
93	1	104	11	37,5
94	1	105	13	50
95	1	106	12	52,5
96	1	107	10	57,5
97	1	108	14	47,5
98	1	109	14	50
99	1	110	14	52,5
100	1	111	13	40
101	1	112	14	57,5
102	1	113	12	40
103	1	114	12	50
104	1	115	16	75
105	1	116	17	70
106	1	117	13	62,5
107	1	118	11	45
108	1	119	13	47,5
109	1	120	12	47,5
110	1	121	11	40
111	1	122	15	57,5
112	1	123	13	50
113	1	124	10	55
114	1	125	14	47,5
115	1	126	15	40
116	1	128	12	62,5
117	1	129	15	47,5
118	1	130	12	52,5
119	1	132	14	55
120	1	133	14	42,5
121	1	134	13	45
122	1	136	16	52,5
123	1	138	16	47,5
124	1	139	17	67,5
125	1	141	12	45

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
126	1	143	15	52,5
127	1	145	10	30
128	1	146	14	45
129	1	148	12	55
130	1	149	15	50
131	1	151	12	52,5
132	1	152	14	37,5
133	1	153	14	42,5
134	1	154	10	50
135	1	155	16	57,5
136	1	156	15	45
137	1	157	11	30
138	1	159	15	50
139	1	160	12	50
140	1	162	11	42,5
141	1	163	13	47,5
142	1	164	14	47,5
143	1	165	12	50
144	1	166	16	52,5
145	1	167	14	57,5
146	1	168	12	50
147	1	169	16	52,5
148	1	172	11	45
149	1	173	11	40
150	1	174	15	57,5
151	1	175	12	42,5
152	1	176	16	50
153	1	177	15	60
154	1	179	13	52,5
155	1	180	13	42,5
156	1	181	16	55
157	1	183	14	45
158	1	184	14	60
159	1	185	16	60
160	1	186	13	45
161	1	188	11	35
162	1	189	13	55
163	1	190	12	50
164	1	191	15	52,5
165	1	192	16	55

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
166	1	193	12	47,5
167	1	194	15	55
168	1	195	15	57,5
169	1	196	15	45
170	1	198	12	40
171	1	199	16	52,5
172	1	200	11	42,5
173	1	201	16	50
174	1	203	13	45
175	1	204	13	47,5
176	1	205	13	50
177	1	206	9	47,5
178	1	207	17	57,5
179	1	208	17	62,5
180	1	209	11	40
181	1	210	12	50
1	0	4	14	37,5
2	0	23	17	67,5
3	0	24	14	35
4	0	31	15	52,5
5	0	40	12	40
6	0	48	14	47,5
7	0	51	13	47,5
8	0	53	17	55
9	0	55	12	35
10	0	89	15	60
11	0	90	19	50
12	0	127	15	52,5
13	0	131	10	32,5
14	0	135	15	52,5
15	0	137	13	42,5
16	0	140	13	42,5
17	0	142	15	50
18	0	144	14	52,5
19	0	147	16	42,5
20	0	150	11	42,5
21	0	158	15	55
22	0	161	14	57,5
23	0	170	14	47,5
24	0	171	13	37,5

Sequencia	Responsável	Número da ordem	Número de itens	Margem
25	0	178	15	47,5
26	0	182	18	50
27	0	187	15	55
28	0	197	15	42,5
29	0	202	14	47,5

*Quando o valor da coluna 'responsável' é de um (1), o pedido deve ser atendido com o estoque interno,

** Quando o valor da coluna 'responsável' é de zero (0), o pedido deve ser atendido via *drop shipping*