

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**

NICHOLAS BUENO

Efeitos da implantação de uma política de pedido mínimo

São Carlos

2019

NICHOLAS BUENO

Efeitos da implantação de uma política de pedido mínimo

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marcel Andreotti
Musetti

São Carlos
2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE
ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

B597e Bueno, Nicholas
 Efeitos da implantação de uma política de pedido
 mínimo / Nicholas Bueno; orientador Marcel Andreotti
 Musetti. São Carlos, 2019.

 Monografia (Graduação em Engenharia de Produção
 Mecânica) -- Escola de Engenharia de São Carlos da
 Universidade de São Paulo, 2019.

 1. Picking. 2. Pedido mínimo. 3. Logística. 4.
 Eficiência logística. 5. Picking por lote. 6.
 Expedição. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Nicholas Bueno
Título do TCC: Efeitos da implantação de uma política de pedido mínimo
Data de defesa: 20/11/2019

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Doutor Marcel Andreotti Musetti (orientador)	APROVADO
Instituição: EESC - SEP	
Professor Doutor Marcelo Seido Nagano	APROVADO
Instituição: EESC - SEP	
Pesquisador Anderson Rogério Faia Pinto	P/ APROVADO
Instituição: EESC - SEP	

Presidente da Banca: **Professor Doutor Marcel Andreotti Musetti**

Dedico este trabalho a todos aqueles que me ajudaram e apoiaram durante toda a minha trajetória.

RESUMO

BUENO, N. **Efeitos da implantação de uma política de pedido mínimo**. 2019. 63 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

A incessável busca pela eficiência gerada pela crescente competitividade advinda da globalização e revoluções tecnológicas tem forçado empresas a controlarem e reduzirem seus custos ao máximo possível e ao mesmo tempo oferecerem mais valor aos seus clientes, que ficam mais exigentes com o tempo. Uma das exigências clássicas é pela rapidez de entrega e processamento de pedidos, que faz com que a logística fique sobrecarregada e passe a ser incessantemente alvo de projetos de melhoria.

Sendo assim, o presente trabalho visa simular o impacto da implantação de uma política de pedido mínimo, a qual respeita o agrupamento em caixas dos produtos fabricados e facilita a expedição, na logística de uma empresa de alimentos para cães e gatos. Utilizando dados do Sistema Integrado de Gestão Empresarial e do Sistema de Gestão de Armazéns foi possível simular diferentes cenários para o novo processo de separação de itens e compará-los de modo a identificar o mais produtivo. O melhor cenário encontrado no desenvolvimento do trabalho, mostrou através de seus resultados que é possível reduzir em até 30% o tempo total de picking na empresa em estudo e aumentar o valor captado com a venda de produtos em aproximadamente 9%.

Palavras-chave: Picking. Logística. Pedido mínimo. Picking por lote. Expedição. Eficiência logística.

ABSTRACT

BUENO, N. **Effects of the implementation of a minimum order policy.** 2019. 63 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

The relentless pursuit for efficiency generated by increasing competitiveness from globalization and technological revolutions has forced companies to control and reduce their costs as much as possible while offering more value to their customers, who become more demanding over time. One of the classic requirements is the speed of delivery and order processing, which makes logistics overloaded and incessantly targeted for improvement projects.

Thus, the present work aims to simulate the impact of the implementation of a minimum order policy, which respects the grouping in boxes of the manufactured products and facilitates the dispatch, in the logistics of a dog and cat food company. Using data from the Enterprise Resource Planning System and the Warehouse Management System, it was possible to simulate different scenarios for the new item separation process and compare them to identify the most productive one. The best scenario found in the development of the work showed through its results that it is possible to reduce by up to 30% the total picking time in the company under study and increase the value obtained from selling products by approximately 9%.

Keywords: Picking. Logistics. Minimum order. Batch picking. Expedition. Logistics efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mesorregiões de São Paulo com indicações sobre a área de atendimento de cada centro de distribuição.....	37
Figura 2 – Produtos na mesa de segundo estágio antes do início do mesmo.....	39
Figura 3 – Pallet remontado e pronto para ser colocado no veículo de entrega.....	40
Figura 4 – Ilustração explicativa das colunas adicionadas às linhas de informação da base de dados para auxiliar no cálculo de tempo poupado pela PPM.....	47
Figura 5 – Modelo ilustrativo do painel de resultados dos cenários elaborados.....	49
Figura 6 – Gráfico de classificação de cenários.....	51
Figura 7 – Gráfico de classificação dos cenários com resultado final.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quantidade de cada tipo de SKU por caixa e sua classificação como seco ou úmido.....	35
Quadro 2 - Quantidade de caixas de cada tipo de SKU por palete.....	36
Quadro 3 – Número de produtos por categoria.....	42
Quadro 4 – Número de clientes segmentados por categoria de cada operação.....	42
Quadro 5 – Estrutura dos dados históricos de vendas coletados.....	42
Quadro 6 – Estrutura dos dados após serem adaptados para análises.....	43
Quadro 7 – Continuação do Quadro 6.....	43
Quadro 8 – Continuação do Quadro 7.....	43
Quadro 9 – Colunas adicionadas à estrutura dos dados históricos para elaboração de cenários e cálculo de resultados da implementação da Política de Pedido Mínimo.....	44
Quadro 10 – Variáveis registradas na cronoanálise.....	46
Quadro 11 – Modelo de registro das informações da cronoanálise.....	47
Quadro 12 – Características de cada cenário elaborado.....	48
Quadro 13 – Colunas do painel de resultados e as informações que compilam.....	49
Quadro 14 – Painel de resultados do Cenário 1.....	52
Quadro 15 – Painel de resultados do Cenário 2.....	52
Quadro 16 – Painel de resultados do Cenário 3.....	53
Quadro 17 – Painel de resultados do Cenário 4.....	54
Quadro 18 – Painel de resultados do Cenário 5.....	55
Quadro 19 – Painel de resultados do Cenário 6.....	56
Quadro 20 – Painel de resultados do Cenário 7.....	57
Quadro 21 – Painel de resultados do Cenário 8.....	57
Quadro 22 – Painel de resultados do Cenário 9.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD Centro de Distribuição

PPM Política de Pedido Mínimo

SKU Stock Keeping Units

WMS Warehouse Management System

ERP Enterprise Resource Planning

TPPM Tempo com a Política de Pedido Mínimo implementada

T Tempo sem a Política de Pedido Mínimo implementada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	23
1.1 Tema.....	23
1.2 Objetivos.....	24
1.3 Justificativa.....	24
2 A INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO PICKING.....	26
2.1 A tecnologia e a melhoria logística.....	26
2.2 Picking.....	27
2.3 Tecnologias da informação e comunicação no auxílio ao picking.....	28
2.4 Warehouse Management System e Enterprise Resource Planning.....	29
2.5 Funcionalidades do Warehouse Management System.....	31
3 MÉTODO DE PESQUISA.....	33
3.1 Método e etapas do trabalho.....	33
3.2 Coleta de dados.....	34
4 DESENVOLVIMENTO.....	35
4.1 Contextualização.....	35
4.1.1 Empresa e produtos.....	35
4.1.2 Divisões logísticas.....	36
4.1.3 Sistema de vendas e registro de pedidos.....	38
4.1.4 Características da Política de Pedido Mínimo (PPM) e do picking da empresa.....	38
4.1.5 Informações adicionais.....	41
4.2 Elaboração de cenários com a introdução da PPM.....	41
4.3 Resultados e discussão.....	51
4.3.1 Cenário 1 (Clientes A – Produtos A).....	51
4.3.2 Cenário 2 (Clientes A – Produtos A e B).....	52
4.3.3 Cenário 3 (Clientes A – Produtos A, B e C).....	53

4.3.4 Cenário 4 (Clientes A e B – Produtos A)	54
4.3.5 Cenário 5 (Clientes A e B – Produtos A e B).....	55
4.3.4 Cenário 6 (Clientes A e B – Produtos A, B e C)	55
4.3.4 Cenário 7 (Clientes A, B e C – Produtos A).....	56
4.3.4 Cenário 8 (Clientes A, B e C – Produtos A e B)	57
4.3.4 Cenário 9 (Clientes A, B e C – Produtos A, B e C)	58
5 CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se o tema proposto para o trabalho e descreve-se o objetivo visado. Ainda são apresentadas as justificativas econômicas e operacionais que motivaram a realização deste estudo.

1.1 Tema

Segundo Ballou (2007), a logística empresarial trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável.

Portanto, a fim de se manter esse custo razoável, a escolha do posicionamento e uma gestão enxuta das instalações de armazenagem tornam-se ações estratégicas, que, para Lacerda (2000), são parte de um conjunto integrado de decisões, que envolvem políticas de serviço ao cliente, políticas de estoque, de transporte e de produção que visam prover um fluxo eficiente de materiais e produtos acabados ao longo de toda a cadeia de suprimentos.

Com o incessável aumento da competitividade entre as empresas, áreas como a logística – que quando bem administradas, podem ter seus custos reduzidos e eficiência aumentada - passam a ser alvo de projetos de inovação e melhoria contínua.

Em meio a esses projetos que miram a área, vários conceitos de diferentes setores das empresas são combinados, dando origem a logística integrada, a qual de acordo com Moura (2006), foi intensificada a partir da década de 70 e ultrapassou a natureza eminentemente funcional que a caracterizara anteriormente. Nesse momento as questões logísticas passaram a ser encaradas de forma integrada e, conseqüentemente, numa perspectiva sistêmica.

Com essa visão integrada e a aproximação de diferentes setores das organizações, procedimentos que facilitam etapas finais de expedição de produtos, como o *picking*, podem ser executados logo no começo do processamento dos recursos de uma empresa.

O picking é a área dos centros de distribuição em que os produtos de cada pedido são separados e organizados em caixas para serem enviados aos clientes. Segundo Medeiros (1999), a atividade de picking pode ser definida como a atividade responsável pela coleta do mix correto de produtos, em suas quantidades corretas da área de armazenagem para satisfazer as necessidades do consumidor.

Envolvendo-se a atividade mencionada, a implementação de uma política de pedido mínimo adequada a cada tipo de produto produzido por uma empresa pode ser uma iniciativa válida para se reduzir os custos e tempo gastos na atividade de picking, através da diminuição da necessidade de manuseio de produtos no preparo de pedidos, além de aumentar a exatidão da separação desses pedidos e até mesmo trazer benefícios secundários, como menores divergências em inventários, devido à redução na manipulação de caixas e paletes.

Por meio da determinação de um mínimo múltiplo de venda para cada produto - que levaria em conta características deles, como seu agrupamento logo após a produção - facilitar-se-ia a separação dos mesmos para sua expedição, mas como seria possível se mensurar o impacto da implementação dessa política?

1.2 Objetivos

O presente trabalho teve o objetivo de simular o impacto da implantação de uma política de pedido mínimo, que respeita o agrupamento em caixas dos produtos fabricados, na logística de uma empresa de alimentos para cães e gatos, através da análise de dados históricos da expedição de ordens de vendas e cronoanálises do processo de picking.

1.3 Justificativa

Existe um dilema, conforme afirmam Slack, Chambers e Johnston (2009), na logística e gestão de estoques, o de que quanto maior o estoque, maior o custo dos itens parados, mas ao mesmo tempo, maior a facilidade de se manter a conformidade entre fornecimento e demanda. No entanto, essa relação de perda e ganho ressalta a importância do gerenciamento de estoque nas empresas.

Um dos principais objetivos da gestão de estoques é organizar um sistema e centro de distribuição que, de maneira rápida e eficiente, disponibilizam os produtos nos locais corretos ao mesmo tempo em que satisfazem as necessidades dos clientes e visam minimizar os custos de todas as atividades envolvidas nessa parte da cadeia de suprimentos. Sendo assim, possuir a quantidade ideal de materiais e produtos armazenados e uma grande e eficiente capacidade de expedição são fatores de suma importância nessa gestão.

Para se otimizar a capacidade de expedição, aumentando sua produtividade e diminuindo os erros na separação de produtos, a melhoria do processo de picking é uma estratégia essencial, uma vez que essa atividade é tida como um gargalo em centros de distribuição. Além disso, ela é responsável por garantir um nível de serviço adequado para se manter os consumidores satisfeitos, fazendo-se respeitar o tempo definido para a entrega e a quantidade correta de todos os produtos solicitados.

Portanto, é importante que as empresas adotem estratégias e regras de picking que se adequem às características de seus produtos e processos internos para que se possa realizar o processo de separação com maior facilidade, qualidade e rapidez.

Brynzér e Johansson (1996) afirmam que ao se abordar a atividade de separação de produtos, características dos materiais, como frequência, número de peças, peso, volume e agrupamento são frequentemente usadas para a tomada de decisões como a alocação de produtos. Logo, evidencia-se a importância da definição e adoção de uma política de pedidos, adequada a empresa em questão e seus produtos, que facilite e traga benefícios para os processos logísticos, principalmente para o picking.

2 A INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO PICKING

Esse capítulo visa a abordar conceitos relevantes para o entendimento do estudo, expondo e explicando como os tópicos abordados relacionam-se com a logística e o picking.

2.1 A tecnologia e a melhoria logística

Segundo Teixeira (2008), a melhoria em processos logísticos é considerada como uma vantagem competitiva nas organizações modernas e todo estudo que permita aumentar o conhecimento para essa área deve ser considerado relevante. Assim, tendo em vista a modernização da tecnologia e a facilitação de processos acarretada por ela, torna-se mister associá-la com outras áreas de conhecimento, como a logística.

Nessa associação, é importante se priorizar atividades específicas dentro da logística e desenvolvê-las, para isso Tompkins et al., (1998 apud Silva, 2015) afirma que a separação de pedidos (picking) é a atividade mais prioritária de armazéns para a melhoria de sua produtividade. O processo de separação de pedidos é geralmente o mais trabalhoso e tem um elevado impacto no custo do armazém, Medeiros (1999) afirma que de 30% a 40% dos custos com mão-de-obra na armazenagem estão associados a essa atividade.

Portanto, utilizar-se ao máximo a tecnologia na melhoria do picking, aproveitando-se de tudo que Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (ERPs) e Sistemas de Gestão de Armazéns (WMS) tem a oferecer, pode ser uma estratégia para se alcançar menores tempos de separação de pedidos, aumento da produtividade de armazéns e uma diminuição do tempo de conclusão dos pedidos, garantindo-se a variedade de produtos com a agilidade que os clientes desejam, o que por fim criaria uma vantagem competitiva para empresa frente aos seus concorrentes.

2.2 Picking

O processo de armazenagem engloba várias atividades desde a entrada dos produtos no armazém até à sua saída. Estas atividades consistem em recepção, estocagem, preparação (picking) e expedição.

O picking consiste na recolha dos produtos certos, na quantidade certa, de forma a satisfazer as necessidades manifestadas pelos clientes. Portanto é no picking que começa o serviço personalizado ao cliente e por essa razão esta atividade é alvo de grande atenção. “Quanto mais rápido se processa o picking, mais depressa consegue-se fazer a entrega ao cliente; quanto mais eficiente é o picking, mais baixo será o custo para o cliente; quanto mais eficaz for o picking, sem erros, maior é a qualidade da entrega” (Carvalho et al., 2010).

Segundo Pan e Wu (2009), a maior parte dos estudos realizados sobre picking ao longo das últimas décadas, tem como foco principal o desenvolvimento de modelos que reduzam a distância total percorrida ou o tempo total utilizado para o processo, rotas de picking e políticas de separação de ordens. A melhoria dos processos de separação e expedição têm impacto direto nas contas de uma empresa, visto que afeta positiva e diretamente o nível de serviço observado pelo cliente através da redução no prazo de atendimento.

A importância de uma gestão de estoques eficiente e, conseqüentemente, da melhoria do picking em uma empresa faz com que essa atividade venha ganhando cada vez mais atenção. A oportunidade de destacar-se frente aos concorrentes exige um processo mais eficiente e que reduza os custos operacionais da companhia. Segundo Christopher (2011), a fonte de vantagem competitiva, em primeiro lugar, é a estratégia de diferenciação, que consiste em destacar-se aos olhos do cliente e de seus concorrentes e em segundo lugar, operar a um custo mais baixo e, conseqüentemente, obter mais lucro.

Os principais tipos de picking existentes são: picking por ordem (discreto), picking por zona e picking por lote.

No Picking por ordem o operador é responsável por recolher todos os itens de uma encomenda, o que significa que ele precisa se deslocar a todas as localizações de referências contidas na encomenda e quando termina de satisfazer uma encomenda, passa para a encomenda a seguir. Para Silva et al. (2015), a principal vantagem dessa metodologia dá-se

ao fato dela não impactar negativamente a integridade dos pedidos, reduzindo a propensão a erros por abordar uma ordem de coleta por vez.

Já no picking por zona a área de picking está dividida em zonas, com um operador alocado a cada zona. O operador de picking de cada zona recolhe todos os produtos para cada encomenda que estão localizados na sua zona. Os produtos recolhidos em cada zona são depois consolidados numa área de consolidação para completar as encomendas.

Por último, picking por lote, nele o operador de picking trabalha sobre um grupo de encomendas em simultâneo, uma linha de cada vez. Quando um produto aparece em mais do que uma encomenda, o picker recolhe a quantidade total para todas as encomendas e depois separa por encomenda. Por trabalhar com diversos pedidos de coleta, esse método possui maior produtividade em relação aos demais. Conforme Petersen (2000) afirma, o picking por lote geralmente resulta em menor tempo de deslocamento por item.

2.3 Tecnologias da informação e comunicação no auxílio ao picking

Spinola e Pessôa, (1998, p.98) afirmam que a Tecnologia da Informação reúne as contribuições da Tecnologia e da Administração, estabelecendo, assim, uma estratégia integrada, permitindo projetar e instalar sistemas de informação e as coerentes mudanças organizacionais, ou ainda, pode ser definida como a adequada utilização de ferramentas de informática, comunicação e automação, juntamente com as técnicas de organização e gestão, alinhadas com a estratégia de negócios, com o objetivo de aumentar a competitividade da empresa.

A incessável procura pelo aumento da competitividade e da produtividade faz da gestão das tecnologias da informação e comunicação uma resposta a essas necessidades. Lacerda (2000) afirma que a implantação de sistemas automáticos seja de movimentação de materiais, seja de gerenciamento da operação é, na verdade, uma reação às demandas de um novo ambiente de negócios, com clientes mais exigentes e competição acirrada.

A utilização destas tecnologias aplicadas à logística são várias, como computadores comunicando-se em tempo real, softwares de apoio e controle de processos, entre outras, que têm vindo a desempenhar um papel importante nas empresas, apoiando as tomadas de decisão e a gestão das organizações. Moura (2006) afirma que embora a informação tenha a sua

origem nos primórdios da humanidade, a sua importância cresceu com a expansão da tecnologia. Atualmente, com as possibilidades oferecidas pela tecnologia, a informação está proporcionando a força motriz para a estratégia competitiva da logística. O gerenciamento e tratamento eletrônico das informações permitem às empresas reduzir seus custos perante melhor coordenação. Além disso, possibilita também a prestação de um serviço de maior qualidade, devido principalmente à melhoria de oferta de informações aos clientes.

Fleury; Wanke; Figueiredo (2000) defendem que atualmente, três razões justificam a importância de informações rápidas e precisas para sistemas logísticos eficazes. Em primeiro lugar, os clientes percebem que informações sobre a situação do pedido, disponibilidade de produtos, programação de entrega e faturas são elementos necessários do serviço ao cliente. A segunda razão relaciona-se ao uso da informação para reduzir o estoque e minimizar as incertezas em torno da demanda. Finalmente, a informação aumenta a flexibilidade e permite identificar os recursos que podem ser utilizados para que se obtenha uma vantagem estratégica.

Em termos de Tecnologia da Informação existem diversas soluções disponíveis para a aplicação na área da logística e os Sistemas de Gerenciamento de Armazém (Warehouse Management System, ou WMS) são tidos como a principal ferramenta para registro e controle das informações.

2.4 Warehouse Management System e Enterprise Resource Planning

O Warehouse Management System consiste num sistema de apoio à gestão dos processos de armazenagem. Este sistema permite uma monitorização de forma rápida e eficiente dos movimentos nos armazéns, desde as operações de recepção, estocagem, preparação (picking) e expedição, resultando numa redução de erros de estoque.

Para Banzato (2004), um WMS é um sistema de gestão por software que melhora as operações do armazém, através do gerenciamento de informações eficiente e conclusão das tarefas, com um alto nível de controle e acuracidade do inventário. Segundo o autor, as informações gerenciadas são originadas de transportadoras, fabricantes, sistemas de informações de negócios, clientes e fornecedores. O WMS utiliza estas informações para receber, estocar, separar e expedir mercadorias da forma mais eficiente. A eficiência é obtida

através do planejamento e roteirização dos múltiplos processos em um armazém. Redução de custo e melhoria do serviço ao cliente são ganhos obtidos com a utilização destes sistemas, pois a produtividade operacional tende a aumentar.

Leite (2009), citando um exemplo de funcionamento deste sistema, afirma que ele inicia-se com a entrada de um artigo no armazém, que é registado na base de dados e imediatamente disponibilizado no sistema após leitura de um leitor ótico ou semelhante. Todos os processos inerentes à armazenagem são controlados com a ajuda de terminais portáteis, responsáveis pela leitura dos códigos dos artigos e assim assegurando a rastreabilidade do produto. Durante o tratamento das recepções e das expedições de mercadoria, o sistema de gestão informa em tempo real os operadores onde devem ser colocados ou retirados os artigos. Ainda por meio deste sistema também é possível o controle de estoques em termos de validade, visto que ele emite avisos de aproximação da data de validade.

E para auxiliar o processo de integração das informações do WMS com outras informações de uma empresa existem os Enterprise Resource Planning Systems (ERPs), que são sistemas de planejamento de recursos que guardam e organizam todos os dados empresariais nele inseridos para que a gestão de negócios passe a ser mais rápida e eficiente, possibilitando se cruzar tais dados e gerar relatórios com informações de diversos departamentos de uma empresa. Envolvendo e reforçando tal afirmação, Ribeiro (2008), diz que os ERPs surgiram com o intuito de se obter aumento na produtividade, redução de custos e de tornar a cadeia de abastecimento mais eficiente, mas sobretudo numa perspectiva de vantagem competitiva em relação a concorrência.

Por fim, ao integrar informações de compras, vendas, estoques de matéria prima e produtos acabados e outras áreas, os ERPs resultam numa maior facilidade em se reduzir erros, contribuindo para a redução do ciclo, ou seja, o tempo de provisionamento dos materiais desde a sua entrada até à sua saída, facilitando a partilha de informação comum, reduzindo custos e aumentando a produtividade. A dificuldade neste sistema centra-se na dificuldade na sua implementação, sendo uma tarefa difícil e complexa, obrigando as empresas muitas vezes a vastos períodos de adaptação, testes e controle e implica um grande investimento em software, hardware, custos de implementação e manutenção.

2.5 Funcionalidades do Warehouse Management System

Sucupira (2004) cita diversos objetivos do WMS, como:

- Aumentar a precisão das informações de estoque visto que erros, para mais ou para menos, causam faltas e excessos em estoque.

- Aumentar a velocidade e qualidade das operações do centro de distribuição com o uso de equipamentos de movimentação automatizados, controlados pelo próprio sistema computadorizado (WMS), de coletores de dados através de códigos de barras e da comunicação online por radiofrequência.

- Aumentar a produtividade do pessoal e dos equipamentos do depósito uma vez que os sistemas WMS, através da sua habilidade em trabalhar com equipamentos de movimentação automatizados, propiciam grande redução de custos com pessoal, além de reduzir a necessidade de equipamentos para a mesma quantidade de movimentações, se estas fossem feitas através de sistemas tradicionais.

O WMS para Arbache et al. (2004), agiliza o fluxo de informações dentro de uma instalação de armazenagem, melhorando a operacionalidade da armazenagem e promovendo a otimização do processo, pelo gerenciamento eficiente de informação e recurso. As informações podem ter origem dentro (sistema ERP) ou fora da empresa (clientes e fornecedores entre outros).

Ainda de acordo com Sucupira (2004), seguem as principais funcionalidades de um sistema WMS:

- Rastreabilidade das operações – todas as atividades cadastradas nas regras de negócio do sistema são registradas em tempo real, inclusive quanto à identificação do operador ou equipamento que realizou a tarefa.- Inventários físicos rotativos e gerais - através de regras parametrizadas pelo usuário, o sistema convoca operadores para a realização de inventários rotativos ou gerais, sejam inventários orientados por item ou orientados por endereço.

- Planejamento e controle de capacidades - através do cadastramento de docas de recebimento e de expedição, operadores, empilhadeiras etc., e do cadastramento do consumo de recursos de cada uma das tarefas, pode-se fazer um planejamento de atividades.

- Definição de características de uso de cada local de armazenagem: através do mapeamento dos locais de armazenagem pode-se identificar para o sistema, todos os endereços e as características dos itens que possam ser armazenados em cada um dos locais.

- Sistema de classificação dos itens: o WMS deverá ter um módulo de cadastramento dos itens, a fim de permitir o cadastramento de parâmetros em um nível, possibilitando que os materiais pertencentes àquela classe cadastrada possam absorver os parâmetros automaticamente.

- Controle de lotes, datas de liberação de quarentenas e situações de controle de qualidade: o sistema deve manter registro em cada uma das unidades de armazenagem das informações dos lotes de fabricação dos produtos, ou seja, se foram enviados para clientes, internos ou externos, também em termos de aprovação, rejeição, quarentena, inspeção ou outras situações de bloqueio exigidas pelas características do item ou do processo.

- Separação de pedidos (picking) – o sistema deve permitir que se faça a separação das mercadorias da área de armazenamento para a expedição ou de uma área de armazenamento consolidada para uma área de separação secundária, que devem ser parametrizadas por métodos como FIFO (First In First Out), LIFO (Last In First Out) ou mesmo métodos especiais para situações de excesso de carga ou falta de equipamentos de movimentação em altas estantes.

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 Método e etapas do trabalho

O trabalho se enquadra na categoria de simulação e modelagem, uma vez que testa novos conceitos, investigando mudanças dentro de um contexto real e contemporâneo sem afetar o sistema em funcionamento da entidade pesquisada, seguindo a modelagem proposta por Lachtermacher (2007) e apresentando as seguintes etapas:

1. Identificação do problema;
2. Formulação do modelo;
3. Análise dos cenários;
4. Interpretação dos resultados;
5. Implementação e monitoramento.

Primeiramente, o problema foi identificado pela área de logística ao se comparar o tempo gasto no preparo de pedidos da empresa de alimentos para cães e gatos com o tempo gasto nessa mesma atividade em empresas similares.

Em seguida, após a definição de uma Política de Pedido Mínimo que facilitaria e agilizaria a expedição de produtos (detalhada na seção 4.1.4), deu-se início a modelagem e elaboração de cenários. Através da análise e tratamento de dados históricos de vendas da empresa, foi possível se criar uma ferramenta que adapta os dados históricos de acordo com regras definidas – neste caso, as da política criada – e simula como eles seriam caso elas estivessem em vigor, revelando a diferença em termos de valor de venda e tempo gasto no picking.

Para o cálculo da mudança no tempo de preparo de pedidos, foram utilizados resultados de cronoanálises do processo de picking da empresa de pedidos que já seguiam as regras da política e de pedidos que não seguiam nenhum regulamento. Por fim, nove diferentes cenários foram elaborados e seus resultados examinados a fim de se eleger o melhor a ser implementado.

3.2 Coleta de dados

Para a simulação, foram usados os dados de vendas históricos da empresa referentes a setembro de 2018 até setembro de 2019, das SKU's com menos de quatro quilogramas, as quais passam pelo processo de picking e são agrupadas em caixas com quantidades fixas. Os dados foram consultados através dos sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) e WMS (*Warehouse Management System*) da empresa.

Ademais, foram cronometrados os tempos do picking por lote, o qual é realizado em dois estágios, iniciando-se a contagem de tempo do primeiro estágio no momento em que o operador sai para coletar todos os produtos do conjunto de pedidos selecionado, visitando determinado número de posições do armazém e coletando em cada uma delas a somatória do número de produtos de todo o conjunto e sendo finalizada quando o último produto é colocado na mesa para se iniciar o segundo estágio. E a cronometragem do segundo estágio iniciou-se ao começarem a reorganizar os produtos em caixas e paletes adequados para a entrega aos clientes. Detalhes mais específicos do processo de picking e a cronometria serão descritos na seção de contextualização.

4 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo serão apresentadas informações referentes à empresa em que o estudo foi feito e explicada a forma com que os dados foram modelados e utilizados para se chegar aos diferentes cenários de modelagem, os quais resumem as informações dos dados trabalhados. Ademais, serão discutidos todos os resultados dos nove cenários elaborados.

4.1 Contextualização

4.1.1 Empresa e produtos

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa multinacional que fabrica alimentos secos e úmidos de alta qualidade nutricional para gatos e cães. A unidade brasileira está instalada no interior de São Paulo e produz cerca de 300 SKUs (Stock Keeping Units), possuindo produtos vendidos em embalagens que variam de 0,085 quilogramas até 20 quilogramas, cada um fabricado e embalado em quantidades diferentes que levam em conta as características de suas embalagens.

As SKUs de zero até quatro quilogramas, após passarem pela última etapa de produção e serem embaladas são agrupadas em caixas - de diferentes tamanhos - e depois essas são organizadas em paletes, já as SKUs entre quatro e vinte quilogramas são organizadas diretamente em paletes.

Peso (Kg)	Unidades por caixa
0,085 (úmido)	48
0,100 (úmido)	48
0,140 (úmido)	40
0,200 (úmido)	12
0,400 (seco)	18
0,410 (úmido)	12
0,500 (seco)	18

1,000 (seco)	10
1,500 (seco)	8
2,000 (seco)	8
2,500 (seco)	6
4,000 (seco)	5

Quadro 1 – Quantidade de cada tipo de SKU por caixa e sua classificação como seco ou úmido.

Peso (Kg)	Caixas por palete
0,085 (úmido)	144
0,100 (úmido)	144
0,140 (úmido)	120
0,200 (úmido)	360
0,400 (seco)	42
0,410 (úmido)	192
0,500 (seco)	42
1,000 (seco)	42
1,500 (seco)	30
2,000 (seco)	30
2,500 (seco)	30
4,000 (seco)	30

Quadro 2 – Quantidade de caixas de cada tipo de SKU por palete.

4.1.2 Divisões logísticas

A empresa conta com o apoio logístico de 36 distribuidores exclusivos e possui quatro centros de distribuição próprios, que dividem suas operações por regiões de atendimento (ou entrega), totalizando seis diferentes operações:

- 1 Interior de São Paulo;
- 2 São Paulo;
- 3 Campinas;
- 4 São José dos Campos;
- 5 Rio de Janeiro;
- 6 Operação de atendimento às Keys Accounts (KA) e distribuidores.

O centro de distribuição do interior de São Paulo atende sua região e as operações de Keys Accounts (regiões com o número um na Figura 1), o de Campinas atende sua cidade e São José dos Campos (regiões três e quatro na Figura 1) e o centro de São Paulo atende sua região (número 2 na Figura 1). Já o CD do Rio de Janeiro atende todo o estado.



Figura 1 – Mesorregiões de São Paulo com indicações sobre a área de atendimento de cada centro de distribuição.

4.1.3 Sistema de vendas e registro de pedidos

A maioria das operações é realizada por consultores de vendas da própria empresa, os quais visitam os clientes ativos periodicamente e registram seus pedidos, com exceção de distribuidores e clientes que formam a operação de KA, que possuem seu próprio sistema de registro de pedidos, que são enviados diretamente para a fábrica, visto que são compostos por grandes quantidades de produtos e tais clientes possuem grandes estoques e um amplo controle sobre os mesmos.

Atualmente a empresa em questão não possui uma política de pedido mínimo para os pedidos registrados pelos consultores de vendas. Os clientes possuem a liberdade de adquirir a quantidade desejada de qualquer SKU, fazendo com que a maioria dos pedidos exijam uma etapa de picking para a separação da quantidade exata dos produtos requisitados. Já os pedidos enviados diretamente à fábrica respeitam a política de pedido mínimo. Portanto, como o estudo será feito com as operações em que os clientes ainda não são submetidos à política de pedido mínimo, as operações de distribuidores e KA serão desconsideradas.

4.1.4 Características da Política de Pedido Mínimo (PPM) e do picking da empresa

A política de pedido mínimo da empresa determina que as SKUs com menos de quatro quilogramas devam ser vendidas em caixas fechadas, ou seja, em múltiplos inteiros do número de produtos em cada caixa. A implementação da política visa facilitar o picking - tornando suas duas etapas mais rápidas -, diminuir a quantidade de possíveis erros na separação e fazer com que os clientes revendedores ofereçam e vendam mais os produtos para os clientes finais, visto que comprariam maiores quantidades por pedido e teriam que aumentar seu empenho para escoar os produtos no tempo adequado.

A empresa estudada prepara os pedidos para envio realizando o picking por lote, que nela é dividido em duas etapas:

- Na primeira etapa o ERP separa os pedidos registrados pelos vendedores por datas e rotas de entrega e transfere a informação para o WMS para que os operadores de picking possam consultar a informação sobre quais rotas coletar no dia de maneira simplificada. Então, o WMS informa ao operador as quantidades totais de cada SKU

por rota, respeitando a regra FIFO (First In First Out), indicando os endereços com as SKUs há mais tempo no estoque para ele recolher. Como a PPM ainda não está implementada para todos os clientes, o operador leva um tempo maior para recolher os produtos caso eles estejam em quantidades não múltiplas de acordo com o Quadro 1, visto que a cada endereço ele precisa abrir a caixa do produto em questão e recolher a quantidade exata para levar para a segunda etapa. Após todas as mercadorias serem coletadas e colocadas em um palete sobre um suporte que facilita a movimentação, elas são levadas para uma mesa denominada de “mesa de segundo estágio” e a primeira etapa chega ao fim.



Figura 2 – Produtos na mesa de segundo estágio antes do início do mesmo.

- Na segunda etapa os operadores começam a separar as quantidades totais recolhidas de acordo com cada pedido e ordem de entrega. Aqui as SKUs com menos de quatro quilos são reagrupadas em caixas novamente, porém as caixas montadas na segunda etapa contêm mais de um tipo de produto, unindo todos os que foram requisitados por cada cliente.



Figura 3 – Pallet remontado e pronto para ser colocado no veículo de entrega.

4.1.5 Informações adicionais

Na empresa estudada os centros de distribuição e suas operações possuem particularidades importantes a serem consideradas, as quais, antes mesmo do estudo ser finalizado, já indicavam algumas tendências sobre o resultado.

- A operação de São Paulo é a que possui maior volume de expedição e a maior quantidade de clientes, portanto é esperado que ela apresente os maiores resultados em quantidades absolutas.
- Rio de Janeiro é a operação que mais expede produtos com menos de quatro quilogramas devido às características da região, como grande quantidade de prédios e cães e gatos de pequeno porte. Portanto, os clientes dessa região possuem uma grande rotatividade desses produtos e já buscam adquirí-los em caixas fechadas para facilitar a organização em seus pontos de venda. Espera-se que seja a região com o menor resultado percentual.

4.2 Elaboração de cenários com a introdução da PPM

Com os dados históricos de vendas e os tempos registrados através da cronoanálise disponíveis, deu-se sequência para a classificação ABC a fim de ser criar diversos cenários e analisá-los separadamente.

A classificação ABC dos produtos foi feita a partir dos dados históricos sobre unidades vendidas unificados para todos os centros de distribuição.

Categoria	Quantidade de produtos	% de unidades vendidas sobre o total
A	3	19,60%
B	11	30,36%
C	214	50,04%

Quadro 3 – Número de produtos por categoria.

Foi feita apenas uma classificação ABC dos produtos pois há grande rotatividade de consultores de vendas entre as operações e possuir mais de uma classificação em vigor acarretaria muitos erros nos registros de pedidos, visto que produtos de uma classe em certa operação poderiam pertencer a outra classe em outra região.

Já a classificação ABC dos clientes foi feita separadamente para cada operação, de acordo com a quantidade de unidades compradas pelos clientes.

Operação	Número de clientes A	Número de clientes B	Número de clientes C
Campinas	10	34	1.111
Rio de Janeiro	16	58	1.308
São José dos Campos	4	17	370
São Paulo	15	81	2.380
Interior de São Paulo	10	54	1.786

Quadro 4 – Número de clientes segmentados por categoria de cada operação.

É importante lembrar que apesar da empresa produzir mais de 300 SKUs, a quantidade total do Quadro 3 é de 228 pois para o estudo só foram considerados os produtos com no máximo 4 quilogramas, os quais passam pelo remonte de caixas no picking e serão afetados pela nova política.

A categorização ABC finalizada foi utilizada juntamente com os dados de vendas para montar os cenários, tais dados antes de serem adaptados possuem a seguinte estrutura:

Ordem de Venda	Cliente	SKU	Quantidade	Peso	Valor	Operação
SO123456	103725	10100004	19	19	339,56	RJA

Quadro 5 – Estrutura dos dados históricos de vendas coletados.

Os dados do período selecionado para realizar o estudo totalizaram 731.226 linhas e foram compilados em uma tabela dinâmica por cliente e SKU, tornando a coluna de Ordem de Venda do Quadro 5 uma coluna indicando o número de vezes que determinado cliente adquiriu o produto indicado.

Em seguida, foram inseridas colunas extras para possibilitar a análise de cada linha em relação à nova política e calcular o quanto ela mudaria se a PPM já estivesse em vigor. Os dados passaram e ter a seguinte estrutura:

Quantidade de ordens de venda	Ordens de venda previamente de acordo com a PPM	Cliente	Categoria ABC do cliente	SKU	Categoria ABC do produto	Quantidade
16	2	12634	C	11500115	C	64

Quadro 6 – Estrutura dos dados após serem adaptados para análises.

Valor	Operação	Quantidade de unidades na caixa fechada da SKU	Quantidade requisitada/Quantidade na caixa
590,08	CAM	12	5,33

Quadro 7 – Continuação do Quadro 6.

Quantidade mínima de caixas com PPM em vigor	Novo valor	Diferença dos valores
6	663,84	36,88

Quadro 8 – Continuação do Quadro 7.

O quadro a seguir lista todas as colunas adicionadas e suas funções:

Coluna adicionada	Função
Ordens de venda previamente de acordo com a PPM	Conta quantas ordens de venda já estavam de acordo com a Política de Pedido Mínimo antes dos dados serem compilados
Categoria ABC do cliente	Coluna adicionada para se filtrar e considerar apenas os clientes desejados em cada cenário
Categoria ABC do produto	Coluna adicionada para se filtrar e considerar apenas os produtos desejados em cada cenário
Quantidade de unidades na caixa fechada da SKU	Relaciona o código da SKU presente na linha com a base de dados que informa o número de unidades na caixa fechada da mesma
Quantidade requisitada/Quantidade na caixa	Calcula a somatória da quantidade requisitada pelo cliente durante o período analisado e a divide pela quantidade de unidades na caixa fechada para indicar quantas caixas ele requisitou no total
Quantidade mínima de caixas com PPM em vigor	Indica a quantidade mínima de caixas fechadas que o cliente teria que comprar para adquirir a quantidade desejada
Novo valor	Indica o novo preço a ser pago, é sempre maior que o valor previamente calculado e é referente a nova quantidade que ele teria que adquirir (a qual também é sempre maior ou igual a quantidade anterior)
Diferença dos valores	Demonstra a diferença entre o que se paga sem a PPM e o quanto se pagaria com ela em vigor

Quadro 9 – Colunas adicionadas à estrutura dos dados históricos para elaboração de cenários e cálculo de resultados da implementação da Política de Pedido Mínimo.

Após serem realizadas as mudanças descritas, as 731.226 linhas de dados históricos de vendas foram resumidas em 191.520 linhas de informações. É importante ressaltar que observando o Quadro 6, é indicado que o cliente fez 16 pedidos referentes aquele produto e eles totalizaram apenas cinco caixas e um terço de caixa, com a política implementada ele ainda poderia adquiri-las separadamente, mas no mínimo comprando uma caixa completa por pedido, fazendo com que fosse possível realizar no máximo 6 pedidos para adquirir a quantidade que desejava, sendo que a compra da última caixa faria com que ele levasse uma quantia a mais de unidades.

A aquisição de unidades extras para completar a quantia que o cliente deseja respeitando a política é também um dos objetivos do projeto, fazer com que fiquem com uma pequena quantia a mais e incentivá-los a venderem mais o produto – esse objetivo é baseado em dados do setor de vendas, que confirmou tal benefício anteriormente, ao implementar a política de pedido mínimo para os distribuidores. Caso isso seja um problema para os clientes, a equipe de vendas da empresa estudará elaborar promoções para diminuir o impacto negativo.

A quantidade de linhas de dados (731.226) também remete ao número de visitas aos endereços de tais produtos no armazém, ou seja, uma linha de venda é equivalente a uma de picking. Após o tratamento dos dados, o número máximo de pedidos de uma SKU por cliente foi reduzido, de acordo com a base de dados compilada, as 731.226 visitas a endereços de armazéns se tornariam no máximo 328.388 visitas, caso todos os clientes fossem submetidos a adquirir todos os produtos em caixas fechadas. Em suma, a implementação resultaria em menos visitas e visitas mais rápidas, devido ao fato do operador não necessitar abrir as caixas em cada visita e depois remontá-las – a diferença do tempo gasto para visitar um endereço e manipular caixas e apenas visitar o endereço e se coletar caixas fechadas é mostrada a seguir juntamente com os resultados da cronometria .

Uma particularidade importante a se ressaltar é que se o cliente adquiriu uma quantidade de caixas maior do que a quantidade de pedidos realizados, foi considerado que essa linha de dados já estava de acordo com a política e ele continuaria a fazer o mesmo número pedidos sob a nova política, por exemplo: se um cliente comprou 20 caixas em dois pedidos, foi considerado que ele continuaria a registrar apenas dois pedidos e não que ele passaria a realizar a compra em 20 pedidos diferentes. Ou seja, foi considerado o mínimo entre pedidos realizados ou caixas requisitadas.

Após o tratamento dos dados de vendas descrito até aqui, foi possível criar cenários parcialmente completos, que nesse ponto já indicavam, individualmente, o valor que a empresa receberia a mais no período com a implementação da política em cada um deles, além das diferenças na quantidade de visitas aos endereços de armazém.

Para prosseguir a análise e se chegar no resultados da diminuição do tempo de picking de cada cenário, deu-se sequência para o tratamento dos resultados da cronoanálise a fim de se estimar a diferença de tempos médios entre o picking de linhas de pedidos apenas com caixas fechadas e linhas de pedidos com quantidades quaisquer, respectivamente:

1. Tempo médio para se processar uma linha com a PPM implementada, ou “TPPM”;
2. Tempo médio para se processar uma linha sem a PPM implementada, ou “T”.

Cronometrar e definir tempos distintos foi possível pois existem rotas de entregas compostas por grandes revendedores que já registram pedidos apenas de produtos em caixas fechadas e seladas, mesmo estando em operações que não seguem a PPM. Sendo assim, o tempo de picking registrado nessas rotas foi usado para se fazer a média e definir o TPPM. Já os resultados obtidos pela cronometragem do tempo de preparo das demais rotas foi utilizado para se obter o T.

Na cronoanálise, foram utilizadas as variáveis expostas no Quadro 10, que foram registradas seguindo o modelo do Quadro 11:

Variável	Definição
T1i	Horário de início do primeiro estágio
T1f	Horário de fim do primeiro estágio
T2i	Horário de início do segundo estágio
T2f	Horário de fim do segundo estágio
NE	Número de endereços do armazém visitados (número de linhas do pedidos)

Quadro 10 – Variáveis registradas na cronoanálise.

Rota	Nº de pedidos	T1i	T1f	T2i	T2f	NE	Tempo médio de processamento da linha ((T2f - T1i)/NE)	Peso médio coletado por visita	Peso do pedido
ZONA NORTE 1	1	16:50:25	17:02:00	17:15:20	17:30:12	17	00:02:20	26,47	450,00
ZONA NORTE 2	1	13:42:02	14:18:26	14:22:25	14:38:00	23	00:02:26	47,36	1.089,26

Quadro 11 – Modelo de registro das informações da cronoanálise.

Registrados os tempos para os dois tipos de separação, a de rotas com apenas caixas fechadas e para as demais, foi feita a média da oitava coluna para os pedidos com faixa de peso médio coletado por visita de 12 quilogramas até 50 quilogramas e definiu-se o T e o TPPM, de respectivamente 129 segundos e 64 segundos.

Por fim, para se utilizar as informações de tempo de processamento de linha em cada cenário, foram adicionadas novas colunas na base de dados organizada de acordo com o Quadro 6, uma responsável por calcular o tempo gasto sem a política e a outra o tempo que seria gasto caso aquela linha de informação fosse considerada no cenário e submetida a Política de Pedido Mínimo. As colunas adicionadas e suas funções foram:

Coluna	Tempo original da linha	Tempo com PPM
Função	$T * (\text{Coluna A} - \text{Coluna B}) + \text{TPPM} * \text{Coluna B}$	$(\text{Mínimo entre Coluna A e Coluna N}) * \text{TPPM}$
*Coluna A: Quantidade de ordens de venda		
*Coluna B: Quantidade de ordens de venda previamente de acordo com a PPM		
*Coluna N: Quantidade mínima de caixas a serem compradas sob a PPM		

Figura 4 – Ilustração explicativa das colunas adicionadas às linhas de informação da base de dados para auxiliar no cálculo de tempo poupado pela PPM.

Enfim, com as informações de tempo adicionadas, foram montados os cenários completos:

Cenário	Características
1	Clientes A comprando apenas produtos A em caixas fechadas
2	Clientes A comprando produtos A e B em caixas fechadas
3	Clientes A comprando todos os produtos em caixas fechadas
4	Clientes A e B comprando produtos A em caixas fechadas
5	Clientes A e B comprando produtos A e B em caixas fechadas
6	Clientes A e B comprando todos os produtos em caixas fechadas
7	Todos os clientes comprando produtos A em caixas fechadas
8	Todos os clientes comprando produtos A e B em caixas fechadas
9	Todos os clientes comprando todos os produtos em caixas fechadas

Quadro 12 – Características de cada cenário elaborado.

Os cenários com seus resultados serão expostos na próxima seção em painéis com o seguinte arranjo:

Operação	Valor de venda sem a PPM	Aumento do valor de venda com a PPM	% Aumento	Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Horas reduzidas com a PPM	% Redução	Nº de clientes afetados	Nº de SKUs afetadas
CAM	R\$ -	R\$ -	a %			g %		
RJA	R\$ -	R\$ -	b %			h %		
SJC	R\$ -	R\$ -	c %			i %		
SPC	R\$ -	R\$ -	d %			j %		
SPI	R\$ -	R\$ -	e %			k %		
TOTAL	R\$ -	R\$ -	F %			L %		

Figura 5 – Modelo ilustrativo do painel de resultados dos cenários elaborados.

No painel da Figura 5 cada uma de suas colunas soma os resultados dos dados do Quadro 6 e da Figura 4, separando-as em linhas por operação e respeitando as regras do cenário, conforme demonstra o Quadro 13.

Coluna	Informação compilada
Valor de venda sem PPM	Soma a coluna "Valor" do Quadro 6
Aumento do valor de venda com a PPM	Soma a coluna "Diferença de valores" do Quadro 6
% Aumento	Calcula o aumento do valor de venda em percentual
Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Soma os valores da coluna um (Tempo original da linha) mostrada na Figura 4
Horas reduzidas com a PPM	Soma a diferença de valores entre a coluna dois e um da Figura 4

% Redução	Calcula a redução em percentual do tempo gasto no picking
Nº de clientes afetados	Soma a quantidade de clientes distintos que seriam afetados pelo cenário
Nº de SKUs afetadas	Soma a quantidade de SKUs distintas que seriam afetadas pelo cenário

Quadro 13 – Colunas do painel de resultados e as informações que compilam.

4.3 Resultados e discussão

Nesta seção todos os cenários e seus resultados serão expostos e discutidos e notas para os níveis de facilidade de implementação (facilidade de negociação e aceitação por parte dos clientes) e benefícios de cada um serão atribuídas, seguindo a Figura 6. As notas foram atribuídas de maneira comparativa, após os resultados dos nove cenários serem analisados, visto que não existiam níveis de referência para se julgar cada cenário separadamente.

Antes da exposição de cada cenário, foram feitas observações a respeito do que se esperava de cada um antes de se analisar os resultados.

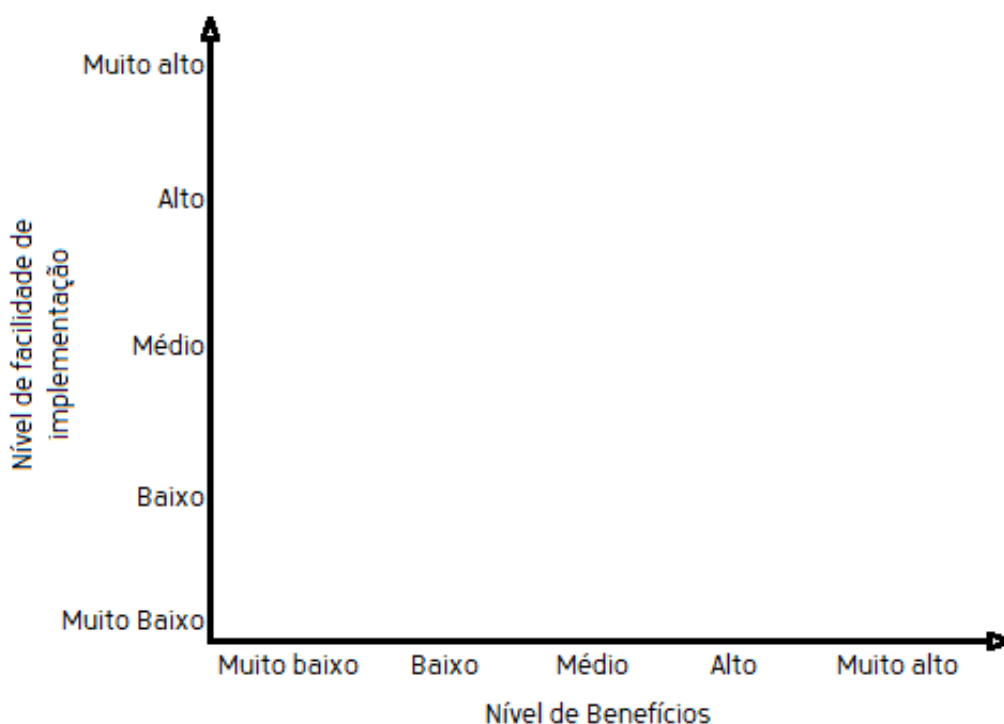


Figura 6 – Gráfico de classificação de cenários.

4.3.1 Cenário 1 (Clientes A – Produtos A)

Antes de se concluir os cálculos dos resultados já era esperado pela empresa que o primeiro cenário não trouxesse grandes mudanças, visto que os clientes A, que são formados em sua maioria por grandes redes de lojas, já compram os produtos em caixas fechadas para facilitar o processo de realocação dos itens em seus estoques, principalmente os itens A, que possuem um giro alto.

Operação	Valor de venda sem a PPM	Aumento do valor de venda com a PPM	% Aumento	Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Horas reduzidas com a PPM	% Redução	Nº de clientes afetados	Nº de SKUs afetadas
CAM	R\$ 8.754.898	R\$ 1.443	0,02%	50.710	82	0,16%	10	3
RJA	R\$ 17.130.012	R\$ 1.607	0,01%	82.697	54	0,07%	16	
SJC	R\$ 2.055.952	R\$ 565	0,03%	14.241	23	0,16%	4	
SPC	R\$ 24.763.442	R\$ 4.091	0,02%	122.227	100	0,08%	15	
SPI	R\$ 10.445.560	R\$ 1.224	0,01%	58.544	55	0,11%	10	
TOTAL	R\$ 63.149.864	R\$ 8.931	0,01%	328.419	322	0,10%	55	3

Quadro 14 – Painel de resultados do Cenário 1.

Logo, ao se observar os resultados desse cenário conclui-se que as expectativas da empresa estavam corretas, a implementação do cenário praticamente não traria mudanças, mas seria um cenário extremamente fácil de se colocar em prática, visto que ele praticamente não mudaria a forma com que os clientes classe A compram os produtos A. Nível de facilidade de implementação muito alto e benefício muito baixo.

4.3.2 Cenário 2 (Clientes A – Produtos A e B)

Previamente era esperado que o segundo cenário também não trouxesse grandes mudanças, pois como já citado, os clientes A já buscam comprar os produtos em caixas fechadas.

Operação	Valor de venda sem a PPM	Aumento do valor de venda com a PPM	% Aumento	Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Horas reduzidas com a PPM	% Redução	Nº de clientes afetados	Nº de SKUs afetadas
CAM	R\$ 8.754.898	R\$ 6.728	0,08%	50.710	432	0,85%	10	14
RJA	R\$ 17.130.012	R\$ 10.165	0,06%	82.697	379	0,46%	16	
SJC	R\$ 2.055.952	R\$ 2.962	0,14%	14.241	122	0,85%	4	
SPC	R\$ 24.763.442	R\$ 23.012	0,09%	122.227	597	0,49%	15	
SPI	R\$ 10.445.560	R\$ 6.596	0,06%	58.544	298	0,51%	10	
TOTAL	R\$ 63.149.864	R\$ 49.462	0,07%	328.419	1.828	0,56%	55	14

Quadro 15 – Painel de resultados do Cenário 2.

Analisando-se os resultados acima é possível se chegar à mesma conclusão do cenário anterior. Nível de facilidade de implementação muito alto e benefício muito baixo.

4.3.3 Cenário 3 (Clientes A – Produtos A, B e C)

O último cenário envolvendo apenas os clientes do nível mais alto da classificação seria responsável por revelar se os itens com o giro mais baixo estão causando um excesso de trabalho no setor de expedição e, se isso fosse confirmado, colocar a PPM em vigor neste caso seria fácil e traria um nível de benefícios alto levando-se em conta a facilidade de negociação com esses clientes.

Operação	Valor de venda sem a PPM	Aumento do valor de venda com a PPM	% Aumento	Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Horas reduzidas com a PPM	% Redução	Nº de clientes afetados	Nº de SKUs afetadas
CAM	R\$ 8.754.898	R\$ 160.732	1,84%	50.710	4.740	9,35%	10	228
RJA	R\$ 17.130.012	R\$ 228.257	1,33%	82.697	4.915	5,94%	16	
SJC	R\$ 2.055.952	R\$ 72.527	3,53%	14.241	1.364	9,58%	4	
SPC	R\$ 24.763.442	R\$ 513.373	2,07%	122.227	6.246	5,11%	15	
SPI	R\$ 10.445.560	R\$ 157.370	1,51%	58.544	2.864	4,89%	10	
TOTAL	R\$ 63.149.864	R\$ 1.132.258	1,79%	328.419	20.129	6,13%	55	

Quadro 16 – Painel de resultados do Cenário 3.

Ao analisar os resultados deste cenário e compará-los com os resultados do cenário anterior, pode-se observar que o tempo de processamento de linhas de picking de itens C para clientes A é correspondente a quase 5,6% de todo o tempo usada para tal atividade e poderia ser poupado com a adoção das regras deste cenário de fácil implementação. Nível de facilidade de implementação muito alto e benefício médio.

4.3.4 Cenário 4 (Clientes A e B – Produtos A)

O quarto cenário é o primeiro a incluir os clientes da categoria B, que nem sempre pedem todos os produtos em caixas fechadas, porém por se tratar de produtos A, com giro muito alto, era esperado que ele ainda não trouxesse tantas mudanças, pois especificamente os produtos A são em sua maioria já são requisitados em caixas fechadas.

Operação	Valor de venda sem a PPM	Aumento do valor de venda com a PPM	% Aumento	Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Horas reduzidas com a PPM	% Redução	Nº de clientes afetados	Nº de SKUs afetadas
CAM	R\$ 8.754.898	R\$ 5.971	0,07%	50.710	299	0,59%	44	3
RJA	R\$ 17.130.012	R\$ 7.975	0,05%	82.697	411	0,50%	74	
SJC	R\$ 2.055.952	R\$ 2.363	0,11%	14.241	70	0,49%	21	
SPC	R\$ 24.763.442	R\$ 25.625	0,10%	122.227	821	0,67%	96	
SPI	R\$ 10.445.560	R\$ 7.769	0,07%	58.544	375	0,64%	64	
TOTAL	R\$ 63.149.864	R\$ 49.703	0,08%	328.419	1.976	0,60%	299	3

Quadro 17 – Painel de resultados do Cenário 4.

Nota-se que o quarto cenário traz resultados semelhantes ao segundo. Porém, ele pode ser desconsiderado, pois apesar de também possuir um nível de benefício muito baixo, o nível de facilidade de implementação cai para apenas alto.

4.3.5 Cenário 5 (Clientes A e B – Produtos A e B)

Operação	Valor de venda sem a PPM	Aumento do valor de venda com a PPM	% Aumento	Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Horas reduzidas com a PPM	% Redução	Nº de clientes afetados	Nº de SKUs afetadas
CAM	R\$ 8.754.898	R\$ 29.231	0,33%	50.710	1.462	2,88%	44	14
RJA	R\$ 17.130.012	R\$ 48.852	0,29%	82.697	2.123	2,57%	74	
SJC	R\$ 2.055.952	R\$ 13.554	0,66%	14.241	437	3,07%	21	
SPC	R\$ 24.763.442	R\$ 155.287	0,63%	122.227	4.184	3,42%	96	
SPI	R\$ 10.445.560	R\$ 41.457	0,40%	58.544	1.686	2,88%	64	
TOTAL	R\$ 63.149.864	R\$ 288.381	0,46%	328.419	9.892	3,01%	299	14

Quadro 18 – Painel de resultados do Cenário 5.

O cenário 5 revelou-se como um dos mais desfavoráveis até então, visto que seus resultados assemelham-se aos do cenário 3, mas ligeiramente inferiores e com o adendo de ter suas notas diminuídas em um ponto nas duas dimensões, apresentando um nível de facilidade de implementação alto e benefício baixo. É o segundo cenário a poder ser desconsiderado.

4.3.4 Cenário 6 (Clientes A e B – Produtos A, B e C)

O sexto cenário passa a incluir a venda de produtos da categoria C a clientes que não tem seus perfis de compra tão bem conhecidos como os da classe A, sendo assim as expectativas para os benefícios eram incertas, mas a facilidade de implementação já se considerava de média a alta, por se tratar de clientes com grande poder de compra que não deixariam de comprar os produtos da empresa caso a política mudasse, no pior caso apenas aumentariam o intervalo de tempo entre suas compras.

Operação	Valor de venda sem a PPM	Aumento do valor de venda com a PPM	% Aumento	Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Horas reduzidas com a PPM	% Redução	Nº de clientes afetados	Nº de SKUs afetadas
CAM	R\$ 8.754.898	R\$ 686.132	7,84%	50.710	15.311	30,19%	44	228
RJA	R\$ 17.130.012	R\$ 1.009.533	5,89%	82.697	20.746	25,09%	74	
SJC	R\$ 2.055.952	R\$ 292.503	14,23%	14.241	4.881	34,27%	21	
SPC	R\$ 24.763.442	R\$ 3.223.236	13,02%	122.227	40.337	33,00%	96	
SPI	R\$ 10.445.560	R\$ 922.532	8,83%	58.544	18.031	30,80%	64	
TOTAL	R\$ 63.149.864	R\$ 6.133.936	9,71%	328.419	99.306	30,24%	299	228

Quadro 19 – Painel de resultados do Cenário 6.

Os resultados deste cenário foram bem uniformes, trazendo benefícios grandes e proporcionais em termos de aumento do valor de venda e redução do tempo gasto na preparação dos pedidos. Mostrou-se superior aos outros cinco cenários, por trazer benefícios altos e uma facilidade de implementação considerada média.

4.3.4 Cenário 7 (Clientes A, B e C – Produtos A)

Pelos cenários 7, 8 e 9 incluem os clientes da categoria C, que somam milhares de lojas, o nível de facilidade de implementação já era previamente considerado como de médio a muito baixo, visto que seria necessário notificar e se negociar com lojistas donos de estabelecimentos frequentados por clientes de baixa renda, que preferem produtos com preços abaixo da média dos produtos da empresa, tornando baixo o giro destes nesses pontos de venda.

Grande parte desses estabelecimentos compram SKUs apenas por encomenda de seus clientes, fazendo com que seja inviável se manter um estoque relativamente alto de um produto que é comprado apenas por uma pessoa, pois se esta cessar a aquisição desse produto ou mudar a frequência dela, o produto corre o risco de expirar.

Operação	Valor de venda sem a PPM	Aumento do valor de venda com a PPM	% Aumento	Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Horas reduzidas com a PPM	% Redução	Nº de clientes afetados	Nº de SKUs afetadas
CAM	R\$ 8.754.898	R\$ 57.392	0,66%	50.710	299	2,15%	1.155	3
RJA	R\$ 17.130.012	R\$ 87.398	0,51%	82.697	411	2,39%	1.382	
SJC	R\$ 2.055.952	R\$ 15.788	0,77%	14.241	70	1,69%	391	
SPC	R\$ 24.763.442	R\$ 299.038	1,21%	122.227	821	3,22%	2.476	
SPI	R\$ 10.445.560	R\$ 85.513	0,82%	58.544	375	2,65%	1.850	
TOTAL	R\$ 63.149.864	R\$ 545.129	0,86%	328.419	1.976	2,68%	7.254	3

Quadro 20 – Painel de resultados do Cenário 7.

Apesar das expectativas, o cenário 7 se mostrou superior a outros já desconsiderados e revelou que mesmo os clientes da categoria C já adquirem os produtos de classe A em sua maioria em caixas fechadas. Revelou-se detentor de um nível facilidade de implementação médio e nível de benefícios baixo. Contudo ao se comparar os cenários 5 e 7, observa-se que o quinto também possui benefícios baixos, mas seu nível de facilidade de implementação é alto, fazendo com que o cenário 7 possa ser desconsiderado.

4.3.4 Cenário 8 (Clientes A, B e C – Produtos A e B)

Operação	Valor de venda sem a PPM	Aumento do valor de venda com a PPM	% Aumento	Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Horas reduzidas com a PPM	% Redução	Nº de clientes afetados	Nº de SKUs afetadas
CAM	R\$ 8.754.898	R\$ 260.429	2,97%	50.710	4.469	8,81%	1.155	14
RJA	R\$ 17.130.012	R\$ 419.672	2,45%	82.697	7.813	9,45%	1.382	
SJC	R\$ 2.055.952	R\$ 78.865	3,84%	14.241	1.178	8,27%	391	
SPC	R\$ 24.763.442	R\$ 1.659.984	6,70%	122.227	18.174	14,87%	2.476	
SPI	R\$ 10.445.560	R\$ 362.037	3,47%	58.544	5.848	9,99%	1.850	
TOTAL	R\$ 63.149.864	R\$ 2.780.987	4,40%	328.419	37.482	11,41%	7.254	14

Quadro 21 – Painel de resultados do Cenário 8.

O cenário 8 apresenta um nível de benefícios alto, porém como os clientes A e B já compram os produtos A e B em caixas fechadas (como revelado no cenário 5) o aumento do valor de venda com a PPM entre esses dois cenários é resultado de se “empurrar” os produtos para clientes da classe C, que não possuem poder de compra alto e seriam os mais afetados e desagradados, fazendo esse cenário obter nota para o nível de facilidade de implementação muito baixa e ser o terceiro a ser desconsiderado.

4.3.4 Cenário 9 (Clientes A, B e C – Produtos A, B e C)

Antes de se revelar os resultados do último cenário, vale citar que no início do estudo já considerava-se utópica a alternativa de se obrigar todos os clientes a adquirirem todos os produtos com menos de 4 quilogramas em caixas fechadas.

Operação	Valor de venda sem a PPM	Aumento do valor de venda com a PPM	% Aumento	Horas gastas no processamento de linhas sem a PPM	Horas reduzidas com a PPM	% Redução	Nº de clientes afetados	Nº de SKUs afetadas
CAM	R\$ 8.754.898	R\$ 3.945.877	45,07%	50.710	40.368	79,60%	1.155	228
RJA	R\$ 17.130.012	R\$ 6.528.994	38,11%	82.697	63.116	76,32%	1.382	
SJC	R\$ 2.055.952	R\$ 1.217.866	59,24%	14.241	11.640	81,73%	391	
SPC	R\$ 24.763.442	R\$ 21.344.571	86,19%	122.227	99.367	81,30%	2.476	
SPI	R\$ 10.445.560	R\$ 5.125.348	49,07%	58.544	47.043	80,36%	1.850	
TOTAL	R\$ 63.149.864	R\$ 38.162.657	60,43%	328.419	261.533	79,63%	7.254	

Quadro 22 – Painel de resultados do Cenário 9.

Portanto, observando-se os resultados fica evidente que seria o cenário com os maiores benefícios, mas que também seria praticamente impossível implementá-lo. Nível de facilidade de implementação muito baixo e nível de benefícios muito alto. Quarto e último cenário a ser desconsiderado.

5 CONCLUSÕES

A simulação cumpriu seu objetivo e foi capaz de classificar os diferentes cenários em relação aos níveis de benefícios de cada um, elegendo o mais favorável e até revelando uma estratégia de implementação da PPM.

Vale ressaltar que o projeto de implementação de uma política de pedido mínimo e a simulação demonstrada aqui, criam oportunidades de análises de outros benefícios da PPM, como melhoria na ocupação de veículos de entrega, diminuição do número de entregas, diminuição de distância total percorrida nas entregas e até diminuição na emissão de gases poluentes por parte da redução do número de entregas e da distância total percorrida pelos veículos utilizados nelas. O que pode gerar conteúdo para futuros trabalhos.

Para se resumir os resultados da simulação, todos os cenários podem ser alocados no gráfico de classificação de cenários da Figura 7, de acordo com suas notas.

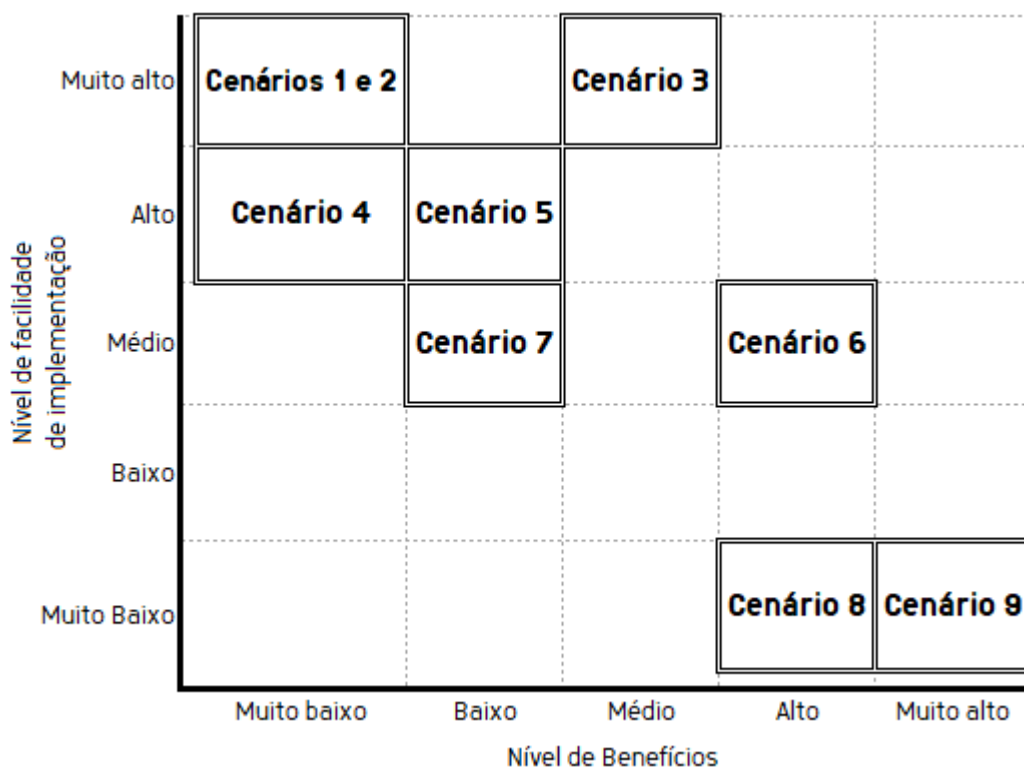


Figura 7 – Gráfico de classificação dos cenários com resultado final.

Os cenários quatro, cinco, sete, oito e nove já foram descartados e os cenários um e dois trazem benefícios muito baixos (que são superados pelo três), fazendo com que apenas os cenários três e seis destaquem-se dos demais.

Ao se analisar os cenários três e seis nota-se que o terceiro é uma versão mais fácil de se implementar do sexto, ambos incluem todos os produtos, mas o terceiro apenas para os clientes A e o sexto para os A e B.

Portanto, concluiu-se que a nova política pode ser implementada em etapas, iniciando-se com a fácil implementação do cenário três e depois, conforme os *feedbacks* dos clientes e os resultados da PPM forem analisados, pode-se optar pela evolução gradativa da política para o cenário seis, fazendo-a englobar também os clientes da categoria B, trazendo grandes benefícios, com segurança, para a empresa.

REFERÊNCIAS

ARBACHE, F., et al. **Gestão de logística: distribuição e trade marketing**. Rio de Janeiro: FGV, 2004.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2006. 616 p.

BANZATO, J. M.; CARILLO, J. E.; RAGO, S. F. T.; BANZATO, E.; MOURA, R. A. **Atualidades na Armazenagem**. São Paulo: IMAM, 2003.

BRYNZÉR, H.; JOHANSSON, M. I. **Storage location assignment: Using the product structure to reduce order picking times**. *International Journal of Production Economics*. Elsevier, v. 46, p. 595–603, 1996.

CARVALHO, J. C. **Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimentos**. 1º Edição. Lisboa: Edições Sílabo. 2010.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 332 p.

FLEURY, P.F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial: A Perspectiva Brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

LACERDA, L. **Armazenagem Estratégica: Analisando Novos Conceitos**. Rio de Janeiro, 2000. Artigo do Centro de Estudos em Logística, COPPEAD – UFRJ. Disponível em: ead2.fgv.br/ls5/centro_rec/docs/armazenagem_estrategica_analisando_novos.doc. Acesso em 09/08/2019.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

LEITE, P.R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MEDEIROS, A. **Estratégias de Picking na Armazenagem**. 1999. Disponível em http://www.prologbr.com.br/arquivos/documentos/estrategias_de_picking_na_armazenagem.pdf. Acesso em 13/08/2019.

MOURA, B. **Logística: Conceitos e tendências**. 1ª Ed. Lisboa: Editora Centro Atlantico, 2006.

PAN, Jason Chao-Hsien; WU, Ming-Hung. **A study of storage assignment problem for an order picking line in a pick-and-pass warehousing system.** Computer & Industrial Engineering. 1ª Ed. Elsevier, 2009.

Petersen II, C.G. **An Evaluation of Order Picking Policies for Mail Order Companies.** Production and Operations Management, 9, 319-335.

RIBEIRO, R. O.; CORREIA, A. R. **Análise dos fatores críticos de sucesso da implantação de sistemas ERP através da modelagem por equações estruturais.** 2006. Disponível em: <http://www.sige.ita.br/VIII_SIGE/AO/AO004.pdf>. Acesso em: 22/08/2019.

SILVA, G.Q., et al. **Análise de estratégias de picking aplicada a armazém de empresas de autopeças por meio de simulação discreta.** Em: Simpósio em excelência em gestão da tecnologia. Resende (2015).

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos projeto e gestão: conceitos, estratégias e estudos de caso.** Porto Alegre: Bookman Editora, 2010. 584 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703 p.

SPINOLA, M.; PESSÔA, M. **Tecnologia da Informação.** Em: Gestão de Operações. 2ª Ed. Professores do Departamento de Engenharia da Escola Politécnica da USP e da Fundação Carlos Alberto Vanzolini. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998, cap.4. p. 97-104.

SUCUPIRA, C. **Gestão de Depósitos e Centros de Distribuição através dos Softwares WMS.** Disponível em: <<http://www.cezarsucupira.com.br/artigos111.htm>>. Acesso em: 05/07/2019.

TEIXEIRA, E. C. **Mapeamento da Logística Interna em uma Empresa do Setor de Autopeças.** 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração - Área de Concentração Cadeias Produtivas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.