

**GIAN VIOLA**

**DIMENSIONAMENTO DE ESTOQUES DE MATERIAIS ELÉTRICOS EM  
CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO**

GIAN VIOLA

DIMENSIONAMENTO DE ESTOQUES DE MATERIAIS ELÉTRICOS EM CENTROS  
DE DISTRIBUIÇÃO

Trabalho de Graduação apresentado ao  
Conselho de Curso de Graduação em  
Engenharia de Produção Mecânica da  
Faculdade de Engenharia do Campus de  
Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista,  
como parte dos requisitos para obtenção do  
diploma de Graduação em Engenharia de  
Produção Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva  
Marins

Guaratinguetá  
2014

|       |                                                                                                                                                                                             |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V795d | <p>Viola, Gian</p> <p>Dimensionamento de estoques de materiais elétricos em centros de distribuição / Gian Viola – Guaratinguetá, 2014.</p> <p>53 f : il.</p> <p>Bibliografia: f. 47-48</p> |
|       |                                                                                                                                                                                             |
|       | <p>Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014.</p>                                           |
|       | <p>Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins</p>                                                                                                                                  |
|       | <p>1. Logística empresarial 2. Materiais – armazenamento I. Título</p>                                                                                                                      |
|       | <p>CDU 658.5</p>                                                                                                                                                                            |

**GIAN VIOLA**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
"GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> ARMINDA EUGENIA MARQUES CAMPOS  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS  
Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO DALE LUCHE  
UNESP-FEG



Prof. Dr. ANEIRSON FRANCISCO DA SILVA  
UNESP-FEG

Dezembro de 2014

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por sempre me guiar em seus caminhos e a cada dia me dar a certeza que seus planos são perfeitos.

Ao meu orientador, Fernando Marins, por me auxiliar na elaboração deste trabalho, demonstrando sempre disposição em ajudar.

À equipe de Métodos e Processos da empresa analisada, especialmente ao Renan e ao Felipe pelo acompanhamento nas atividades realizadas na empresa ao longo do ano, dando suporte em todas as minhas necessidades e passando o conhecimento que possuem da operação.

Em especial, aos meus pais, Antonio e Neusa, pelo amor incondicional que recebo todos os dias. Pelos ensinamentos passados não só com palavras mas, principalmente, com exemplos, fundamentais para a minha formação pessoal. E também pelo grande esforço que sempre fizeram para me oferecer acesso à educação de qualidade.

Ao meu irmão Luigi, companheiro inseparável ao longo de toda a minha vida e, principalmente, durante o período de graduação, sempre me aconselhando e me ajudando nas horas difíceis.

Aos meus amigos. Aqueles que estão em Jundiaí e que apesar da distância nos últimos anos, sempre parecem estar próximos. E aos que conheci em Guaratinguetá, com quem compartilhei esses memoráveis anos de graduação.

E por fim a todos os meus familiares, em especial meus avós, por sempre estarem presentes me apoiando, rezando, alegrando e comemorando nossas conquistas.

Buscai, em primeiro lugar, o Reino de Deus e a sua  
justiça, e todas essas coisas vos serão acrescentadas.  
(Mt 6, 33)

VIOLA, G. **Dimensionamento de estoques de materiais elétricos em centros de distribuição.** 2014. 53 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

## **RESUMO**

Diante do alto nível de serviço exigido pelos clientes e a necessidade constante de diminuição de custos, a Logística pode ser considerada como área estratégica para uma empresa. Em especial, a atividade de separação de produtos é responsável por grande parte dos custos operacionais em um armazém. Assim, é necessário planejar o armazenamento de materiais de forma a maximizar o espaço disponível e minimizar o total da distância percorrida para atender às ordens dos clientes. Pelo exposto, este trabalho pretende analisar e propor uma forma de organização da armazenagem de materiais elétricos em centros de distribuição por meio de um estudo de caso realizado em uma empresa do setor de materiais elétricos localizado na cidade de Cajamar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Logística, *Layout* de Armazém, Armazenamento de Materiais, Separação de Materiais.

VIOLA, G. **Design of electrical materials inventory in distribution centers.** 2014. 53 f. Graduate Work (Graduate in Production Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

### **ABSTRACT**

Due to the high level of service required by customers and the constant need to reduce costs, the logistics can be considered as a strategic area for a company. In particular, the order picking is responsible for most of the operating costs in a warehouse. Therefore it's necessary to plan the materials storage in order to maximize the space available and minimize the total distance traveled to meet customer orders. For these reasons, this study aims to examine and propose a way to organize the electrical materials storage in distribution centers through a study on an electronics company in Cajamar.

**KEYWORDS:** Logistics, Warehouse Layout, Material Handling, Order Picking.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Tipo de Pesquisa .....                                                                          | 13 |
| Figura 2 - Evolução do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos .....                                        | 15 |
| Figura 3 - Layout do Armazém .....                                                                         | 22 |
| Figura 4 - Corredor destinado às linhas Industrial e APBT .....                                            | 24 |
| Figura 5 - Corredor destinado à linha <i>Life Space</i> .....                                              | 25 |
| Figura 6 - Região de caixaria.....                                                                         | 26 |
| Figura 7 - Processo de <i>Picking</i> em locais dedicados .....                                            | 27 |
| Figura 8 - Tempos e transcrições das tarefas na separação em locais dedicados .....                        | 28 |
| Figura 9 - Resumo por tarefa .....                                                                         | 29 |
| Figura 10 - Classificação das tarefas em grupos de atividades .....                                        | 31 |
| Figura 11 - Soma dos tempos por atividade para uma linha separada em local dedicado .....                  | 32 |
| Figura 12 – Gráfico: Atividade x Tempo despendido (s) para uma linha de separação em local dedicado.....   | 32 |
| Figura 13 - Processo de <i>picking</i> em locais de superestoque.....                                      | 33 |
| Figura 14 - Soma dos tempos por atividade para uma linha separada em local aleatório.....                  | 35 |
| Figura 15 - Gráfico: Atividade x Tempo despendido (s) para uma linha de separação em local aleatório ..... | 35 |
| Figura 16- Locais de armazenamento dedicado de materiais da linha Industrial.....                          | 39 |
| Figura 17 - Proposta de subdivisões de locais e classe APBT .....                                          | 45 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Número de medições por tempo de ciclo .....                                                                | 21 |
| Tabela 2 – Dados amostrais de armazenamento do estado vigente.....                                                    | 36 |
| Tabela 3 - Indicadores de armazenagem para locais dedicados .....                                                     | 37 |
| Tabela 4 - Indicadores de armazenagem para o térreo da caixaria.....                                                  | 38 |
| Tabela 5 - Indicadores de armazenagem para locais super estoque e caixaria em níveis elevados .....                   | 38 |
| Tabela 6 - Indicadores de armazenagem para os locais <i>sem picking fixo</i> .....                                    | 38 |
| Tabela 7 - Parâmetros para a nova proposta.....                                                                       | 40 |
| Tabela 8 – Amostra do desenvolvimento da proposta de armazenamento para a linha industrial .....                      | 41 |
| Tabela 9 – Amostra do desenvolvimento da proposta de armazenamento para a linha APBT                                  | 41 |
| Tabela 10 – Amostra do desenvolvimento da proposta de armazenamento para a linha Life Space.....                      | 41 |
| Tabela 11 - Indicadores de armazenagem para os locais dedicados - após realocação .....                               | 42 |
| Tabela 12 - Indicadores de armazenagem para os novos locais dedicados .....                                           | 42 |
| Tabela 13 - Indicadores de armazenagem para os locais com <i>picking fixo</i> - após realocação .                     | 42 |
| Tabela 14 - Indicadores de armazenagem para o térreo da caixaria - após realocação .....                              | 43 |
| Tabela 15 - Indicadores de armazenagem para locais superestoque e caixaria em níveis elevados - após realocação ..... | 43 |
| Tabela 16 - Indicadores de armazenagem para os locais <i>sem picking fixo</i> - após realocação..                     | 43 |
| Tabela 17 - Frequência de <i>picking</i> em locais de fácil acesso .....                                              | 44 |
| Tabela 18 – Comparação das posições de <i>picking fixo</i> .....                                                      | 45 |

## SUMÁRIO

|          |                                                               |           |
|----------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>                                             | <b>11</b> |
| 1.1      | OBJETIVO                                                      | 11        |
| 1.2      | DELIMITAÇÃO                                                   | 12        |
| 1.3      | JUSTIFICATIVA                                                 | 12        |
| 1.4      | ESTRUTURA DO TRABALHO                                         | 12        |
| <b>2</b> | <b>MATERIAL E MÉTODO DE PESQUISA</b>                          | <b>13</b> |
| <b>3</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>                                    | <b>15</b> |
| 3.1      | LOGÍSTICA                                                     | 15        |
| 3.2      | ARMAZENAGEM E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS                 | 16        |
| 3.3      | <i>ORDER PICKING</i>                                          | 16        |
| 3.4      | <i>LAYOUT</i>                                                 | 17        |
| 3.5      | POLÍTICAS DE ARMAZENAMENTO                                    | 17        |
| 3.5.1    | <b>Armazenamento Aleatório</b>                                | <b>18</b> |
| 3.5.2    | <b>Armazenamento No Local Vazio Mais Próximo</b>              | <b>18</b> |
| 3.5.3    | <b>Armazenamento Dedicado</b>                                 | <b>18</b> |
| 3.5.4    | <b>Armazenamento Baseado Em Volume</b>                        | <b>18</b> |
| 3.5.5    | <b>Armazenamento Baseado Em Classe</b>                        | <b>19</b> |
| 3.5.6    | <b>Armazenamento Compartilhado Na Duração Da Estadia</b>      | <b>19</b> |
| 3.6      | TEMPOS E MÉTODOS                                              | 20        |
| 3.6.1    | <b>Determinação do número de ciclos a serem cronometrados</b> | <b>20</b> |
| <b>4</b> | <b>ESTUDO DE CASO</b>                                         | <b>22</b> |
| 4.1      | PROBLEMAS ENCONTRADOS                                         | 26        |
| 4.2      | CRONOANÁLISES                                                 | 27        |
| 4.2.1    | <b><i>Picking</i> em Locais Dedicados</b>                     | <b>27</b> |
| 4.2.2    | <b><i>Picking</i> em Locais de Armazenamento Aleatório</b>    | <b>33</b> |
| <b>5</b> | <b>PROPOSTA DE ALOCAÇÃO DE MATERIAIS</b>                      | <b>36</b> |
| 5.1      | MAPEAMENTO DO ARMAZENAMENTO                                   | 36        |
| 5.1      | DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA                                   | 40        |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b>                                            | <b>46</b> |
|          | <b>ANEXO A</b>                                                | <b>49</b> |
|          | <b>ANEXO B</b>                                                | <b>51</b> |

|                      |    |
|----------------------|----|
| <b>ANEXO C</b> ..... | 52 |
| <b>ANEXO D</b> ..... | 53 |

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto de alta competitividade industrial, é fundamental aumentar o grau de satisfação dos clientes e consumidores através do gerenciamento da cadeia logística.

Mais do que uma atividade operacional a Logística é considerada por cada vez mais empresas como uma área estratégia, uma ferramenta capaz de gerar vantagem competitiva. Essa nova visão afeta diretamente a forma de operar das organizações, transformando os ambientes de negócios (BRANSKI, 2008).

A Logística pode ser conceituada como um subconjunto de atividades dentro da cadeia de suprimentos, responsável por gerar valor a partir da configuração do tempo e do inventário (BOWERSOX, 2006).

Dentre os processos que compõem as operações logísticas, a armazenagem possui alta relevância devido a sua alta complexidade e contribuição nos custos logísticos. Para Ballou (2006), a armazenagem pode ser subdividida na guarda dos produtos e na movimentação de materiais. A logística agrega valor ao processo da cadeia de suprimentos quando o inventário é posicionado estrategicamente para atender as vendas, possibilitando a redução dos custos do processo e do tempo da atividade de separação de pedidos (BOWERSOX, 2006).

Desta maneira, este trabalho visa propor uma forma de alocação eficiente de materiais elétricos em centros de distribuição, através de um Estudo de Caso realizado na região metropolitana de São Paulo.

### 1.1 OBJETIVO

O objetivo do trabalho é propor uma forma de organização para o armazenamento de materiais elétricos em centros de distribuição. A proposta se baseia em um estudo de caso de um centro de distribuição onde se deseja realizar um redimensionamento de estoque.

Para isto podemos listar os seguintes objetivos específicos:

- Mapear o armazenamento de materiais de um centro de distribuição da região metropolitana de São Paulo
- Mapear o processo de separação de materiais do centro de distribuição
- Identificar as variáveis relevantes para a armazenagem de produtos
- Propor uma forma de armazenamento para o caso analisado
- Comparar os indicadores de armazenamento atuais com as previsões para a proposta futura.

## 1.2 DELIMITAÇÃO

O estudo de caso foi realizado em um centro de distribuição de uma empresa do setor elétrico e eletrônico, localizado na cidade de Cajamar-SP, que armazena produtos de suas dez unidades fabris espalhadas pelo Brasil.

Assim pretende-se que os resultados obtidos possam ser replicados em outros centros de distribuição de materiais elétricos da região metropolitana de São Paulo cuja atividade de *picking* seja realizada manualmente.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Com o aumento da automação industrial e o desenvolvimento de novas tecnologias cada vez mais acessíveis à população, o setor eletroeletrônico desempenha um importante papel na economia brasileira. O faturamento do setor no ano de 2013 atingiu R\$ 156,7 bilhões, empregando 178 mil pessoas.

Com as altas exigências do mercado com prazos de entrega de produtos, a logística se tornou em uma área estratégica para o setor. Em especial a armazenagem e a movimentação de materiais tem influência direta na disponibilização dos produtos aos clientes. Segundo Ene e Öztürk (2012), cerca de 20% dos gastos logísticos no setor privado destinam-se à armazenagem. Já a atividade de separação de materiais é responsável por cerca de 65% de todos os custos operacionais em um armazém (PAN, 2012).

Portanto, melhorias nesses processos resultam em menores investimentos em equipamentos e em mão de obra utilizando a mesma estrutura já existente.

## 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta monografia está estruturada como se segue. Neste primeiro capítulo foram apresentados os objetivos, as justificativas e as delimitações do trabalho. No Capítulo 2 são descritos os materiais e métodos utilizados para o estudo. No Capítulo 3, é apresentado o referencial teórico abordando os temas mais importantes para o desenvolvimento da pesquisa. O Capítulo 4 é destinado ao detalhamento dos processos da empresa e os problemas encontrados. No Capítulo 5, é apresentada a proposta de alocação de materiais. No Capítulo 6, estão as Conclusões. E por fim, apresenta-se a bibliografia utilizada no trabalho.

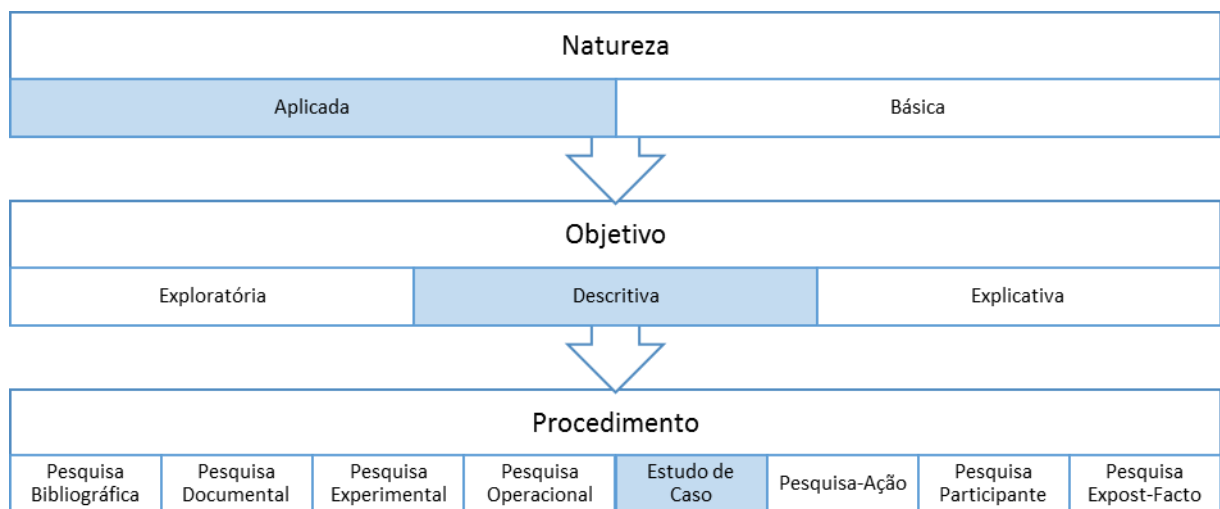
## 2 MATERIAL E MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa pode ser classificada como aplicada quanto à natureza pois objetiva a geração de conhecimento e aplicação prática na solução do problema especificado.

Quanto ao objetivo, a pesquisa é classificada como descritiva pois visa descrever o estabelecimento de relações entre variáveis (MARTINS, 2014). Como técnica de coleta de dados foi elaborado um questionário respondido pelo responsável do setor de Métodos e Processos e também pelo encarregado do setor de separação de materiais.

Quanto ao procedimento, a pesquisa se enquadra como Estudo de Caso pelo caráter empírico de investigação de uma situação real, considerando que as fronteiras entre o contexto onde se insere e o fenômeno não são definidos claramente (YIN, 2001).

Figura 1 - Tipo de Pesquisa



Fonte: Adaptado de (Martins, 2014)

O estudo de caso foi dividido nas seguintes etapas:

Primeiramente foi realizada uma visita *in loco*, no intuito de conhecer o armazém, seus processos e formas de armazenamento. A visita foi acompanhada pelo Supervisor de Métodos e Processos e contou com a colaboração também do encarregado pela área de separação. A entrevista foi realizada de maneira não estruturada, afim de explorar o ambiente conforme as atividades eram visualizadas, o roteiro da entrevista encontra-se no Anexo A.

Em um segundo encontro, foi permitida a realização de filmagens para a realização da de cronoanálises dos processos de *picking* em locais dedicados e aleatórios do Centro de

Distribuição, auxiliando no entendimento de cada etapa do processo e na determinação dos tempos dedicados as atividades, dos desperdícios e dos gargalos na operação.

Também foi fornecido acesso ao *Warehouse Management System* (WMS) do centro de distribuição, denominado ORGM. Dele foi possível extrair os dados sobre os itens como frequência de *picking*, quantidade vendida por mês e também acesso às informações sobre os locais de armazenamento, como número total de posições, capacidade, material alocado, entre outras informações.

Através das cronoanálises verificou-se há influência das movimentações tanto para a atividade de *picking* em locais dedicados e aleatórios, sendo possível comparar ambos em suas diversas etapas.

Realizada a análise de tempos, é proposto o dimensionamento com base na frequência de *picking* destinando as alturas acessíveis aos operadores aos produtos com maior giro. Também é proposta a criação de novos locais dedicados para diminuir a quantidade de *picking* realizados pelos operadores de empilhadeiras.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 LOGÍSTICA

Até a chegada da década de 50, a logística se desenvolveu no setor militar, através da aquisição, manutenção e transporte de instalações militares, material e pessoal (BALLOU, 2006).

Na década de 60 e 70, em diversos países como EUA, Japão e Reino Unido, os custos com distribuição aumentaram. Porém, apesar de promissora a área era pouco explorada.

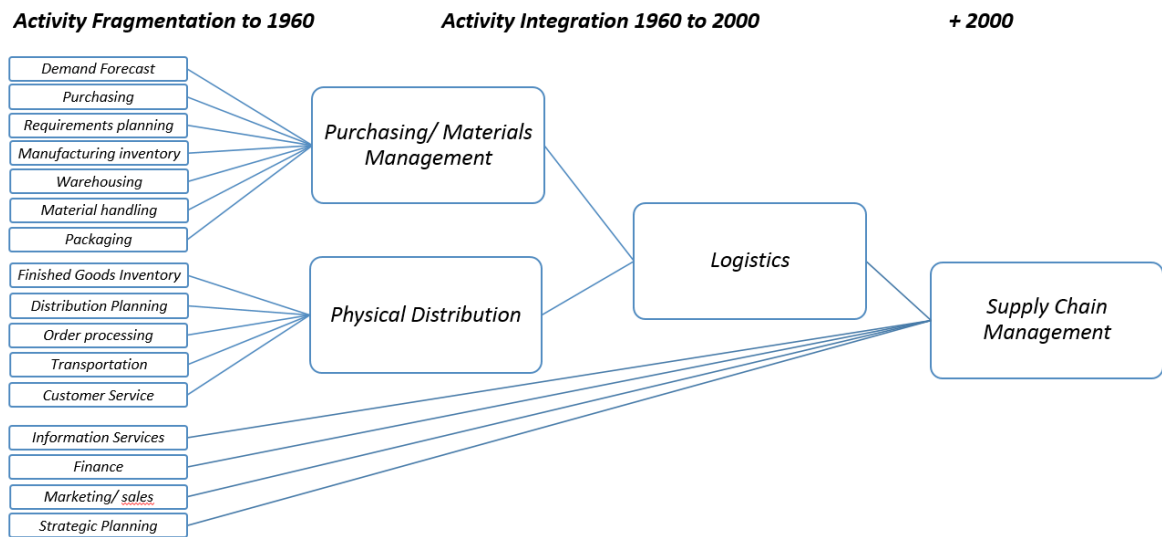
Nas décadas de 80 e 90 a logística ganhou maior importância com abertura das economias nacionais e a globalização, possibilitando a maior diversidade dos produtos oferecidos. Com a maior exigência dos consumidores, as empresas foram obrigadas a gerenciar sua cadeia logística com agilidade, consistência e flexibilidade, ao menor custo possível (FLEURY, 2012).

O Conselho dos Profissionais da Cadeia de Suprimentos (*Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP*) conceitua logística como:

Parte do processo da cadeia de suprimentos responsável pelo planejamento, implementação e controle, de forma eficiente e eficaz, a expedição, o fluxo reverso e armazenagem de bens e serviços, assim como o fluxo de informações relacionadas, entre o ponto de origem e o ponto de consumo, com o propósito de atender às necessidades dos clientes.  
(CSCMP, 2013, p.117)

A Figura 2 mostra a evolução do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.

Figura 2 - Evolução do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos



Fonte: Adaptado de (Ballou, 2006)

### 3.2 ARMAZENAGEM E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Seguindo os princípios da gestão da Cadeia de Suprimentos, as companhias almejam altos índices de produção e distribuição utilizando níveis de estoques mínimos em toda a cadeia logística devendo ter curtos prazos de entrega, refletindo, assim em impactos dramáticos a gestão de armazenagem (VAN DEN BERG; ZIJM, 1999)

Portanto, os sistemas de separação e armazenagem devem ser eficientes e eficazes para que as empresas possam se manter competitivas.

### 3.3 ORDER PICKING

A atividade de *order picking* compreende o processo de separação dos pedidos dos locais de estoque, agrupamento e organização dos pedidos dos clientes. Esses pedidos são separados em linhas contendo cada uma apenas um tipo de produto ou uma unidade específica (SKU – *stock keeping unit*).

O emprego de pessoas para a separação de pedidos é conhecido como *picker-to-parts* sendo a forma mais comum utilizadas nas empresas. Nessa atividade os separadores se deslocam pelos corredores para pegar os materiais (DE KOSTER, 2004).

O maior objetivo da atividade de *picking* segundo (GOETSCHALCKX; ASHAYERI, 1989) é maximizar o nível de serviço diante das limitações de recursos como máquinas, trabalhadores e capital. Nessa atividade o nível de serviço está relacionado com a agilidade com a qual o pedido estará disponível para o transporte do cliente.

O tempo despendido em movimentação pode ser considerado um desperdício. Gera um alto custo para a empresa sem agregar valor ao produto e por isso deve ser o principal ponto a desenvolver melhorias na atividade.

Para a separação realizada manualmente, o tempo gasto em movimentação é diretamente proporcional à distância percorrida. Dois tipos de distância em movimentação são usuais: a distância média de uma separação e a distância total percorrida.

Segundo De Koster (2007), outros objetivos que são levados em consideração em melhorias em armazéns são:

- Minimizar o tempo de processamento de um pedido;
- Maximizar o aproveitamento do espaço disponível;
- Maximizar o uso de equipamentos;
- Maximizar o uso de mão de obra;
- Maximizar o acesso a todos os itens.

### 3.4 LAYOUT

O desenho do layout envolve duas problemáticas. A primeira são os locais onde se devem alocar os diversos departamentos (recebimento, separação, expedição, etc.). Nesse caso é muito importante levar em conta a ligação entre os diversos departamentos visando diminuir os tempos gastos em movimentação.

A segunda questão é a configuração dos corredores, que envolve a quantidade e os tamanhos dos blocos, corredores e áreas de separação (DE KOSTER, 2007).

### 3.5 POLÍTICAS DE ARMAZENAMENTO

Políticas de armazenamento podem ser conceituadas como a forma em que as SKU's são alocadas nos locais de armazenagem, no intuito de reduzir os esforços na separação de pedidos. A escolha da política tem alta influência nos principais indicadores de um armazém e visa alocar as SKU's de forma a minimizar o tempo de viagem do separador (CHAN; CHAN, 2011).

Segundo Alves (2014), pode-se apresentar vários tipos de políticas como:

- Armazenamento Aleatório;
- Armazenamento no local vazio mais próximo;
- Armazenamento Dedicado;

- Armazenamento por Rotatividade;
- Armazenamento baseado em classe;
- Armazenamento compartilhado baseado na duração de estadia.

### **3.5.1 Armazenamento Aleatório**

Nessa política, há apenas uma classe podendo ser alocados aleatoriamente em qualquer posição com a mesma probabilidade. É a forma mais simples de armazenamento, demanda menos espaço e os corredores apresentam alto nível de utilização. No entanto, pode não ser ideal em termos de reposição e de movimentação de materiais.

### **3.5.2 Armazenamento No Local Vazio Mais Próximo**

Nessa política, o separador é obrigado a alocar os produtos na primeira posição vazia disponível. Fisicamente, as prateleiras próximas às entradas ficam cheias e conforme se avança pelos corredores ficam mais vazias, funcionando principalmente em ambientes controlados por computador (DE KOSTER, 2007).

### **3.5.3. Armazenamento Dedicado**

Toda SKU deve ser armazenada em um local fixo. Assim, o número de classes é igual ao número de itens. Este modelo é vantajoso por familiarizar o operador com a localização do produto. Porém o espaço para cada produto deve ser suficiente para que o nível máximo de inventário seja armazenado, mesmos nos casos em que não haja o produto em estoque naquele momento. (DE KOSTER, 2007)

### **3.5.4. Armazenamento Baseado Em Volume**

A distribuição dos produtos é feita de acordo com as taxas de demanda ou rotatividade. Os produtos de maior demanda são localizados na parte mais próxima do ponto de retirada, ou seja, de mais fácil acesso. Enquanto para a parte posterior do armazém se destinam os produtos de baixa demanda.

A principal desvantagem dessa política está na alta variabilidade da demanda dos produtos, assim periodicamente é necessário uma grande quantidade de remanejamento de produtos.

O índice COI (*cuber-per-order index* – índice cúbico por ordem) pode ser definido como a razão de espaço necessária para o armazenamento do item desejado em relação ao número de viagens para satisfazer sua demanda por período, consiste em uma métrica para auxiliar a armazenagem baseada em volume. Os itens com menor COI devem ser armazenados próximos aos pontos de entrada e de saída.

### **3.5.5. Armazenamento Baseado Em Classe**

Segundo Chan e Chan (2011), a base desta política está na divisão dos produtos em classes, atribuindo-os uma área específica onde os itens dispostos aleatoriamente.

As classes podem ser definidas por fatores como tamanho, taxa de utilização, popularidade, porém essas características devem envolver todos os produtos da empresa.

Uma abordagem muito utilizada para auxiliar o ordenamento dos itens de estoque conforme sua maior importância relativa é a curva ABC, baseada no princípio de Pareto (RODRIGUES, 2003). Na classe A é destinada aos produtos de maior valor agregado, cerca de 80% das vendas, representado de 10 a 20% dos produtos. O grupo B é representado por 15% das vendas da empresa possuindo 50% de estoque. E a classe C é constituída pelos itens que representam 5% do volume de negócios, possuindo cerca de 30% do estoque.

A vantagem consiste na agilidade de movimentação com a qual os produtos podem ser armazenados próximos das áreas de entrada e de saída ao mesmo tempo que mantém a flexibilidade e o baixo espaço de armazenamento devido a aleatoriedade da classe.

### **3.5.6. Armazenamento Compartilhado Na Duração Da Estadia**

Formado por itens de diferentes SKUs, dependendo do tempo de armazenamento, são armazenados no mesmo local. Assim, permite a flexibilização do local e a consequente redução da área de armazenagem. A principal desvantagem está no aumento de dados e requisitos computacionais para o controle da atividade.

### 3.6 TEMPOS E MÉTODOS

Segundo Peinado e Graeml (2007), a medida de tempos de trabalho objetiva determinar a mais eficiente e adequada forma de realizar uma tarefa específica.

A mensuração do trabalho por meio da utilização ferramentas estatísticas teve início com Frederick W. Taylor na primeira metade do século XIX em organizações industriais e se mantém como uma das técnicas mais utilizadas pelas empresas brasileiras para avaliar o desempenho do trabalho. O termo cronoanálise é o mais utilizado no país para designar o processo de determinação dos tempos padrões de uma organização.

Para Fellipe et al. (2012), a decomposição de operações possibilita a eliminação de movimentos inúteis e também permite simplificar e unir movimentos úteis reduzindo tempos e esforços do operador. Sendo a cronoanálise uma base para o controle do processo produtivo por fornecer o tempo padrão, parâmetro inicial para análises e indicadores de produtividade e qualidade.

Os equipamentos mais comuns para a medição de tempos são o cronômetro, a prancheta de cronometragem, a folha de observações e a máquina de filmar. Segundo Pronaci 2003, a filmagem é o melhor método de coleta de informações pois permite uma análise cuidadosa *a posteriori*. Porém o equipamento mais utilizado é o cronômetro por seu fácil manuseio e alta precisão.

#### 3.6.1. Determinação do número de ciclos a serem cronometrados

O número de ciclos é determinado pelo grau de precisão desejado, caso a operação contenha elevados números de repetições em curtos períodos maior precisão será requerida. Júnior (2008), apresenta um modelo para baseado na duração do ciclo de trabalho conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Número de medições por tempo de ciclo

| <b>Número de medições por tempo de ciclo</b>     |                             |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Número de medições<br/>por tempo de ciclo</b> | <b>Tempo de ciclo (min)</b> |
| 3                                                | Maior que 40                |
| 5                                                | 40                          |
| 8                                                | 20                          |
| 10                                               | 10                          |
| 15                                               | 5                           |
| 20                                               | 2                           |
| 30                                               | 1                           |
| 40                                               | 0,75                        |
| 60                                               | 0,50                        |
| 100                                              | 0,25                        |
| 200                                              | 0,10                        |

Fonte: Adaptado de (Júnior, 2008)

#### 4 ESTUDO DE CASO

O centro de distribuição possui três grandes linhas de produtos:

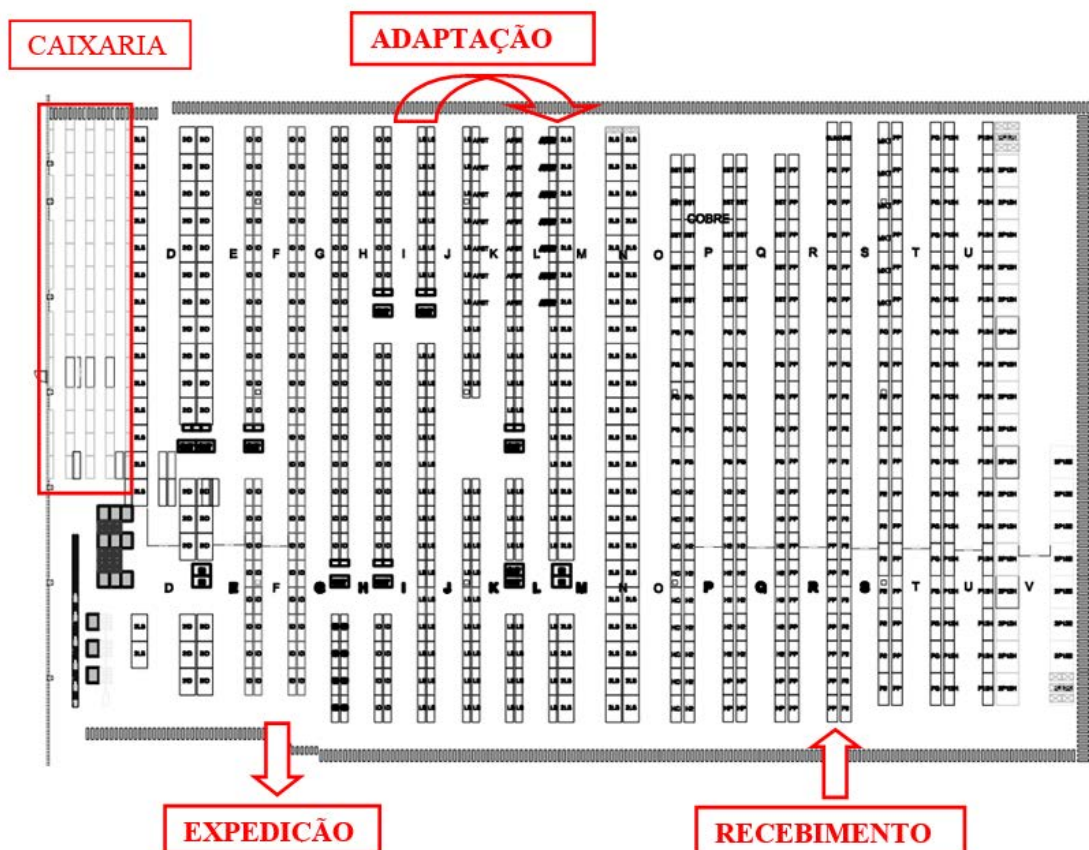
**Industrial:** produtos destinados ao setor industrial. São armazenados em paletes padrão europeu P6 (600x800mm) com altura máxima de 750mm e capacidade máxima de oito caixas padrão S03 (30x30x40cm).

**APBT:** constituída de componentes a serem montados na linha de adaptação de disjuntores. Utiliza a mesma paletização dos produtos industriais.

**Life Space:** Materiais destinados ao mercado doméstico. São também armazenados em paletes padrão P6 porém com altura máxima de 1250mm.

Na figura 3, é apresentado o layout atual da área armazenagem do armazém.

Figura 3 - Layout do Armazém



Fonte: Criada pelo autor

Na região inferior direita está localizada a área de Recebimento. Nessa área, a carga recebida é descarregada dos caminhões, há a separação por item e pela forma de armazenamento e os materiais são endereçados para os locais de estoque.

No centro, encontra-se a região de armazenamento onde é realizado o *picking*. Nessa atividade, cada separador é responsável por uma lista de pedidos de um determinado cliente. Após verificar o item a ser separado no coletor, o separador se dirige ao local, separa a quantidade necessária em caixas e as deixa em cima de um carrinho. Quando o carrinho estiver cheio ele as descarrega em esteiras, denominadas ilhas, localizadas próximas aos corredores, para a posterior coleta por um operador com uma biga que leva as caixas para a balança onde é realizada a conferência da separação.

A região de armazenamento é constituída por porta-paletes e caixarias. Os porta-paletes se estendem do corredor D ao corredor V. As linhas de produtos citadas são armazenadas nos corredores D ao O. A partir do corredor P os locais são destinados a uma nova linha de produtos com diferente paletização a qual não será analisada neste estudo.

Para as linhas analisadas os locais são divididos como a seguir.

Corredores D a I(lado esquerdo): destinados aos produtos Industriais e APBT, não havendo divisão de locais entre as famílias. São onze andares, sendo os três mais baixos (A, B e C) acessíveis aos separadores e destinados ao armazenamento dedicado, cada local dedicado é chamado de *picking fixo*. Os demais possuem armazenamento aleatório, chamada de região de super estoque, sendo utilizada para reabastecimento dos locais *de picking fixo* e também para armazenamento de itens sem *picking fixo*.

Figura 4 - Corredor destinado às linhas Industrial e APBT



Fonte: Foto tirada pelo autor

Corredores I(lado direito) a O: Armazenam a linha *Life Space* e contém oito andares, sendo apenas os dois mais baixos acessíveis aos separadores, visto que a altura máxima de armazenamento dessa linha em um palete P6 é superior às alturas das outras linhas. Os demais andares constituem a região de super estoque, possuindo armazenamento aleatório.

Figura 5 - Corredor destinado à linha *Life Space*



Fonte: Foto tirada pelo autor

Caixaria: conjunto de locais com dimensões de uma caixa S03 destinados ao armazenamento de produtos de qualquer linha recebidos em volumes soltos ao invés de paletes. É constituída por um andar térreo e outros três andares em um mezanino. A armazenagem é realizada de forma que o local vazio mais próximo seja utilizado quando não for possível agrupar os itens em um mesmo local.

Figura 6 - Região de caixaria



Fonte: Foto tirada pelo autor

Na região superior, está localizada a linha de adaptação de disjuntores. Os componentes a serem montados são separados do estoque por um separador específico e assim que todos os componentes estiverem dispostos na linha tem se início a produção. Ao término, o produto já acabado é guardado novamente no estoque para futura comercialização.

Na região inferior esquerda, situa-se a expedição, para onde os produtos já separados se dirigem após a conferência de peso. Os pedidos são agrupados por cliente e transportadora e após o faturamento são transportados aos clientes por operadores logísticos.

#### 4.1 PROBLEMAS ENFRENTADOS

Por meio das visitas realizadas foi possível identificar dificuldades na realização da atividade de separação de produtos.

Quando é necessário separar um item localizado no super estoque o WMS envia uma mensagem de separação para um empilhador retirar a quantidade correta do local indicado e levá-lo a uma região temporária de armazenamento (local G55) para que o separador o retire.

Assim, o operador separa os demais itens da lista e, posteriormente, retira o item do local G55. Em muitos casos, o separador é obrigado a esperar o empilhador pois todas as demais linhas do pedido foram separadas, causando atrasos na disponibilidade do material ao cliente.

Outra dificuldade encontrada é a separação de itens APBT. Como os materiais se encontram espalhados nos corredores junto aos itens industriais o separador percorre longas distâncias entre os locais, ocasionando em certos momentos atrasos no início do processo de adaptação, pois só é iniciado quando todos os componentes estiverem disponíveis na linha de montagem.

Na caixaria, é possível visualizar o longo tempo demandado pelo operador na separação dos materiais localizados nos andares do mezanino. Como não há nenhuma forma de elevação do carrinho de separação até os andares superiores é necessário que o operador separe uma SKU por vez, devendo descer ao térreo para deixar o produto no carrinho e subir novamente caso haja outra SKU na lista localizada nos andares da caixaria.

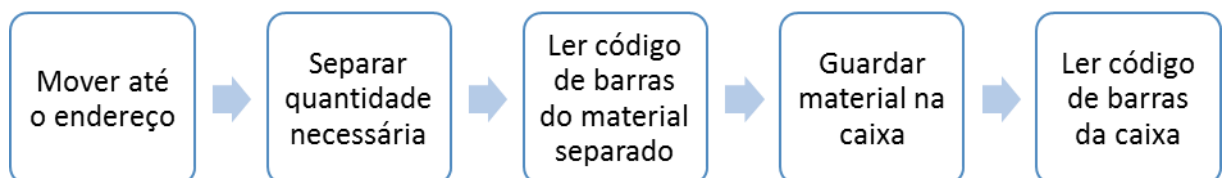
## 4.2 CRONOANÁLISE

Afim de mapear o processo de *picking* e determinar os tempos das tarefas, foram elaboradas filmagens do processo em locais dedicados, realizado por um separador e aleatórios, realizado por um empilhador.

### 4.2.1. *Picking* em Locais Dedicados

O processo de *picking* em locais dedicados está resumido na Figura 7.

Figura 7 - Processo de *Picking* em locais dedicados



Fonte: Criada pelo autor

A filmagem tem duração de 49min55s e foram realizadas 30 linhas de *picking*.

Inicialmente, em uma planilha do Excel, foram monitorados os tempos de todas as ações do separador até atingir o total de 30 linhas realizadas.

A Figura 8 traz o início da transcrição das tarefas. Na coluna Inserir dados são transcritos os tempos da gravação em que a tarefa foi finalizada. No campo Duração é calculado o tempo despendido na tarefa pela subtração do tempo da tarefa atual e da anterior. Em Descrição da operação a tarefa é descrita e em Comentário é marcado o início da separação de cada uma das 30 SKUs.

A continuidade desta etapa como todo o restante da cronoanálise da separação em locais dedicados está no *link* disponível no Anexo B.

Figura 8 - Tempos e transcrições das tarefas na separação em locais dedicados

|    | Tempo         |    |       |           |             | Descrição da operação                   | Comentário |
|----|---------------|----|-------|-----------|-------------|-----------------------------------------|------------|
|    | Inserir dados |    |       | Tempo (s) |             |                                         |            |
| #  | H             | mn | s     |           | Duração (s) |                                         |            |
|    | 0             | 0  | 0     | 0,00      |             |                                         |            |
| 1  |               |    | 1,00  | 1,00      | 1,00        | Consultar novo endereço                 | Linha 1    |
| 2  |               |    | 21,00 | 21,00     | 20,00       | Mover carrinho para próximo endereço    |            |
| 3  |               |    | 22,00 | 22,00     | 1,00        | Ler código de barras do endereço        |            |
| 4  |               |    | 24,00 | 24,00     | 2,00        | Pegar produto da posição A              |            |
| 5  |               |    | 28,00 | 28,00     | 4,00        | Ler código de barras do produto         |            |
| 6  |               |    | 29,00 | 29,00     | 1,00        | Guardar produto na caixa                |            |
| 7  |               |    | 30,00 | 30,00     | 1,00        | Ler código de barras da caixa           |            |
| 8  |               |    | 32,00 | 32,00     | 2,00        | Pegar produto da posição A              |            |
| 9  |               |    | 34,00 | 34,00     | 2,00        | Ler código da barras do produto - erro  |            |
| 10 |               |    | 48,00 | 48,00     | 14,00       | Configurar coletor                      |            |
| 11 |               |    | 50,00 | 50,00     | 2,00        | Ler código de barras do produto - erro  |            |
| 12 |               | 1  | 4,00  | 64,00     | 14,00       | Identificar produto em posição errada   |            |
| 13 |               | 1  | 5,00  | 65,00     | 1,00        | Deixar produto em cima do carrinho      |            |
| 14 |               | 1  | 16,00 | 76,00     | 11,00       | Configurar coletor                      |            |
| 15 |               | 1  | 18,00 | 78,00     | 2,00        | Pegar produto da posição A              |            |
| 16 |               | 1  | 19,00 | 79,00     | 1,00        | Ler código de barras do produto         |            |
| 17 |               | 1  | 20,00 | 80,00     | 1,00        | Ler código de barras da caixa           |            |
| 18 |               | 1  | 23,00 | 83,00     | 3,00        | Guardar produto na caixa                |            |
| 19 |               | 1  | 24,00 | 84,00     | 1,00        | Consultar novo endereço                 | Linha 2    |
| 20 |               | 1  | 54,00 | 114,00    | 30,00       | Mover carrinho para próximo endereço    |            |
| 21 |               | 1  | 55,00 | 115,00    | 1,00        | Ler código de barras do endereço - erro |            |
| 22 |               | 1  | 58,00 | 118,00    | 3,00        | Ler código de barras do endereço        |            |
| 23 |               | 2  | 1,00  | 121,00    | 3,00        | Pegar produto da posição A              |            |

Fonte: Criada pelo autor

Posteriormente, foram contabilizados os números de repetições de cada tarefa e também somados os tempos despendidos, conforme a Figura 9. Na última coluna é calculado o tempo médio da tarefa por linha realizada, dividindo o valor da soma do tempo da tarefa por 30.

Figura 9 - Resumo por tarefa

| <b>Atividade</b>                                         | <b>30</b> | <b>Repetições</b> | <b>Soma</b> | <b>T /ATIVIDADE</b> |
|----------------------------------------------------------|-----------|-------------------|-------------|---------------------|
| Mover carrinho para próximo endereço                     |           | 34                | 715,00      | 23,83               |
| Guardar produto na caixa                                 |           | 133               | 251,50      | 8,38                |
| Ler código de barras do produto                          |           | 165               | 221,50      | 7,38                |
| Montar nova caixa                                        |           | 27                | 163,00      | 5,43                |
| Pegar produto na posição A                               |           | 53                | 111,50      | 3,72                |
| Consultar novo endereço                                  |           | 38                | 98,50       | 3,28                |
| Configurar coletor                                       |           | 13                | 84,00       | 2,80                |
| Ler código de barras do endereço                         |           | 37                | 80,50       | 2,68                |
| Pegar coletor no carrinho                                |           | 48                | 80,50       | 2,68                |
| Fechar tampas da caixa                                   |           | 20                | 80,00       | 2,67                |
| Pegar produto da posição A                               |           | 42                | 80,00       | 2,67                |
| Deixar coletor no carrinho                               |           | 41                | 77,00       | 2,57                |
| Pegar nova caixa                                         |           | 28                | 75,00       | 2,50                |
| Guardar produto no saco plástico                         |           | 17                | 62,00       | 2,07                |
| Mover carrinho até a ilha                                |           | 3                 | 60,00       | 2,00                |
| Ler código de barras da caixa                            |           | 49                | 58,00       | 1,93                |
| Registrar "caixa cheia" no coletor                       |           | 21                | 43,00       | 1,43                |
| Pegar produto da caixa laranja posição A                 |           | 46                | 41,50       | 1,38                |
| Reescrever a quantidade na etiqueta                      |           | 7                 | 41,00       | 1,37                |
| Deixar caixa na ilha                                     |           | 19                | 35,00       | 1,17                |
| Virar caixa de "ponta cabeça" e posicioná-la no carrinho |           | 16                | 35,00       | 1,17                |
| Transferir produtos de uma caixa para outra              |           | 1                 | 31,00       | 1,03                |

Fonte: Criada pelo autor

Na próxima etapa as tarefas foram classificadas em grupos de atividades, conforme Figura 10. Na coluna *Em Design Time?* É possível marcar “Y” caso a tarefa pertença a instrução de trabalho, caso contrário marca-se com “N”. Na coluna Valor Agregado as tarefas são classificadas em agregadoras de valor a operação ( G ) ou não agregadoras ( R ).

Já na coluna Tipo a tarefa é classificada dentro dos seguintes grupos de atividades:

- A: Atividades feitas pelo operador em ritmo desacelerado
- O: Operações
- I: Inspeções
- C: Checagens

- D: Operações não esperadas
- Q: Operações que impactam negativamente na qualidade
- F: Falhas

Na coluna *Ok?* É apresentada uma sentença lógica para evitar combinações erradas entre os campos anteriores. Após a classificação o tempo médio da tarefa por linha realizada é distribuído nas atividades.

Ao final, somam-se os tempos totais das tarefas em cada atividade e gera-se o gráfico dos tempos por atividade. Os resultados estão nas Figuras 11 e 12.

Figura 10 - Classificação das tarefas em grupos de atividades

| Linhas Feitas | Operação                                       | Em Design time ? | Valor agregado | Tipo | OK? | Operações | Inspeção | Movimentação | Checagem | Operações | Inspeção | Movimentação | Checagem | Atividade | Operações | Qualidade | Falha |
|---------------|------------------------------------------------|------------------|----------------|------|-----|-----------|----------|--------------|----------|-----------|----------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Picking       |                                                |                  |                |      |     |           |          |              |          |           |          |              |          |           |           |           |       |
| Dedicado      |                                                |                  |                |      |     |           |          |              |          |           |          |              |          |           |           |           |       |
|               | ATIVIDADE                                      |                  |                |      |     |           |          |              |          |           |          |              |          |           |           |           |       |
|               | Abrir a caixa com o estilete                   | Y                | R              | O    | OK  | -         | -        | -            | -        | 0,23      | -        | -            | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Abrir o produto com o estilete                 | Y                | R              | O    | OK  | -         | -        | -            | -        | 0,07      | -        | -            | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Amarrar os sapatos                             | N                | R              | D    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | -            | -        | -         | 0,10      | -         | -     |
|               | Colocar elástico no produto                    | Y                | G              | O    | OK  | 0,37      | -        | -            | -        | -         | -        | -            | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Colocar elástico no saco plástico              | Y                | G              | O    | OK  | 0,67      | -        | -            | -        | -         | -        | -            | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Configurar coletor                             | Y                | R              | O    | OK  | -         | -        | -            | -        | 2,80      | -        | -            | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Consultar coletor                              | Y                | R              | I    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | 0,03     | -            | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Consultar linhas feitas                        | Y                | R              | C    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | -            | 0,50     | -         | -         | -         | -     |
|               | Consultar novo endereço                        | Y                | R              | I    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | 3,28     | -            | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Consultar número de linhas feitas              | Y                | R              | C    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | -            | 0,58     | -         | -         | -         | -     |
|               | Cortar cinta da caixa com estilete             | Y                | R              | O    | OK  | -         | -        | -            | -        | 0,07      | -        | -            | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Deixar caixa laranja no carrinho               | Y                | R              | M    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | 0,07         | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Deixar caixa na caixa de descarte              | Y                | R              | M    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | 0,20         | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Deixar caixa na ilha                           | Y                | R              | M    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | 1,17         | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Deixar coletor no carrinho                     | Y                | R              | M    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | 2,57         | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Deixar produto em cima do carrinho             | Y                | R              | M    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | 0,80         | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Deixar produto não lido no endereço            | N                | R              | D    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | -            | -        | -         | 0,13      | -         | -     |
|               | Deixar tampa na caixa de descarte              | Y                | R              | M    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | 0,13         | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Entregar ao líder o produto do endereço errado | Y                | R              | M    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | 0,03         | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Entregar produtos para outro operador          | Y                | R              | M    | OK  | -         | -        | -            | -        | -         | -        | 0,23         | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Fechar tampas da caixa                         | Y                | G              | O    | OK  | 2,67      | -        | -            | -        | -         | -        | -            | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Guardar caixa laranja                          | Y                | R              | O    | OK  | -         | -        | -            | -        | 0,43      | -        | -            | -        | -         | -         | -         | -     |
|               | Guardar caneta                                 | Y                | R              | O    | OK  | -         | -        | -            | -        | 0,30      | -        | -            | -        | -         | -         | -         | -     |

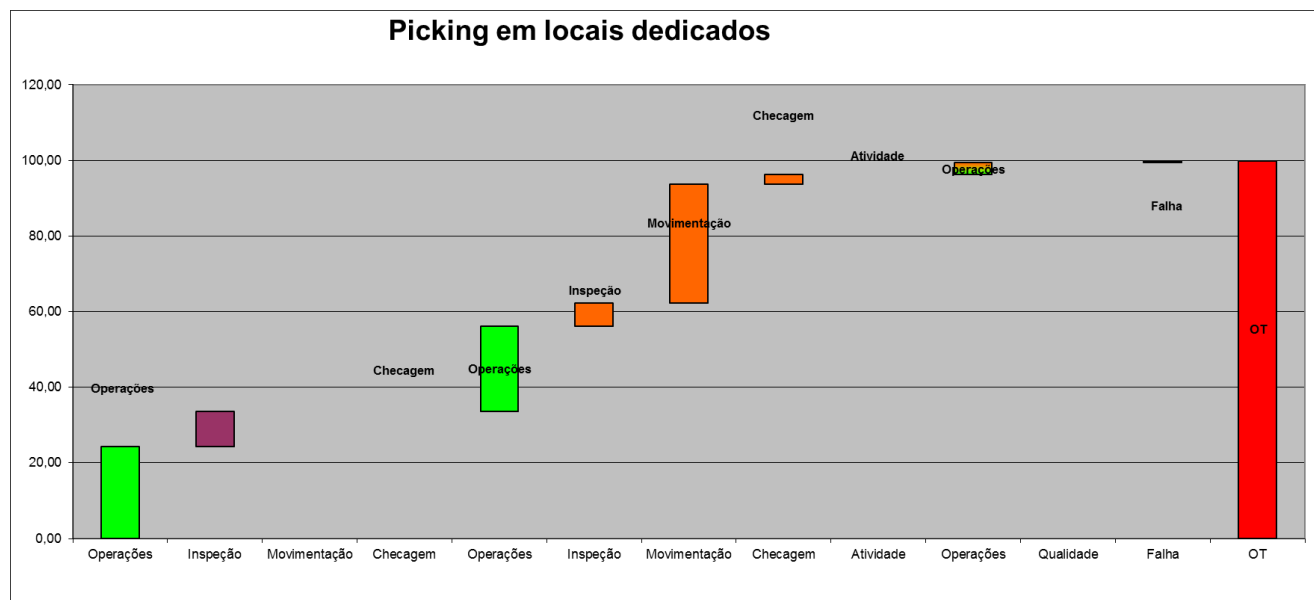
Fonte: Criada pelo autor

Figura 11 - Soma dos tempos por atividade para uma linha separada em local dedicado

| Linhas Feitas | Operações | Inspeção | Movimentação | Checagem | Operações | Inspeção | Movimentação | Checagem | Atividade | Operações | Qualidade | Falha | OT    | LUT   | DT    | OT    |
|---------------|-----------|----------|--------------|----------|-----------|----------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 30            | 24,33     | 9,32     | -            | -        | 22,53     | 6,07     | 31,47        | 2,52     | -         | 3,13      | -         | 0,47  | 99,83 | 33,65 | 96,23 | 99,83 |
| Total         | 24,33     | 9,32     | 0,00         | 0,00     | 22,53     | 6,07     | 31,47        | 2,52     | 0,00      | 3,13      | 0,00      | 0,47  |       |       |       |       |

Fonte: Criada pelo autor

Figura 12 – Gráfico: Atividade x Tempo despendido (s) para uma linha de separação em local dedicado



Fonte: Criada pelo autor

Analisando o gráfico, a barra OT (*Operation Time*) representa o tempo médio demandado para a realização de uma linha de separação de produto, correspondendo a 99,83s.

Já a barra UT (*Useful Time*) com valor de 33,65s, representa a soma dos tempos das atividades que agregam valor ao produto.

E a barra DT (*Design Time*) corresponde a soma dos tempos de todas as atividades que o separador é instruído a realizar, totalizando 96,23s.

A razão dos últimos dois indicadores mostra que apenas 35% das atividades que devem ser feitas pelos operadores agregam valor ao produto. Em especial a movimentação é a atividade que demanda maior tempo de execução, sendo responsável por cerca de 31s a cada linha separada, correspondendo a 32% do tempo total da operação.

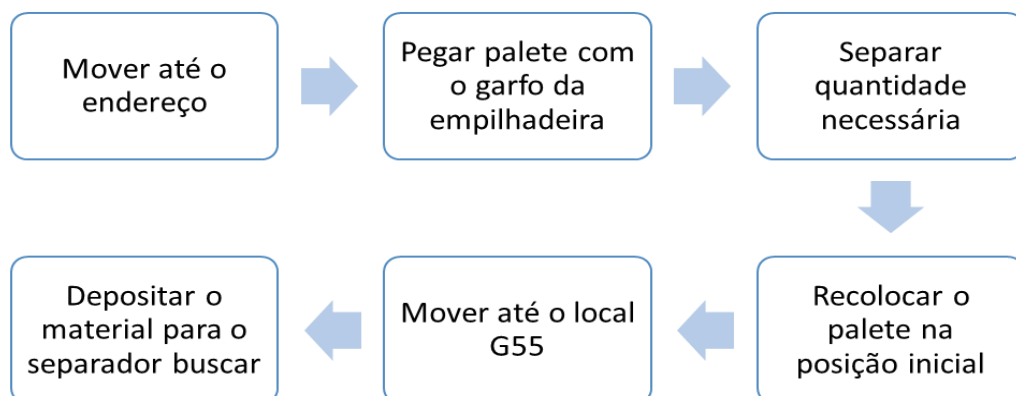
Assim, a disposição das SKU's deve ter como foco principal a diminuição das distâncias percorridas pelos separadores e consequentemente a redução do tempo desperdiçado em movimentações.

#### 4.2.2. *Picking* em Locais de Armazenamento Aleatório

Os itens que não possuem armazenamento dedicado mas possuem altos volumes são armazenados diretamente nos locais de superestoque, onde também é realizado o *picking*.

Neste caso, o empilhador deve realizar os passos indicados na Figura 13.

Figura 13 - Processo de *picking* em locais de superestoque



Fonte: Criada pelo autor

A filmagem tem duração de 1h 53min, totalizando 28 linhas de separação.

O procedimento utilizado é o mesmo do descrito para o caso anterior. Nas Figuras 14 e 15 estão os resultados da análise. A cronoanálise completa para o *picking* em locais aleatórios está disponível no *link* do Anexo C.

Neste caso, o tempo total de separação de uma linha pelo empilhador (OT) é de 245s, valor 2,45 vezes superior ao *picking* realizado pelo separador.

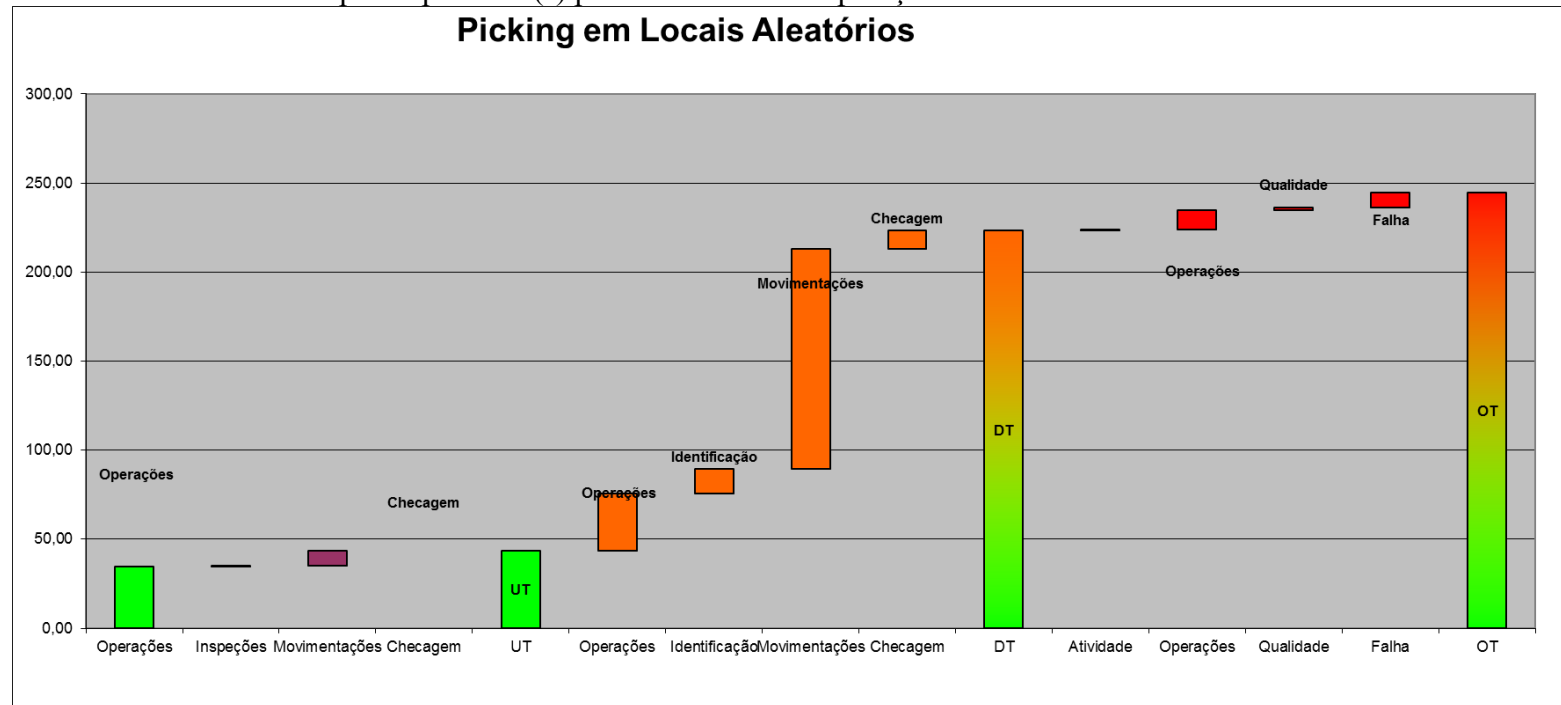
Também é mais evidente a influência da movimentação no processo. Em média demanda 123s por linha separada, correspondendo a 50% do tempo total.

Figura 14 - Soma dos tempos por atividade para uma linha separada em local aleatório

| Linhas Feitas | Operações    | Inspecões   | Movimentações | Checagem    | UT    | Operações    | Identificação | Movimentações | Checagem     | DT     | Atividade   | Operações    | Qualidade   | Falha       | OT     | LUT   | DT     | OT     |
|---------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------|--------|--------|
| 28            | 34,43        | 0,68        | 8,61          | -           | 43,71 | 32,04        | 13,86         | 123,25        | 10,29        | 223,14 | 0,89        | 10,50        | 1,71        | 8,36        | 244,61 | 43,71 | 223,14 | 244,61 |
| <b>Total</b>  | <b>34,43</b> | <b>0,68</b> | <b>8,61</b>   | <b>0,00</b> |       | <b>32,04</b> | <b>13,86</b>  | <b>123,25</b> | <b>10,29</b> |        | <b>0,89</b> | <b>10,50</b> | <b>1,71</b> | <b>8,36</b> |        |       |        |        |

Fonte: Criada pelo autor

Figura 15 - Gráfico: Atividade x Tempo despendido (s) para uma linha de separação em local aleatório



Fonte: Criada pelo autor

## 5 PROPOSTA DE ALOCAÇÃO DE MATERIAIS

### 5.1 MAPEAMENTO DO ARMAZENAMENTO

Através do acesso ao WMS da empresa foi possível levantar dados sobre o estado vigente do armazenamento no centro de distribuição, conforme a Tabela 2. A análise completa da proposta encontra-se no *link* do Anexo D.

Inicialmente foram levantados itens, locais de *picking fixo* (caso o item não tenha aparecerá o símbolo #N/D), quantidade total em estoque, classificação FMR de frequências de separações (FF-muito alta, F - alta, M – média, R – baixa, RR – sem frequência), quantidade separada por mês, frequência de separação por mês e família (linha), sendo os valores baseados na média dos três últimos meses da data de coleta dos dados.

O tipo de *picking* foi obtido por meio de filtros: todos os materiais que possuem *picking fixo* foram classificados como “pp” (porta-paletes). Entre os restantes, os que estavam armazenados em locais cujo nome inicia com “1”, indicando ser o térreo da caixaria, recebeu a classificação “mez\_freq” (mezanino frequente) e os demais foram classificados como semPF (sem *picking fixo*) sendo os itens armazenados apenas em locais de difícil acesso (andares do mezanino ou super estoque). Em Classificação, as informações de família e tipo de *picking* foram concatenadas facilitando a visualização dos tipos de armazenamento.

Tabela 2 – Dados amostrais de armazenamento do estado vigente

| Dados de Armazenamento |        |              |                  |                      |     |           |        |         |                 |               |
|------------------------|--------|--------------|------------------|----------------------|-----|-----------|--------|---------|-----------------|---------------|
| Item                   | Local  | Picking Fixo | Tem picking Fixo | Qtd total em estoque | fmr | qtde_mes  | freq   | Família | Tipo de picking | Classificação |
| PRM4943                | A      | A            | Sim              | 354434               | FF  | 301935,45 | 780,91 | LS      | pp              | LSpp          |
| prm444721              | 2D130F | B            | Sim              | 149311               | FF  | 149380,91 | 450    | LS      | pp              | LSpp          |
| lc1d25m7               | D032E  | D034B        | Sim              | 12857                | FF  | 7790,91   | 305,45 | INDL    | pp              | INDLpp        |
| RM4TG20                | H042A  | H042A        | Sim              | 3015                 | FF  | 1963,64   | 273,64 | INDL    | pp              | INDLpp        |
| LV429236               | F027B  | F027B        | Sim              | 653                  | F   | 18,18     | 6,36   | APBT    | pp              | APBTpp        |
| EZC250H3150            | 2B092A | F043C        | Sim              | 53                   | M   | 7,27      | 3,64   | APBT    | pp              | APBTpp        |
| EZC100H2050            | 1C054C | #N/D         | Não              | 56                   | F   | 23,64     | 6,36   | APBT    | mez_freq        | APBTmez_freq  |
| LV432578               | 1C055A | #N/D         | Não              | 3                    | RR  | 0         | 0      | APBT    | mez_freq        | APBTmez_freq  |
| LV429481               | 2C085D | #N/D         | Não              | 2                    | RR  | 0         | 0      | APBT    | semPF           | APBTsemPF     |
| XB5AVB6                | 1B040F | #N/D         | Não              | 195                  | F   | 31,82     | 10,91  | INDL    | mez_freq        | INDLmez_freq  |
| XCSP3918G13            | 1B086C | #N/D         | Não              | 207                  | F   | 43,64     | 10,91  | INDL    | mez_freq        | INDLmez_freq  |
| XB5AD55                | 3B100D | #N/D         | Não              | 265                  | F   | 160,91    | 10,91  | INDL    | semPF           | INDLsemPF     |
| A9R12240               | 3D047B | #N/D         | Não              | 400                  | F   | 1086,36   | 10,91  | INDL    | semPF           | INDLsemPF     |
| XB4BW3465              | 4C087F | #N/D         | Não              | 304                  | F   | 76,36     | 10,91  | INDL    | semPF           | INDLsemPF     |

| Item          | Local  | Picking Fixo | Tem picking Fixo | Qtd total em estoque | fmr | qtde_mes | freq | Família | Tipo de picking | Classificação |
|---------------|--------|--------------|------------------|----------------------|-----|----------|------|---------|-----------------|---------------|
| STBNMP2212    | 1B162C | #N/D         | Não              | 1                    | RR  | 0        | 0    | INDL    | mez_freq        | INDLmez_freq  |
| GB2CB10       | 1B162D | #N/D         | Não              | 1                    | RR  | 0        | 0    | INDL    | mez_freq        | INDLmez_freq  |
| PRM54162      | L187A  | L187A        | Sim              | 168                  | M   | 67,27    | 3,64 | LS      | pp              | LSpp          |
| PRM55002      | 2D238B | L187B        | Sim              | 47                   | RR  | 0        | 0    | LS      | pp              | LSpp          |
| PRM56101      | 4C170A | L189A        | Sim              | 18                   | RR  | 0        | 0    | LS      | pp              | LSpp          |
| PRM56151      | 2B121A | L189B        | Sim              | 66                   | RR  | 0        | 0    | LS      | pp              | LSpp          |
| PRMS044311    | 1D227C | #N/D         | Não              | 60                   | RR  | 0        | 0    | LS      | mez_freq        | LSmez_freq    |
| PRM51142      | 1D235D | #N/D         | Não              | 24                   | R   | 54,55    | 0,91 | LS      | mez_freq        | LSmez_freq    |
| PRM4521       | 2A013A | #N/D         | Não              | 291                  | RR  | 0        | 0    | LS      | semPF           | LSsemPF       |
| prms044323    | 2A018C | #N/D         | Não              | 70                   | RR  | 0        | 0    | LS      | semPF           | LSsemPF       |
| PRM045092     | 2A018E | #N/D         | Não              | 157                  | RR  | 0        | 0    | LS      | semPF           | LSsemPF       |
| SEU66.423.2M4 | 2A022B | #N/D         | Não              | 28                   | R   | 4,55     | 0,91 | LS      | semPF           | LSsemPF       |

Com os dados acima foi possível criar indicadores de número de itens, frequência de separação e quantidade separada para cada forma de armazenamento de cada família. Na Tabela 3 estão os dados para armazenamento dedicado.

Tabela 3 - Indicadores de armazenagem para locais dedicados

| Armazenamento Dedicado em Porta Paletes |                 |                       |                     |                   |                         |                       | Total         |               |                  |
|-----------------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|---------------|------------------|
| Linha                                   | Número de Itens | Frequência de Picking | Quantidade Separada | % Número de Itens | % Frequência de Picking | % Quantidade Separada | Total Itens   | Total Freq    | Total Qtd        |
| INDS                                    | 1.743           | 43.515                | 589.118             | 15%               | 78%                     | 83%                   | 11.828        | 55.454        | 712.163          |
| LS                                      | 984             | 35.294                | 3.375.673           | 60%               | 99%                     | 100%                  | 1.634         | 35.556        | 3.385.026        |
| APBT                                    | 173             | 3.448                 | 25.532              | 34%               | 86%                     | 91%                   | 516           | 4.026         | 27.985           |
| <b>Total</b>                            | <b>2.900</b>    | <b>82.257</b>         | <b>3.990.323</b>    | <b>21%</b>        | <b>87%</b>              | <b>97%</b>            | <b>13.978</b> | <b>95.035</b> | <b>4.125.174</b> |

Verifica-se que no total 21% de todos os itens em estoque possuem armazenamento dedicado, sendo responsáveis por 87% da frequência de separação e 97% da quantidade separada.

A linha *Life Space* é a que possui maior porcentagem de itens com armazenamento dedicado, sendo quase a totalidade das separações realizadas nesses locais. Destaca-se a alto volume de materiais separados por item, totalizando mais de três milhões de peças separadas ao mês.

A linha Industrial, detentora da maior variedade de produtos possuiu apenas 15% de itens em armazenamento dedicado, correspondendo a 78% das movimentações de separação dessa linha. Já os itens APBT possuem a menor variedade de produtos e cerca de 34% de seus itens possuem armazenamento dedicado.

Também foram analisadas a forma de alocação dos materiais sem armazenamento dedicado. Os dados encontram-se nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Indicadores de armazenagem para o térreo da caixaria

| Linha        | Caixaria Térreo |                              |                     |                   |                                |                       | Total         |               |                  |
|--------------|-----------------|------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|------------------|
|              | Número de Itens | Frequência de <i>Picking</i> | Quantidade Separada | % Número de Itens | % Frequência de <i>Picking</i> | % Quantidade Separada | Total Itens   | Total Freq    | Total Qtd        |
| INDS         | 2.921           | 4.415                        | 37.433              | 25%               | 8%                             | 5%                    | 11.828        | 55.454        | 712.163          |
| LS           | 161             | 81                           | 2.875               | 10%               | 0%                             | 0%                    | 1.634         | 35.556        | 3.385.026        |
| APBT         | 115             | 229                          | 1.246               | 22%               | 6%                             | 4%                    | 516           | 4.026         | 27.985           |
| <b>Total</b> | <b>3.197</b>    | <b>4.726</b>                 | <b>41.553</b>       | <b>23%</b>        | <b>5%</b>                      | <b>1%</b>             | <b>13.978</b> | <b>95.035</b> | <b>4.125.174</b> |

Tabela 5 - Indicadores de armazenagem para locais super estoque e caixaria em níveis elevados

| Caixaria níveis elevados e super estoque |                 |                              |                     |                   |                                |             |            |           | Total |  |
|------------------------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|-------------|------------|-----------|-------|--|
| Linha                                    | Número de Itens | Frequência de <i>Picking</i> | Quantidade Separada | % Número de Itens | % Frequência de <i>Picking</i> | Total Itens | Total Freq | Total Qtd |       |  |
| INDS                                     | 7.164           | 7.524                        | 85.612              | 61%               | 14%                            | 11.828      | 55.454     | 712.163   |       |  |
| LS                                       | 489             | 181                          | 6.479               | 30%               | 1%                             | 1.634       | 35.556     | 3.385.026 |       |  |
| APBT                                     | 228             | 348                          | 1.207               | 44%               | 9%                             | 516         | 4.026      | 27.985    |       |  |
| Total                                    | 7.881           | 8.053                        | 93.299              | 56%               | 8%                             | 13.978      | 95.035     | 4.125.174 |       |  |

Somando os valores duas tabelas anteriores tem-se as informações dos materiais sem armazenamento dedicado. O resumo percentual está na tabela 7.

Tabela 6 - Indicadores de armazenagem para os locais *sem picking fixo*

| Sem Picking Fixo |                   |                                |                       |
|------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Linha            | % Número de Itens | % Frequência de <i>Picking</i> | % Quantidade Separada |
| INDS             | 85%               | 22%                            | 17%                   |
| LS               | 40%               | 1%                             | 0%                    |
| APBT             | 66%               | 14%                            | 9%                    |
| <b>Total</b>     | <b>79%</b>        | <b>13%</b>                     | <b>3%</b>             |

Analisando os dados acima, nota-se a alta frequência de materiais sem armazenamento dedicado (13%), principalmente da linha Industrial. Outro ponto negativo, é a alta frequência em locais de difícil acesso (caixaria localizada no mezanino e super estoque), correspondendo a 8% do total de separações.

Pela análise dos dados de armazenamento levantados e os resultados das cronoanálises, propõe-se a realocação de materiais de forma que os itens com maior frequência de *picking* tenham armazenamento dedicado, afim de reduzir a movimentação do separador para a região da caixaria e também evitar que o empilhador tenha que realizar parte do processo de separação.

Para as linhas APBT e, principalmente, Industrial, os indicadores mostram que apesar das altas taxas de frequência de separação, a quantidade separada é muito menor que a linha *Life Space*. Assim, um palete desses itens tendem a durar por longos períodos no local de *picking fixo*, muitas vezes ocupando volume além do necessário. Esse fato pode ser observado na Figura 16.

Figura 16- Locais de armazenamento dedicado de materiais da linha Industrial



Fonte: Foto tirada pelo autor

No intuito de maximizar o aproveitamento dos locais existentes, e aumentar a quantidade de locais dedicados para a linha industrial, detentora de grande variedade, é sugerida a subdivisão das duas mais baixas alturas de *picking* de alguns locais das linhas APBT e Industrial duplicando a quantidade de locais dedicados.

Nesse caso, o empilhador deverá abastecer o local quando vazio com uma quantidade equivalente à metade de um paleta. Apesar de dobrar a quantidade de reaprovisionamentos desses locais, pretende-se diminuir consideravelmente a quantidade de itens sem armazenamento dedicado que dependem da atuação do empilhador a cada linha de separação gerada.

Outra medida para aprimorar a atividade de separação é a alocação dos itens APBT em locais de *picking* próximos a linha de adaptação de disjuntores. Assim, o separador diminuirá o tempo de *picking* pela redução das distâncias percorridas, possibilitando maior agilidade na disponibilização dos materiais para que se inicie a produção.

Por meio das entrevistas, verificou-se a necessidade de minimizar as movimentações dos operadores para os andares do mezanino. Devido ao alto tempo para a separação e o desconforto para os operadores. Assim, também é proposta a criação de uma nova classe na região térrea da caixaria. A área conta com 4393 posições de caixas S03, com facilidade de acesso pelo separador e deve ser priorizada para os itens de maior frequência que não tenham armazenamento dedicado e compatíveis com o tamanho dos locais.

## 5.2 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

A base de dados inicial foi dividida por família para serem trabalhadas separadamente. As tabelas 8, 9 e 10 mostram o desenvolvimento da proposta para as diversas linhas.

Dividindo a quantidade mensal por 22 tem-se a média vendida por dia (qtd/dia). A seguir, extraiu-se do WMS dados sobre quantidade de produtos por paletes. Assim, dividindo a quantidade por palete pela quantidade vendida por dia, foi possível calcular o tempo de permanência dos itens em uma caixa e em um *flowrack* (estruturas rolantes para utilização nos novos locais subdivididos, armazenando 4 caixas).

Para determinar o tipo de *picking* utilizou-se a Tabela 7 de parâmetros de frequência mínima de *picking fixo*, dias mínimos para as novas posições dedicadas e dias mínimos de estoque na caixaria térreo fossem alterados. Assim buscou-se maximizar a quantidade de itens com alguma frequência de separação dispondo de armazenamento dedicado. Para os casos de caixaria e *flowrack* foram impostas longas durações dos volumes para evitar que os locais tivessem que ser reabastecidos constantemente de acordo com a quantidade máxima de locais disponíveis.

Tabela 7 - Parâmetros para a nova proposta

| Frequência mínima para <i>Picking Fixo</i> | Parâmetros                        |                                               |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                            | Dias mínimos para <i>flowrack</i> | Dias mínimos de estoque no térreo da caixaria |
| 0,9                                        | 74                                | 80                                            |

Tabela 8 – Amostra do desenvolvimento da proposta de armazenamento para a linha industrial

| Desenvolvimento da proposta de armazenamento para a linha industrial |            |              |                      |     |          |        |         |            |                |         |                            |                         |                 |
|----------------------------------------------------------------------|------------|--------------|----------------------|-----|----------|--------|---------|------------|----------------|---------|----------------------------|-------------------------|-----------------|
| Local                                                                | Item       | Picking Fixo | Qtd total em estoque | fmr | qtde_mes | freq   | Família | Qtd/pallet | Tipo de Pallet | Qtd/dia | Dias de estoque - flowrack | Dias de estoque - caixa | Tipo de picking |
| D182A                                                                | GVAE11     | D182A        | 11508                | FF  | 4780     | 376,36 | INDL    | 3520       | P06            | 217,27  | 8,10                       | 2,025104603             | pp              |
| 2D062B                                                               | 4754012029 | M165C        | 1250                 | FF  | 512,73   | 96,36  | INDL    | 8000       | P06            | 23,31   | 171,63                     | 42,90757319             | flowrack        |
| H046C                                                                | ZBZ1604    | H046C        | 131                  | F   | 39,09    | 5,45   | INDL    | 1280       | P06            | 1,78    | 360,19                     | 90,04860578             | mez_freq        |
| 1B085A                                                               | XB4BS444   | #N/D         | 12                   | R   | 1,82     | 0,91   | INDL    | 800        | P06            | 0,08    | 4835,16                    | 1208,791209             | semPF           |

Tabela 9 – Amostra do desenvolvimento da proposta de armazenamento para a linha APBT

| Desenvolvimento da proposta de armazenamento para a linha APBT |             |              |                      |     |          |        |         |            |                |          |                            |                         |                 |
|----------------------------------------------------------------|-------------|--------------|----------------------|-----|----------|--------|---------|------------|----------------|----------|----------------------------|-------------------------|-----------------|
| Local                                                          | Item        | Picking Fixo | Qtd total em estoque | fmr | qtde_mes | freq   | Família | Qtd/pallet | Tipo de Pallet | Qtd/dia  | Dias de estoque - flowrack | Dias de estoque - caixa | Tipo de picking |
| D152A                                                          | EZC100N3100 | D152A        | 4161                 | FF  | 1396,36  | 240,91 | APBT    | 555        | P06            | 63,47091 | 4,372081698                | 1,093020425             | PP              |
| 1B090C                                                         | LV429015    | #N/D         | 49                   | M   | 3,64     | 3,64   | APBT    | 44         | P06            | 0,165455 | 132,967033                 | 33,24175824             | flowrack        |
| 3C098C                                                         | TRV00880    | #N/D         | 77                   | M   | 8,18     | 3,64   | APBT    | 3200       | P06            | 0,371818 | 4303,178484                | 1075,794621             | mez_freq        |
| 3B052F                                                         | lv429312    | #N/D         | 3                    | M   | 5,45     | 2,73   | APBT    | 240        | P06            | 0,247727 | 484,4036697                | 121,1009174             | mez_freq        |

Tabela 10 – Amostra do desenvolvimento da proposta de armazenamento para a linha Life Space

| Desenvolvimento da proposta de armazenamento para a linha Life Space |            |              |                      |     |          |       |         |            |                |          |                         |                 |
|----------------------------------------------------------------------|------------|--------------|----------------------|-----|----------|-------|---------|------------|----------------|----------|-------------------------|-----------------|
| Local                                                                | Item       | Picking Fixo | Qtd total em estoque | fmr | qtde_mes | freq  | Família | Qtd/pallet | Tipo de Pallet | Qtd/dia  | Dias de estoque - caixa | Tipo de picking |
| 3A050A                                                               | XACA009    | L119C        | 2661                 | M   | 104,55   | 3,64  | LS      | 14520      | P6R            | 4,752273 | 381,9225251             | mez_freq        |
| M123F                                                                | PRM044021D | N111A        | 1745                 | FF  | 1803,64  | 36,36 | LS      | 1100       | P6R            | 81,98364 | 1,677163957             | pp              |
| J040E                                                                | PRM720     | M118A        | 1118                 | FF  | 1800     | 35,45 | LS      | 1100       | P6R            | 81,81818 | 1,680555556             | pp              |
| 1C162D                                                               | PRM045093  | L165A        | 70                   | R   | 10,91    | 0,91  | LS      | 2200       | P6R            | 0,495909 | 554,5371219             | semPF           |

Os indicadores com a nova proposta estão resumidos nas tabelas seguintes.

Tabela 11 - Indicadores de armazenagem para os locais dedicados - após realocação

| Armazenamento Dedicado em Porta Paletes |                 |                              |                     |                   |                                |                       | Total       |            |           |
|-----------------------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|------------|-----------|
| Linha                                   | Número de Itens | Frequência de <i>Picking</i> | Quantidade Separada | % Número de Itens | % Frequência de <i>Picking</i> | % Quantidade Separada | Total Itens | Total Freq | Total Qtd |
| INDS                                    | 1.470           | 38.949                       | 579.503             | 12%               | 70%                            | 81%                   | 11.828      | 55.454     | 712.163   |
| LS                                      | 715             | 34.561                       | 3.377.267           | 44%               | 97%                            | 100%                  | 1.634       | 35.556     | 3.385.026 |
| APBT                                    | 153             | 3.186                        | 25.187              | 30%               | 79%                            | 90%                   | 516         | 4.026      | 27.985    |
| Total                                   | 2.338           | 76.696                       | 3.981.957           | 17%               | 81%                            | 97%                   | 13.978      | 95.035     | 4.125.174 |

Tabela 12 - Indicadores de armazenagem para os novos locais dedicados

| Novas posições dedicadas |                 |                              |                     |                   |                                |                       | Total       |            |           |
|--------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|------------|-----------|
| Linha                    | Número de Itens | Frequência de <i>Picking</i> | Quantidade Separada | % Número de Itens | % Frequência de <i>Picking</i> | % Quantidade Separada | Total Itens | Total Freq | Total Qtd |
| INDS                     | 1.377           | 9.520                        | 88.288              | 12%               | 17%                            | 12%                   | 11.828      | 55.454     | 712.163   |
| LS                       | 0               | 0                            | 0                   | 0%                | 0%                             | 0%                    | 1.634       | 35.556     | 3.385.026 |
| APBT                     | 90              | 418                          | 1.565               | 17%               | 10%                            | 6%                    | 516         | 4.026      | 27.985    |
| Total                    | 1.467           | 9.938                        | 89.853              | 10%               | 10%                            | 2%                    | 13.978      | 95.035     | 4.125.174 |

A seguir estão os percentuais resumidos para o armazenamento dedicado.

Tabela 13 - Indicadores de armazenagem para os locais com *picking fixo* - após realocação

| Picking Fixo |                   |                                |                       |
|--------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Linha        | % Número de Itens | % Frequência de <i>Picking</i> | % Quantidade Separada |
| INDS         | 24%               | 87%                            | 94%                   |
| LS           | 44%               | 97%                            | 100%                  |
| APBT         | 47%               | 90%                            | 96%                   |
| Total        | 27%               | 91%                            | 99%                   |

Analisando as tabelas acima, percebe-se um aumento de 6% no número de itens com armazenamento dedicado com a criação de cerca de 1174 novos locais. Esse valor representa um aumento considerado de posições de locais destinados a linha industrial passando de 15% a 24% de itens com armazenamento dedicado. Também é expressivo o aumento de posições dedicadas para a linha APBT, passando de 34% para 47%.

Com a priorização dos itens com maior frequência de *picking* em locais dedicados, esses indicador subiu de 87% para 91%, sendo a quantidade total separada quase na sua totalidade, cerca de 99% provenientes desses locais.

Destaca-se a o aproveitamento de posições para a linha *Life Space*. A quantidade de itens com *picking* fixo diminuiu de 60% para 44%, a frequência teve uma leve queda pois os materiais são ideais para a caixaria térreo e a quantidade de *picking* continua de cerca de 100% o que indica 24% dos materiais dessa linha não tinham praticamente ordem de separação e ocupavam locais dedicados.

Os indicadores para os demais locais estão exibidos nas Tabelas 14, 15 e 16.

Tabela 14 - Indicadores de armazenagem para o térreo da caixaria - após realocação

| Caixaria Térreo |                 |                              |                     |                   |                                |                       | Total       |            |           |
|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|------------|-----------|
| Linha           | Número de Itens | Frequência de <i>Picking</i> | Quantidade Separada | % Número de Itens | % Frequência de <i>Picking</i> | % Quantidade Separada | Total Itens | Total Freq | Total Qtd |
| INDS            | 2.393           | 6.985                        | 44.373              | 20%               | 13%                            | 6%                    | 11.828      | 55.454     | 712.163   |
| LS              | 363             | 995                          | 7.760               | 22%               | 3%                             | 0%                    | 1.634       | 35.556     | 3.385.026 |
| APBT            | 96              | 421                          | 1.232               | 19%               | 10%                            | 4%                    | 516         | 4.026      | 27.985    |
| Total           | 2.852           | 8.401                        | 53.365              | 20%               | 9%                             | 1%                    | 13.978      | 95.035     | 4.125.174 |

Tabela 15 - Indicadores de armazenagem para locais superestoque e caixaria em níveis elevados - após realocação

| Caixaria níveis elevados e Superestoque |                 |                              |                     |                   |                                |                       | Total       |            |           |
|-----------------------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|------------|-----------|
| Linha                                   | Número de Itens | Frequência de <i>Picking</i> | Quantidade Separada | % Número de Itens | % Frequência de <i>Picking</i> | % Quantidade Separada | Total Itens | Total Freq | Total Qtd |
| INDS                                    | 6.588           | 0                            | 0                   | 56%               | 0%                             | 0%                    | 11.828      | 55.454     | 712.163   |
| LS                                      | 556             | 0                            | 0                   | 34%               | 0%                             | 0%                    | 1.634       | 35.556     | 3.385.026 |
| APBT                                    | 177             | 0                            | 0                   | 34%               | 0%                             | 0%                    | 516         | 4.026      | 27.985    |
| Total                                   | 7.321           | 0                            | 0                   | 52%               | 0%                             | 0%                    | 13.978      | 95.035     | 4.125.174 |

Tabela 16 - Indicadores de armazenagem para os locais sem *picking* fixo - após realocação

| Sem Picking Fixo |                   |                                |                       |
|------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Linha            | % Número de Itens | % Frequência de <i>Picking</i> | % Quantidade Separada |
| INDS             | 76%               | 13%                            | 6%                    |
| LS               | 56%               | 3%                             | 0%                    |
| APBT             | 53%               | 10%                            | 4%                    |
| Total            | 73%               | 9%                             | 1%                    |

Analisando os resultados das tabelas, nota-se que a criação de uma nova classe para os locais do térreo da caixaria possibilitou que todos os 9% de itens com alguma frequência mensal, fossem para essa nova classe, mesmo diminuindo o número de itens nessa região. Assim, praticamente não será feito *picking* de nenhum item em locais de difícil acesso como níveis elevados da caixaria e super estoque, com quantidade separada praticamente nula.

Através das vídeo análises pode-se mensurar os ganhos em tempo de separação. Com a ordenação por frequência, a criação de novos *picking fixos* e da classe no térreo da caixaria a frequência de *picking* em locais de fácil acesso teve um aumento de cerca de 8053 separações, conforme Tabela 17.

Tabela 17 - Frequência de *picking* em locais de fácil acesso

| Frequência de Picking |              |               |                          |                 |               |
|-----------------------|--------------|---------------|--------------------------|-----------------|---------------|
|                       | Linha        | Porta Paletes | Novas posições dedicadas | Caixaria Térreo | Total         |
| <b>Atual</b>          | INDS         | 43.515        | 0                        | 4.415           | 47.930        |
|                       | LS           | 35.294        | 0                        | 81              | 35.375        |
|                       | APBT         | 3.448         | 0                        | 229             | 3.677         |
|                       | <b>Total</b> | <b>82.257</b> | <b>0</b>                 | <b>4.726</b>    | <b>86.982</b> |
| <b>Futuro</b>         | INDS         | 38.949        | 9.520                    | 6.985           | 55.454        |
|                       | LS           | 34.561        | 0                        | 995             | 35.556        |
|                       | APBT         | 3.186         | 418                      | 421             | 4.026         |
|                       | <b>Total</b> | <b>76.696</b> | <b>9.938</b>             | <b>8.401</b>    | <b>95.035</b> |

O tempo de *picking* nesses locais é cerca de 99,83s enquanto nos locais de difícil acesso é de 244,61s. Assim o tempo ganho é de:

$$Tempo\ ganho = (244,61 - 99,83) * 8053 = 1165913,34 \frac{s}{mês} = 323,86 \frac{hrs}{mês}$$

$$Tempo\ ganho = \frac{323,89}{22} = 14,72\ hrs/dia$$

Como o centro de distribuição opera cerca de 22 dias ao mês e a jornada de trabalho é de 8 horas por dia, a redução equivale a carga de trabalho de quase dois operadores.

Na nova proposta, há a incorporação de cerca de 1174 novas posições de *picking fixo*, conforme mostra a Tabela 18. Para suprir essa demanda é proposta a subdivisão das alturas de *picking* dos corredores F e G e uma parte do corredor H (para os itens APBT), assim

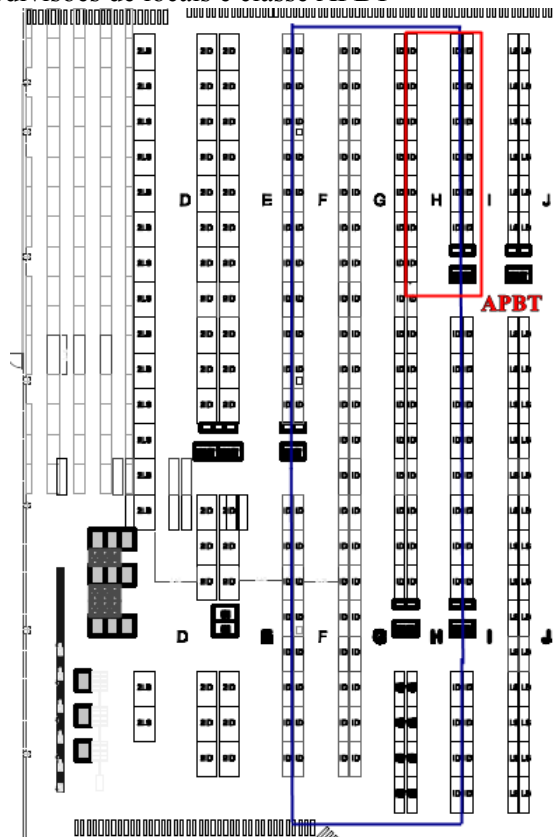
haverá um ganho de 1008 posições para produtos industriais e 144 para a linha APBT, totalizando 1152 posições, conforme delimitado pela cor azul na Figura 19.

Uma área para os itens APBT foi definida (vermelho) próxima a linha de adaptação. Além das posições duplicadas o conjunto de porta-paletes na parte superior entre os corredores H e I possibilitam mais 144 posições dedicadas para a linha APBT, totalizando 288 posições.

Tabela 18 – Comparação das posições de *picking* fixo

| Número de Itens |              |                                         |                          |              |
|-----------------|--------------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------|
|                 | Linha        | Armazenamento Dedicado em Porta Paletes | Novas posições dedicadas | Total        |
| <b>Atual</b>    | INDS         | 1.743                                   | 0                        | 1.743        |
|                 | APBT         | 173                                     | 0                        | 173          |
|                 | <b>Total</b> | <b>1.916</b>                            | <b>0</b>                 | <b>1.916</b> |
| <b>Proposta</b> | INDS         | 1.470                                   | 1.377                    | 2.847        |
|                 | APBT         | 153                                     | 90                       | 243          |
|                 | <b>Total</b> | <b>1.623</b>                            | <b>1.467</b>             | <b>3.090</b> |

Figura 17 - Proposta de subdivisões de locais e classe APBT



## 6 CONCLUSÕES

Neste trabalho, por meio da pesquisa bibliográfica e do estudo de caso realizado, foi possível alcançar tanto os objetivos gerais quanto os específicos.

Em relação aos objetivos específicos, a cronoanálise possibilitou mapear detalhadamente o processo de separação de materiais no centro de distribuição e a identificação da movimentação como atividade que demanda maior tempo no processo. Essa varia de acordo com a forma como a separação é feita, estando os materiais armazenados em locais dedicados ou aleatórios.

Posteriormente, o armazenamento dos materiais foi mapeado utilizando os dados extraídos do WMS da empresa. Identificou-se a influência da frequência e da quantidade de separação na atividade de *picking*.

Assim foi possível propor uma forma de armazenamento dos materiais, tendo como base a priorização de locais de fácil acesso a itens com alta frequência e visando o melhor aproveitamento do volume ocupado pelo item.

Ao final, foi realizada a comparação das formas de armazenamento vigente e proposta, demonstrando as vantagens do modelo proposto. Dessa forma, o objetivo geral foi atingido, pois a forma de armazenamento de materiais elétricos foi proposta para o centro de distribuição.

Analisando os resultados do estudo, a referência bibliográfica contribui cientificamente para o entendimento das operações de armazenagem de produtos e separação de pedidos. Além do estudo mostrar técnicas de cronoanálise e de mapeamento de armazenagem. Quanto as contribuições aplicadas, evidencia-se a influência da forma de armazenagem na atividade de separação de pedidos, principalmente na movimentação do separador entre os locais de estoque.

Como sugestão para o andamento do trabalho, propõe-se o plano de mudanças dos materiais, determinando exatamente os locais de armazenamento dedicados de cada item. Sugere-se também a análise dos pedidos dos clientes para identificar os materiais que são vendidos conjuntamente, de forma a armazená-los em locais próximos, diminuindo a movimentação do operador.

Também é proposta a utilização de ferramentas de simulação para identificação de oportunidades na alocação dos materiais, pois permitem analisar questões reais em ambientes virtuais a custos muito inferiores aos gastos em experimentações em ambientes reais.

## REFERÊNCIAS

ALVES, E. O. **Modelo multicritério para alocação de produtos focado em níveis de serviço**. 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: < <http://www.ppgep.org.br/dissertacoes/MA-0294.pdf> >. Acesso em: 10 maio. 2014.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial**. 5ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616p.

BALLOU, R. H. **The evolution and future of logistics and supply chain management**. *Produção*, v.16, n.3, p.375-386, set./dez. 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132006000300002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132006000300002&script=sci_arttext). Acesso em: 23 maio. 2014.

BRANSKI, R. M. **O papel da tecnologia da informação no processo logístico: estudos de casos com operadores logísticos**. 2008. 256 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-01102008-144646/pt-br.php>>. Acesso em: 25 maio. 2014.

BOWERSOX, D.J.; COPPER, M.B.; CLOSS, D.J. **Gestão logística da Cadeia de Suprimentos**. 4ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 455p.

CHAN,F.T.S; CHAN H.K. Improving the productivity of order picking manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. **Expert Systems with Applications**, New York, 38, 3, p.2686-2700, march 2011.

CSCMP. COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Supply Chain Management Terms and Glossary**, ago./2013. Disponível em: <[http://cscmp.org/sites/default/files/user\\_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf](http://cscmp.org/sites/default/files/user_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf)>. Acesso em: jun. 2014.

DE KOSTER, R.;LE-DUC, T.; ROODBERGEN, KJ. **Design and control of warehouse order picking: a literature review**. *European Journal of Operational Research*. v. 182, n. 2, p.451-501, 2007.

ENE S.; ÖZTÜRK N. **Storage location assignment and order picking optimization in the automotive industry**. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 60, n. 5, p.787-797, may 2012.

FELLIPE, A.D; CUSTODIO M.R.; DOLZAN, N.;TEIXEIRA, E.D.M. **Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil**. Anais do IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Rezende, Rio de Janeiro, 2012.

FLEURY, P. **Logística no Brasil: situação atual e transição para uma economia verde.** Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável – FBDS, 2012. Disponível em: <<http://fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-673.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2014

GOETSCHALCKX, Marc; ASHAYERI, Jalal. **Classification and design of order picking.** Logistics Information Management, v. 2, n. 2, p. 99-106, 1989.

JÚNIOR, E. D. C. **Gestão em Processos Produtivos.** Curitiba: Ibpx, 2008, 156p.

MARTINS, RA.; MELLO, CHP.; TURRIONI, JB. **Guia para elaboração de monografia e TCC em Engenharia de Produção.** 1ed. São Paulo: Atlas, 2014. 224p

PAN, J.C.H; SHIN, P.H.; WU, M.H. **Storage assignment problem with travel distance and blocking considerations for a picker-to-part order picking system.** Computers & Industrial Engineering, v.62, n.2, p.527-535, mar. 2012

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007, 750p.

PRONACI. **Métodos e Tempos.** Exertus, mar. 2003, 46p.

RODRIGUES, P. R. A. **Gestão estratégica da armazenagem.** São Paulo: Aduaneiras, 2003. 157 p.

VAN DEN BERG, J.P., ZIJM, W.H.M. **Models for warehouse management: Classification and examples.** International Journal of Production Research v.59, p.519–528, feb. 1999.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Vol. 2. No. 2. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## ANEXO A

### ANEXO A – ROTEIRO DE PESQUISA

**Título:** DIMENSIONAMENTO DE ESTOQUES DE MATERIAIS ELÉTRICOS EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO

**Objetivo da Pesquisa:** Identificar como é realizada a alocação de materiais no centro de distribuição estudado e sua influência na atividade de separação de produtos.

1. Quantos itens há no armazém e como são classificados?

---

---

---

2. Como são embalados os diversos tipos de materiais?

---

---

---

3. Quais estruturas de armazenagem são utilizadas?

---

---

---

4. Quais os critérios utilizados para definir os locais de armazenagem para cada tipo de item?

---

---

---

5. Quais as áreas de destino de cada tipo de material após a separação?

---

---

---

6. Como é realizada a atividade de separação de produtos?

---

---

---

7. Quais as principais dificuldades encontradas pelos separadores na atividade de *picking*?

---

---

---

8. Como é realizada a separação na região de caixaria?

---

---

---

9. Como é realizada a roteirização da atividade de *picking*?

---

---

---

## **ANEXO B**

A cronoanálise do processo de *picking* em locais dedicados está disponível em:  
<<https://www.dropbox.com/s/0m1zqah3agbaxn8/ANEXO%20B.xls?dl=0>>

## ANEXO C

A cronoanálise do processo de *picking* em locais aleatórios está disponível em:  
<<https://www.dropbox.com/s/bj6l6ow6vt94r7i/ANEXO%20C.xls?dl=0>>

## **ANEXO D**

A análise do mapeamento e da proposta de armazenamento estão disponíveis em:  
<<https://www.dropbox.com/s/8766337p1ker7mr/ANEXO%20D.xlsx?dl=0>>