

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ISABELA KREMER
MARIANA DE ALMEIDA RIBEIRO**

**MELHORIA E AMPLIAÇÃO DO WMS NO GERENCIAMENTO DE
ARMAZÉM: UM ESTUDO APLICADO EM UMA EMPRESA DE
SOLUÇÕES PARA O RAMO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2017

**ISABELA KREMER
MARIANA DE ALMEIDA RIBEIRO**



**MELHORIA E AMPLIAÇÃO DO WMS NO GERENCIAMENTO DE
ARMAZÉM: UM ESTUDO APLICADO EM UMA EMPRESA DE
SOLUÇÕES PARA O RAMO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Everton Luiz de Melo

PONTA GROSSA

2017

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS PONTA GROSSA Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	 <p>UTFPR UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</p>
---	--	--

TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

MELHORIA E AMPLIAÇÃO DO WMS NO GERENCIAMENTO DE ARMAZÉM: UM ESTUDO APLICADO EM UMA EMPRESA DE SOLUÇÕES PARA O RAMO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

por

Isabela Kremer

Mariana de Almeida Ribeiro

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 27 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Everton Luiz de Melo
Prof. Orientador

Profª. MSc. Carla Cristiane Sokulski
Membro titular

Prof. Dr. Fabio Jose Ceron Branco
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

É difícil agradecer a todos que se fizeram presentes de alguma forma em nossa trajetória e contribuíram para que nosso sonho fosse realizado. Dessa forma pedimos desculpas aos que não estiverem presentes nesses parágrafos, saibam que também foram tão importantes quanto os demais.

Primeiramente, gostaríamos de agradecer a Deus por nos ter dado saúde, força e proteção nessa árdua trajetória para nos tornarmos engenheiras, nos dando paciência e discernimento para enfrentar as dificuldades que surgiram no decorrer dessa trajetória.

Agradecemos ao nosso professor e orientador Dr. Everton Luiz de Melo pelo incentivo e orientação nesta caminhada que juntamente com todo corpo docente da universidade nos auxiliou não somente na realização deste trabalho, mas durante toda a graduação. O nosso muito obrigada.

Agradecemos nossas famílias pelo apoio em todos os momentos de dificuldades e conquistas, sem eles não seria possível realizar esse sonho.

Agradecemos as nossas amigas Adriana Yamashita, Barbara Silva e Nayara Sene pelo companheirismo e parceria durante todos esses anos de graduação compartilhando conosco momentos de dificuldades e alegria que foram essenciais em nossa trajetória. Muito obrigada por terem construído conosco uma família em Ponta Grossa, a qual estará sempre em nossos corações.

Por fim, agradecemos a empresa Tigre que além de nos abrir as portas para estagiarmos contribuiu para a realização deste trabalho, nos proporcionando muito aprendizado e evolução tanto quanto engenheiras que seremos como em pessoas.

RESUMO

KREMER, Isabela; RIBEIRO, Mariana A. **Melhoria e Ampliação do WMS no Gerenciamento de Armazém**: um estudo aplicado em uma empresa de soluções para o ramo da construção civil. 2017. 109 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

O mercado atual é voltado para o cliente e para manter-se competitivo é essencial garantir o nível de atendimento desejado, ou seja, entregar o produto certo no tempo e na qualidade propostas. Dessa forma, as atividades logísticas passam a ser incorporadas nas decisões estratégicas das organizações, de forma a encontrar o ponto de equilíbrio entre satisfazer o cliente e reduzir custos. Nesse sentido o desafio do gerenciamento de armazéns é otimizar as operações de armazenagem para reduzir os custos e os erros associados e para apoiar as empresas nesse desafio cresce a aplicação de tecnologias da informação. Este trabalho tem como objetivo aumentar a produtividade das operações e a confiabilidade do estoque do almoxarifado de uma empresa do setor de soluções para construção civil por meio da aplicação do *Warehouse Management System*, um sistema que utiliza de endereçamentos no armazém e aplica tecnologia de radiofrequência para automatizar suas operações. O trabalho trata-se de uma pesquisa ação amparada pela pesquisa bibliográfica e divide-se em três fases, as quais são o mapeamento da situação inicial, a elaboração das propostas de melhorias e do plano de ação e a implementação das ações para levantar os resultados. As três fases abrangem a análise de todo o fluxo de materiais dentro do armazém, tanto fluxos de entrada quanto os fluxos de saída e os resultados foram concentrados nas duas variáveis referenciadas no objetivo e que sinalizam o desempenho dos armazéns, a produtividade, em termos de capacidade produtiva e a confiabilidade calculada pelo nível de acuracidade do inventário. Ao analisar os resultados obtidos com o estudo tem-se um aumento de 42,44% na produtividade e de 46,15% na confiabilidade ao comparar a situação inicial com a situação atingida. Conclui-se então que o plano de ação elaborado foi executado de forma eficaz e eficiente e os objetivos determinados foram atingidos. Além disso, o projeto mostrou-se relevante pela abrangência em todas as etapas do fluxo, o que permitiu analisá-lo de forma integrada, não atuar em erros pontuais, mas buscar corrigir as causas mais significativas para todo o fluxo, visto que para ter-se confiabilidade e produtividade não se pode analisar apenas uma etapa do processo.

Palavras-chave: Armazenagem. Gerenciamento de armazém. Nível de serviço. Produtividade. WMS.

ABSTRACT

KREMER, Isabela; RIBEIRO, Mariana A. **Improvement and Expansion of WMS in Warehouse Management:** an applied study in a solutions company for the construction industry. 2017. 109 f. Work of Conclusion Course (Graduation in Production Engineering) - Federal Technology University of Paraná. Ponta Grossa, 2017.

The current market is customer oriented, thereby the service levels are essential to ensure competitiveness. In this way the logistics activities are incorporated into the strategic decisions of the organizations in order to ensure that the product reaches the customer in right time and quantity and quality propose. In this sense, the challenge of warehouse management is to optimize storage operations to reduce costs and associated errors. To support companies in this challenge is growing the application of information technology. The objective of this work is to increase the productivity of the operations and warehouse stock reliability of a civil construction solutions company by applying the Warehouse Management System, a system that uses addresses in the warehouse and applies radiofrequency technology to automate its operations. The work is based on action research supported by bibliographic research and is divided into three phases, which are the mapping of the initial situation, the preparation of proposals for improvements and the action plan and the implementation of actions and results. The three phases include the analysis of the all flow of materials within the warehouse, both input flows and output flows, and the results were concentrated in the two variables referenced in the objective and that signal the performance of the warehouses, the productivity, in terms of productive capacity and the reliability calculated by the level of accuracy of the inventory. When analyzing the results obtained with the study has a 42.44% increase in productivity and 46.15% in reliability when comparing the initial situation with the situation reached. It was concluded that the plan of action elaborated was executed in an effective and efficient way and the determined objectives were reached. In addition, the project was relevant by the comprehensiveness in all stages of the flow, which allowed to analyze it in a way integrated, do not act on specific errors, but seek to correct the most significant causes for the entire flow, since to be reliable and productive cannot analyze only one step of the process.

Keywords: Warehousing. Warehouse management. Service level. Productivity. WMS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre as atividades logísticas	22
Figura 2 - Integração Logística	23
Figura 3 - Fluxo de materiais no processo de armazenagem.....	28
Figura 4 - Sistemas de informação na armazenagem.....	35
Figura 5 - Fases da pesquisa ação	39
Figura 6 - Fases do trabalho	41
Figura 7- MFV inicial para a entrada de mercadorias no armazém.....	51
Figura 8 - MFV inicial para a saída de mercadorias do armazém	56
Figura 9 - Mapa térmico nível 01 inicial.....	60
Figura 10 - Mapa térmico nível 02 inicial.....	61
Figura 11 - Mapa térmico nível 03 inicial.....	62
Figura 12 - Mapa térmico nível 04 inicial.....	63
Figura 13 - Mapa térmico nível 05 inicial.....	64
Figura 14 - MFV final para a entrada de mercadorias no armazém	77
Figura 15 - Instrução de Trabalho	79
Figura 16 - MFV final para a saída de mercadorias do estoque.....	85
Figura 17 - Mapa térmico nível 01 final	89
Figura 18 - Mapa térmico nível 02 final	90
Figura 19 - Mapa térmico nível 03 final	91
Figura 20 - Mapa térmico nível 04 final	92
Figura 21 - Mapa térmico nível 05 final	93
Figura 22 - Comparação dos tempos de separação de pedidos	96

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - UD fixa na longarina.....	53
Fotografia 2 - Etiqueta de endereçamento	69
Fotografia 3 - Transação SAP para consultar tipos de depósito	75
Fotografia 4 - Relatório obtido da transação para consultar tipos de depósito.....	76
Fotografia 5 - UD anexa ao material	80
Fotografia 6 - Tela do coletor para a UD	81
Fotografia 7 - Endereços de posições fixas e dinâmicas	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Divisão inicial dos materiais por depósito	47
Gráfico 2 - Percentual inicial de posições fixas e dinâmicas no armazém	49
Gráfico 3 - Representatividade inicial dos elementos da separação de pedidos	59
Gráfico 4 - Meta para abrangência do WMS	68
Gráfico 5 - Divisão dos materiais do almoxarifado após implementação do projeto	74
Gráfico 6 - Porcentual final de posições fixas e dinâmicas no armazém.....	82
Gráfico 7 - Representatividade final dos elementos na separação de pedidos	87
Gráfico 8 - Comparação da produtividade antes e após o projeto	97
Gráfico 9 - Comparação da acuracidade de posições do WM antes e após o projeto	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais atividades das operações de um armazém	30
Quadro 2 - Divisão das TI por categorias	34
Quadro 3 - Tipos de materiais por depósito	48
Quadro 4 - Tempo de cada elemento da atividade de separação.....	58
Quadro 5 - Tempo final de cada elemento da atividade de separação	86
Quadro 6 - Relação entre as propostas de melhorias e as variáveis	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de posições existentes por depósito.....	76
--	----

LISTA DE SIGLAS

APS	<i>Advanced Planning and Scheduling</i>
CD	Centro de Distribuição
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
DRP	<i>Distribution Resources Planning</i>
DSS	<i>Decision Support System</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>
EIS	<i>Executive Information System</i>
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
FCS	<i>Finity Capacity Scheduling</i>
FIFO	<i>First In First Out</i>
Hh	Homem Hora
JIT	<i>Just in Time</i>
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
MM	<i>Materials Management</i>
MRP	<i>Material Requirements Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resources Planning</i>
NF	Nota Fiscal
OS	Ordem de Serviço
OT	Ordem de Transporte
PVC	Policloreto de Vinila
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
SRM	<i>Supplier Resources Management</i>
TI	Tecnologia da Informação
TMS	<i>Transportation Management System</i>
UD	Unidade de Depósito
WMS	<i>Warehouse Management System</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMA	15
1.2 JUSTIFICATIVAS	15
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA	18
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 LOGÍSTICA.....	20
2.2 ARMAZENAGEM	26
2.3 GESTÃO DA ARMAZENAGEM	30
2.4 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	32
2.5 WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM	36
3 METODOLOGIA.....	38
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	38
3.2 DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO	40
3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE DE DADOS	40
3.4 OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	42
3.5 IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS	44
4 DIAGNÓSTICO INICIAL E ELABORAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIAS	45
4.1 AMBIENTE DE ESTUDO.....	45
4.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO INICIAL	46
4.2.1 Abrangência do WMS no Armazém.....	46
4.2.2 Estrutura do Armazém	48
4.2.3 Fluxo de Materiais.....	50
4.2.3.1 MFV para a entrada de mercadorias.....	50
4.2.3.2 MFV para a saída de mercadorias	55
4.2.4 Acuracidade de Inventário	65
4.3 PROPOSTAS DE MELHORIA	66
4.3.1 Propostas Referentes à Estrutura do WMS	67
4.3.2 Propostas Referentes ao Fluxo de Entrada de Materiais.....	69
4.3.3 Propostas Referentes ao Fluxo de Saída de Materiais.....	71
5 IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	73
5.1 SITUAÇÃO ATINGIDA.....	73
5.1.1 Abrangência e Estrutura do WMS.....	73
5.1.2 Fluxo de Entrada de Mercadorias.....	76

5.1.3 Fluxo de Saída de Mercadorias	84
5.1.4 Acuracidade de Inventário	94
5.2 PRODUTIVIDADE.....	95
5.3 ACURACIDADE DE INVENTÁRIO	98
5.4 IMPACTOS DAS MELHORIAS REALIZADAS EM CADA VARIÁVEL.....	99
6 CONCLUSÕES	102
REFERÊNCIAS.....	104

1 INTRODUÇÃO

A atual conjuntura econômica e as mudanças mercadológicas fazem com que as empresas precisem conciliar as novas tendências e necessidades de mercado com os períodos de recessão, a fim de enfrentarem o mercado de maneira competitiva sem comprometer o orçamento da organização. Nesse sentido é aconselhável que as empresas busquem a melhoria contínua em suas atividades, uma vez que é uma forma de redução de custos além de proporcionar diferenciação de mercado. Essa diferenciação permite que a companhia se sobressaia em relação à concorrência e então obtenha vantagem competitiva.

A alteração no padrão de compra dos consumidores impulsionada pela diversidade de oferta e pela redução no ciclo de vida dos produtos foi uma mudança mercadológica que afetou consideravelmente as empresas, principalmente a área logística, a qual então passou a ocupar uma posição estratégica nas organizações. Neste novo cenário os consumidores passaram da compra em grandes quantidades e com menor frequência para a aquisição em lotes menores e com maior fracionamento de produtos, o que acaba por exigir uma frequência de compra maior (ROODBERGEN; VIS, 2009).

Essa mudança de comportamento por parte dos clientes possibilita que eles trabalhem com níveis de estoques menores. Em contrapartida exige entregas mais rápidas e frequentes, maior agilidade nas operações, maior confiabilidade, melhor nível de serviço e menor tolerância a erros por parte da empresa fornecedora. Sendo assim, para que as empresas consigam atender essas novas exigências de mercado é de suma importância a confiabilidade nas operações logísticas, principalmente nas de armazenagem e distribuição, bem como o alinhamento entre todos os elos da cadeia produtiva.

Dessa forma, a presença de um gerenciamento de armazém eficiente e eficaz é essencial para que se consiga maior confiabilidade e produtividade nas atividades de armazenagem. Isso se deve ao fato do processo de gerenciamento de estoque ser complexo e englobar inúmeros fatores até a obtenção de um armazém que opere de maneira eficaz, necessitando da definição clara dos processos, fluxos de materiais, pessoal e informação. Nesse sentido, as empresas estão se apoiando nas Tecnologias da Informação (TI), para que assim consigam atender as novas exigências de mercado, através de um melhor fluxo de materiais e informações, o que

possibilita maior controle sobre os processos e acuracidade nas informações de estoque.

Com foco no armazenamento, umas das tecnologias utilizadas é o *Warehouse Management System* (WMS), a qual pode ser aplicada em centros de distribuição e armazéns. O objetivo dessa tecnologia é melhorar o fluxo de materiais garantindo assim maior controle das operações, bem como maior confiabilidade e acuracidade nas informações referentes ao estoque. Percebe-se assim que as atividades de armazenagem precisam ser bem gerenciadas para que se possa atender com qualidade e eficiência seus clientes.

Neste contexto, o presente trabalho busca identificar pontos de melhoria no gerenciamento do armazém em análise a fim de torná-lo mais produtivo e confiável.

1.1 PROBLEMA

Quais as melhorias necessárias no gerenciamento do armazém em análise a fim de aumentar a produtividade e confiabilidade das operações?

1.2 JUSTIFICATIVAS

A eliminação de fronteiras e a alta competitividade são realidade no mercado de consumo atual. Com a globalização as alterações de cenário são constantes e as demandas menos estáveis, visto que novos produtos são lançados diariamente e os clientes estão mais exigentes e com necessidades cada vez mais urgentes. Nesse contexto a sustentação das empresas no mercado está relacionada à conquista e a manutenção de clientes, ou seja, o foco no cliente passa a ser tão importante quanto à produção dos bens ou serviços. Assim a logística se destaca como área estratégica na agregação de valor junto ao cliente e na obtenção de vantagens competitivas (COIMBRA; DANTAS, 1998).

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP), a logística é um processo responsável por fornecer ao cliente aquilo que ele deseja, através do planejamento, implementação e controle de fluxos eficientes de materiais

desde o ponto de origem até o ponto de consumo (CSCMP, 2013). Além de entregar no tempo certo com as quantidades e qualidades propostas, a alta competitividade desafia as organizações a satisfazerem os consumidores com baixos custos associados. Isso exige da logística empresarial praticar ações para aumentar a produtividade operacional e tomar de decisões assertivas quanto a transporte, armazenagem e movimentações (SAKAI, 2005), uma vez que os custos logísticos, segundo Bowersox e Closs (2001), representam de 5% a 35% do valor das vendas, o que evidencia a relevância e responsabilidade da atividade logística para a organização.

Em relação ao transporte, o Brasil gera altos custos por carga devido às vastas dimensões geográficas do país, às restrições dos modais de transporte e aos altos valores de combustível e tributações (SAKAI, 2005). Sendo assim, as empresas buscam o equilíbrio entre o nível de atendimento e os custos obtidos através da gestão da logística interna, com foco nas movimentações e operações que estão sob o controle da própria organização. Com isso o gerenciamento de armazéns mostra-se uma importante ferramenta para atingir tais objetivos (TINELLI, 2013).

As principais atividades em um armazém incluem o recebimento, a movimentação, a estocagem, a separação e a expedição de materiais (CHIANG; LIN; CHEN, 2011). Segundo Chiang, Lin e Chen (2011), os custos com mão de obra e o nível de serviço do armazém são limitados pelo desempenho da atividade de separação, visto que é considerada a mais onerosa do fluxo. Nesse contexto os autores citam alguns métodos abordados em estudos anteriores para diminuir o impacto dos custos desta atividade, tais como a definição de um *layout* adequado, a determinação de uma rota de separação de pedidos, o zoneamento de armazém ou ainda a atribuição de ordens a lotes. Além das decisões sobre separação de pedidos, o gerenciamento de armazéns deve controlar as demais atividades do fluxo de materiais, assim como otimizar os recursos disponíveis para realizá-las (MOURA, 2008).

Diante das exigências do mercado e da variedade e da quantidade de informações recebidas sobre os materiais, pedidos e clientes o gerenciamento de armazéns torna-se mais complexo e de difícil controle. Segundo Banzato (2005), as decisões rápidas e racionais são determinantes para um armazém eficiente. Dessa forma crescem o desenvolvimento e a aplicação da TI associada a equipamentos, mão de obra e ferramentas já consolidadas (como a curva ABC) de modo a transmitir

rapidamente as informações e aumentar a eficiência das operações. O WMS, sistema abordado neste trabalho, é um exemplo de sistema com funcionalidades em todas as etapas do fluxo de materiais dentro de um armazém. Ele utiliza tecnologia de radiofrequência e leitura de código de barras com o objetivo de fornecer informações em tempo real, reduzir divergências de inventário, otimizar os espaços disponíveis, reduzir erros operacionais e otimizar mão de obra e equipamentos (BANZATO, 2005).

Apesar dos benefícios apontados pelos estudos na área e a importância para o resultado global das empresas, percebido em lucro líquido, ainda há desconhecimento sobre as alternativas fornecidas pelo mercado para gerenciar as atividades de um armazém (BANZATO, 2010). Além disso, fatores como elevado investimento inicial, resistência a mudança e planejamento são pontuados por estudos anteriores como dificuldades que reduzem o sucesso da aplicação de sistemas que utilizam TI (SORIANO, 2013).

Diante da importância do gerenciamento de armazéns e das vantagens pontuadas pela aplicação da TI no fluxo de materiais, esta pesquisa mostra-se como uma oportunidade de melhorias para a empresa alvo do estudo. Além disso, essa pesquisa possui relevância pela aplicação prática de conceitos difundidos pela literatura e por estudos anteriores na área.

1.3 OBJETIVOS

Nesta seção é apresentado o objetivo geral do presente trabalho juntamente com seus objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho tem por objetivo aumentar a produtividade e a acuracidade das informações de estoque no almoxarifado de uma empresa do setor de soluções para construção civil por meio da ampliação e melhoria do WMS no setor.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como forma de atingir o objetivo geral definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar os pontos críticos do fluxo atual;
- b) Selecionar os novos materiais a serem cadastrados em WMS;
- c) Propor as alterações para a situação futura do fluxo;
- d) Implementar as alterações propostas;
- e) Avaliar as melhorias alcançadas.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente trabalho está direcionado para a área logística com foco nas atividades de armazenagem, mais precisamente na utilização da tecnologia WMS para o gerenciamento de armazéns. O objeto de estudo é o setor de almoxarifado da matriz de uma multinacional brasileira da área de soluções para construção civil situada na cidade de Joinville-SC.

O almoxarifado realiza a entrada de todas as Notas Fiscais (NF) na planta, contudo nem todos os materiais permanecem armazenados no setor. Os itens chamados de consumo são destinados diretamente ao setor ou responsável pela compra, enquanto os estocáveis são aqueles que permanecem armazenados até que um cliente interno realize o pedido. O estudo volta-se para os materiais estocáveis que são: matérias-primas, insumos, produtos semiacabados e materiais de manutenção. Contudo os materiais de manutenção não foram englobados no estudo, pois estes itens são armazenados em locais específicos, fechados em armários internos e, além disso, as requisições para esses itens são feitas conforme Ordem de Serviço (OS) e por isso não estão no escopo do WMS. Além desses itens, a matéria-prima base para o processo – resinas plásticas – foram desconsideradas na análise, visto que sua armazenagem é feita em silos distribuidores anexos a fábrica e assim não há necessidade de serem ampliadas para o WMS.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi estruturado em seis capítulos, sendo que nesse primeiro contextualizou-se o tema de estudo e apresentou-se as justificativas de abordagem e os objetivos da pesquisa. O Capítulo 2 apresenta o embasamento teórico sobre a área de estudo e está dividido em seções de acordo com as subáreas de interesse, sendo estas: logística, armazenagem, gestão de armazenagem e TI. No Capítulo 3 é apresentada a metodologia empregada para a aplicação da presente pesquisa enquanto que no Capítulo 4 são expostas as análises realizadas a respeito do objeto de estudo antes da execução do projeto juntamente com as propostas de melhoria. O Capítulo 5 apresenta a análise dos resultados juntamente com descrição da situação atingida e a comparação com a situação encontrada inicialmente. Para finalizar, o Capítulo 6 aborda as conclusões do presente trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A logística é considerada nos dias de hoje uma área de relevância para as organizações, uma vez que está associada à obtenção de vantagem competitiva e a possibilidade de redução de custos (TINELLI, 2013; NOVAES, 2015). Dentre as atividades logísticas está a de armazenagem, a qual é vista com potencial para redução de custos, além de ser essencial no atendimento ao cliente. Dessa maneira as organizações estão fazendo uso das TI a fim obterem um gerenciamento de armazém mais eficaz e eficiente (BANZATO, 2005).

Sendo assim este capítulo apresenta a fundamentação teórica para o presente trabalho, sendo abordado inicialmente a área logística para então se aprofundar nos conceitos de armazenagem, gestão de armazenagem e tecnologia da informação.

2.1 LOGÍSTICA

A atividade logística teve seu início com o surgimento das primeiras civilizações, as quais tinham a necessidade de transportar e armazenar mercadorias (SORIANO, 2013). Entretanto, os conceitos logísticos foram aplicados primeiramente na área militar para melhor alocar os recursos em períodos de guerra, onde o objetivo era garantir que os mesmos estivessem disponíveis nas quantidades adequadas e nos locais certos, para assim vencer as batalhas (MARTINS; ALT, 2009).

Os conceitos logísticos se expandiram para o âmbito empresarial devido à necessidade de melhor atender os clientes. Com isso as organizações buscaram melhorar seu nível de serviço através de um melhor planejamento, organização e controle das atividades de armazenagem e movimentação (BALLOU, 1993).

Entretanto, por muito tempo as atividades logísticas foram associadas a transporte e armazenagem. Mas este cenário sofreu alterações e hoje a área logística é vista como um dos elementos chave na formulação da estratégia competitiva das empresas (NOVAES, 2015).

Sendo assim, o CSCMP (2013) afirma que:

A gestão logística é a parte do gerenciamento da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla de forma eficiente e efetiva os fluxos diretos e

reversos, o armazenamento de bens, os serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo para atender às necessidades dos clientes.

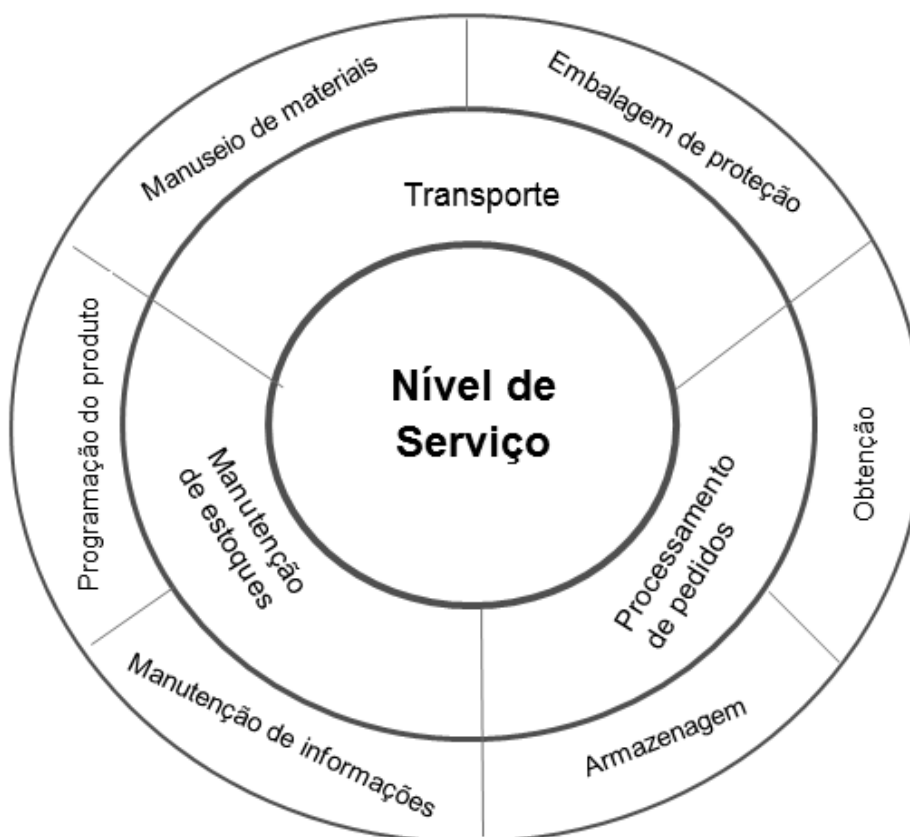
Essa incorporação da logística nas decisões estratégicas ocorreu devido à mudança de comportamento dos consumidores, os quais passaram a exigir entregas mais rápidas, maior disponibilidade dos produtos e maior agilidade no processamento de pedidos, tolerando então uma menor taxa de erros o que acirrou a competitividade entre as empresas (BALLOU, 2006).

Somado a este novo cenário, tem-se que a área logística é uma das mais custosas para as organizações. Segundo Bowersox e Closs (2001) grande parte do custo final do produto é resultante de atividades logísticas, sendo que estimativas mostram que os gastos com logística podem variar de 5% a 35% do valor das vendas, o que confirma a importância estratégica da área logística para as empresas.

Diante de um panorama em que a competitividade de mercado aumenta e a redução de custos, principalmente os logísticos pela sua alta influência no valor final do produto, é tida como um dos principais objetivos das empresas, a logística revela-se como uma área estratégica para as organizações. Ela é capaz de criar vantagem competitiva para as empresas que conseguem utilizar a competência logística para oferecer melhores níveis de serviço para seus clientes, uma vez que o principal objetivo e também desafio da logística é equilibrar o nível de serviço desejado pelo cliente com os custos logísticos (MUSSETTI, 2001; BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Para que a logística consiga disponibilizar os produtos e serviços no local e no momento em que são necessários, atingindo assim seu objetivo principal, conforme mencionado por Bowersox e Closs (2001), existem várias atividades e operações que precisam ser executadas, bem como definir o início e o fim de cada uma delas (SORIANO, 2013). As atividades consideradas de importância primária para a logística são, conforme Ballou (1993), transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos. Para o autor essas atividades são primárias ou por serem as que mais interferem no custo logístico ou por serem essenciais para o cumprimento do objetivo logístico. Mas essas atividades são apoiadas por outras para que a logística consiga desempenhar seu papel, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Relação entre as atividades logísticas



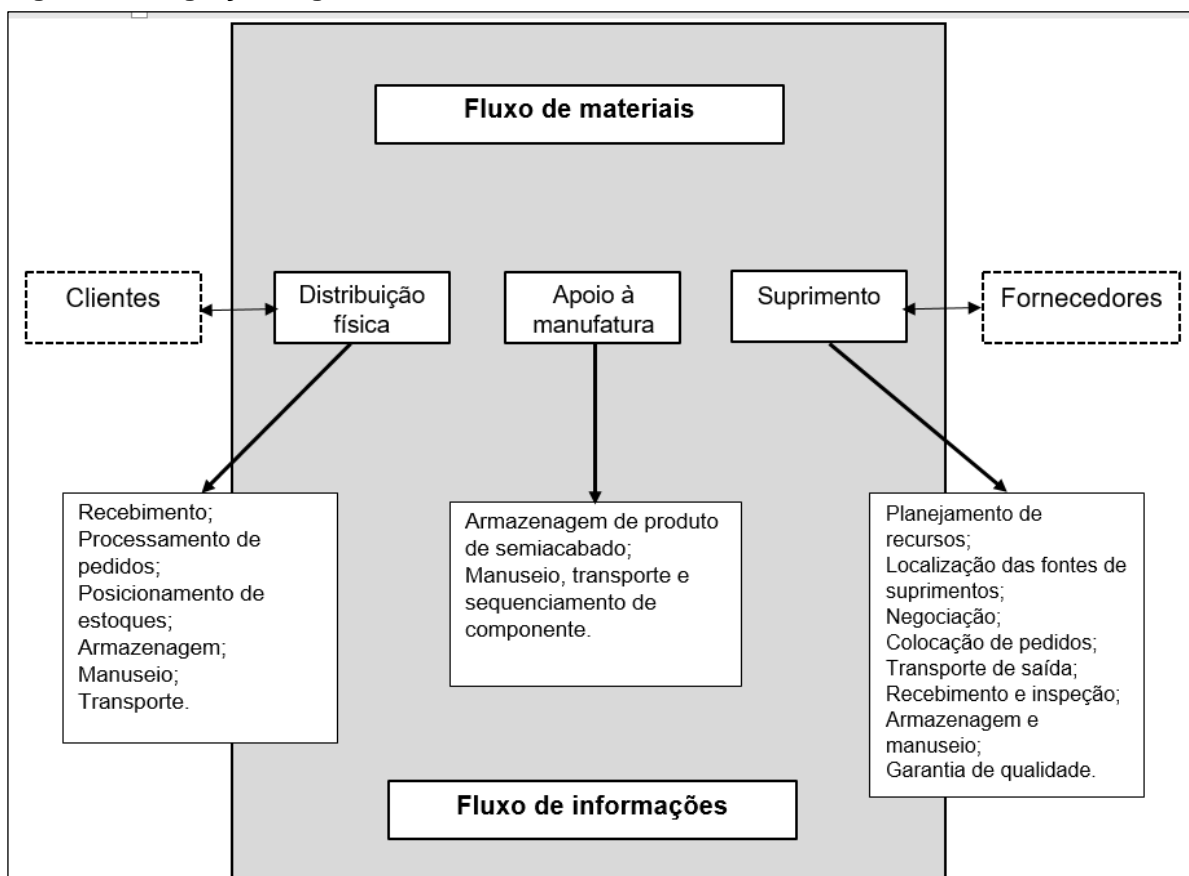
Fonte: Adaptado de Ballou (1993)

Conforme pode ser observado na Figura 1 as atividades primárias necessitam das atividades de apoio para que se alcance o nível de serviço mais próximo do requerido pelo cliente. A integração entre todas as atividades logísticas é fundamental para que as organizações obtenham melhores resultados e gerem vantagem competitiva. Para Bowersox e Closs (2001), o desempenho integrado e coordenado das operações logísticas é fundamental para a obtenção de vantagens estratégicas. Sendo assim o paradigma fundamental da logística se ampara no fato de que o desempenho integrado produz melhores resultados que o gerenciamento individual das operações.

A integração logística se relaciona com todos os níveis organizacionais, sendo eles operacional, tático e estratégico, com isso reúne os conhecimentos necessários que, se observados através de uma visão inter e multidisciplinar, podem auxiliar as organizações a se posicionarem no mercado de forma competitiva (MUSSETTI, 2001). Dessa maneira ela é indispensável para que as organizações consigam se posicionar estrategicamente no mercado e então alcancem suas metas de desempenho.

Portanto, pode-se considerar a integração das atividades como um pré-requisito fundamental, mas não suficiente, para garantir que o objetivo logístico seja atingido. Sendo assim, Bowersox e Closs (2001) afirmam que para as metas serem eficazmente alcançadas é necessário agregar não somente as atividades logísticas internas às organizações, mas também envolver os clientes e fornecedores, já que estes são essenciais para que o processo logístico ocorra. Essa extensão da integração para os clientes e fornecedores é denominada pelos autores de gerenciamento da cadeia de suprimentos e é apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Integração Logística



Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2001)

O gerenciamento da cadeia de suprimentos, ou *Supply Chain Management* (SCM), é visto por alguns como sinônimo de logística integrada. Contudo, há também quem considere que o SCM não é apenas a extensão da integração dos clientes e fornecedores às atividades logísticas internas, mas acaba por ultrapassar a logística integrada, relacionando também marketing, logística e produção (BALLOU, 2006). Dessa maneira Ballou (2006, p.29) define cadeia de suprimentos como sendo um

“conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, entre outros.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor”.

O envolvimento dos clientes e fornecedores nas atividades logísticas é fundamental, uma vez que o cliente é responsável por ativar o fluxo logístico, os fornecedores por fornecerem os insumos necessários para a fabricação do produto acabado e a logística por mediar esse fluxo. Dessa maneira o pedido realizado pelo cliente é a informação que irá ativar todo o fluxo de materiais e informações sob o qual a gestão da cadeia de suprimentos atuará, buscando alinhamento entre todos os elos da cadeia (SORIANO, 2013).

Conforme observado na Figura 2, Bowersox e Closs (2001) dividem as atividades logísticas em três áreas, as quais são explicadas a seguir.

- **Distribuição física:** responsável por todas as atividades necessárias para que o produto acabado chegue até o cliente, conectando assim a empresa aos clientes;
- **Apoio à manufatura:** responsável por gerenciar o estoque em processo durante as fases de fabricação, realizando todas as movimentações necessárias a fim de garantir que o produto final seja produzido;
- **Suprimento:** responsável pela compra, recebimento, e organização da entrada dos materiais e componentes provenientes dos fornecedores, interligando assim a organização aos fornecedores.

O sincronismo dessas três áreas é fundamental para o gerenciamento integrado do fluxo de materiais e de informações, pois auxilia a logística a gerenciar estrategicamente toda movimentação e armazenagem (BOWERSOX; CLOSS, 2001). As atividades de transporte e manutenção de estoques exercem grande influência no custo logístico final, sendo que cada uma delas pode representar de metade a dois terços do custo final da área logística (BALLOU, 2006).

A armazenagem é uma das áreas com potencial para redução de custos, uma vez que a pressão para redução dos estoques está cada vez maior devido aos custos associados à sua manutenção (SORIANO, 2013). Em contrapartida, a mudança no comportamento dos clientes, os quais estão cada vez mais exigentes, não tolerando atrasos na entrega e indisponibilidade do produto, bem como passaram a utilizar níveis de estoque menores, comprando então em menores quantidades, implica em cadeias mais responsivas, ou seja, com maiores estoques. Percebe-se assim que as

empresas buscam minimizar os estoques a fim de reduzir os custos com armazenagem, mas precisam equilibrar isso com o nível de serviço a ser oferecido ao cliente, sendo assim é necessário balancear responsividade com eficiência (FLEURY; WANKE; FIGUEREDO, 2000; CHOPRA; MEINDL, 2011).

A exigência dos consumidores no fim da cadeia de suprimentos faz com que elos fornecedores trabalhem com estoques para garantir satisfação e atendimento. Ballou (2006) aborda dois aspectos pelos quais os estoques são mantidos em algum nível pelas empresas: melhorar o nível de serviço ao cliente e reduzir custos. O melhor nível de atendimento é visto pela disponibilidade de produtos ou serviços assim que os clientes desejam, o que evita desequilíbrios entre oferta e demanda e supera as expectativas dos consumidores. Já a redução de custos é obtida devido a baixos custos de transformação com a produção de lotes econômicos, a economia de compra através de descontos ou antecipação ao aumento de preços. Dessa maneira a empresa prepara-se para fenômenos não planejados como greves, desastres naturais e problemas com fornecedores (BALLOU, 2006).

Em contrapartida, os altos níveis de estoque influenciam negativamente no capital de giro e restringem investimentos em demais áreas da empresa. Os estoques exigem infraestrutura como local, equipamentos, mão de obra para as atividades operacionais e um fluxo de informações bem desenhado. Ballou (2006) aborda três classes de custos importantes no dimensionamento de estoques, que são os custos de aquisição, o custo de falta de estoques (relacionado à perda de clientes devido ao não atendimento) e o custo de manutenção. O autor estima que os custos de manutenção de estoques representam de 20% a 40% do seu próprio valor por ano. Esses custos podem ser subdivididos em custos de capital, ou seja, o valor imobilizado com o estoque; custos de serviços de estocagem que envolve os impostos e seguros pagos; custos dos riscos de estocagem associados a roubos e obsoletos; e, por fim, custos de espaço, que englobam os gastos com o local onde o material será armazenado e as operações que serão realizadas.

O nível ideal de estoque é determinado pelo ponto de equilíbrio do *trade off* entre o custo de mantê-lo e gerenciá-lo e o nível de atendimento ao cliente. Ou seja, quando os custos relacionados ao estoque são compensados pelo retorno em faturamento. Custos muito reduzidos que resultam em baixo atendimento não representam lucratividade, assim como um nível de atendimento muito alto associado

a altos custos também não, por isso as decisões devem estar alinhadas com a estratégia global da organização.

2.2 ARMAZENAGEM

Tendo em vista que a eliminação total de estoques não é realidade no contexto da cadeia de suprimentos, o armazém é um componente essencial para qualquer cadeia de abastecimento, assim como seu gerenciamento (PORTER, 1986). O armazém é o local destinado à guarda dos materiais até o momento de serem utilizados pela empresa ou expedidos ao cliente. Segundo Gonçalves (2008) a existência desse local, normalmente de grande área, é justificada pelas exigências de clientes em relação aos prazos de entrega, visto que o nível de atendimento é dado pela entrega no momento certo, com as quantidades exatas e qualidade garantida.

Sendo o armazém o espaço físico, as atividades ali desempenhadas referem-se à armazenagem. A armazenagem é uma função logística de apoio que dá suporte às atividades primárias e assim garante o sucesso no atendimento ao cliente (BALLOU, 2006). Pozo (2016) a define como um processo de administração da área necessária para manter os estoques e com uma abordagem semelhante Moura (1997) diferencia os termos armazenagem e estocagem, muitas vezes usados como sinônimos. O primeiro é uma denominação genérica que inclui as atividades de um ponto destinado a guardar temporariamente materiais até a distribuição destes, enquanto a estocagem é uma das atividades no fluxo de materiais que diz respeito à locação estática do material dentro do armazém.

Sem distanciar-se das abordagens vistas pelos autores anteriores, Rodrigues (2007) complementa a definição pontuando algumas finalidades e responsabilidades do processo de armazenamento. Segundo o autor, a armazenagem é a determinação de um local adequado e seguro onde os materiais serão guardados para posterior movimentação eficiente, sem que a integridade física destes seja comprometida.

Recentemente vê-se uma maior abrangência para essa área da logística, sem perder sua responsabilidade em relação à guarda e preservação dos materiais. As demandas mais exigentes tornaram a armazenagem presente nas decisões estratégicas da empresa, já que é um dos elos que garante melhor resultado junto ao

cliente. Banzato (2010) cita a racionalização do espaço e a administração do tempo, fatores antes não analisados, como questões a serem incorporadas na armazenagem. Wanke (2010) afirma que a área de armazenagem deixa de ser vista como um custo associado à guarda de estoques para ser vista como um instrumento de competição que viabiliza a melhor gestão do fluxo físico e de informações dentro do armazém.

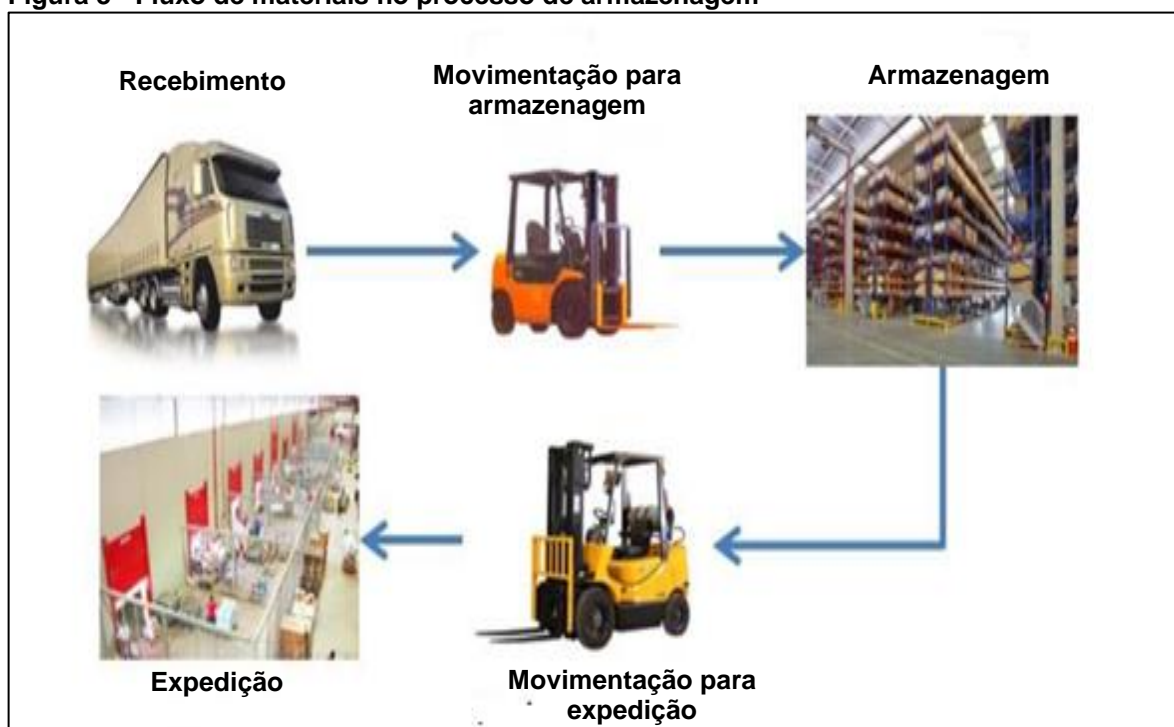
A importância dessa etapa da cadeia aumentou conforme a logística conquistou destaque como uma área de agregação de valor. Segundo Barros (2005) a relevância da armazenagem está resumida no fato de ser um sistema de abastecimento que serve de base para a uniformidade e continuidade do fluxo logístico e, dessa forma, é parte essencial no atendimento, além de agregar valor ao produto.

Se analisadas obras do início dos anos 2000 encontra-se o foco da armazenagem em redução de custos principalmente com transporte, em que as decisões e variáveis de um armazém estavam voltadas a diminuir roteiros de cargas e otimizá-las. Percebe-se essa tendência quando Ballou (2006) dividiu o sistema de armazenagem em duas funções básicas: estocagem e manuseio de materiais afirmando que a estocagem permite a manutenção (guarda e proteção) dos estoques, a consolidação de cargas pequenas em cargas maiores, além de ser um ponto de fracionamento ou combinação de produtos para posterior destinação. Enquanto isso o manuseio tem as funções de carga e descarga e as movimentações para estocagem e para atendimento de pedidos.

Pesquisas mais recentes abordam o modelo *Just In Time* (JIT), as demandas fracionadas e mais frequentes. Isso exige que os armazéns adequem suas operações com foco nos clientes, sendo assim processos de fracionamentos e reembalagem de materiais foram incorporados, além de criar procedimentos para redução de erros na separação de pedidos. Assim o gerenciamento e a otimização dos armazéns, apesar da armazenagem ser considerada atividade de apoio, obtêm grande importância para toda a cadeia logística da empresa (DOLAVALE, 2010).

No dinamismo de suas funções o armazém consiste basicamente em receber, movimentar, estocar, separar e expedir materiais (TRINDADE, 2016). Soriano (2013) desenha o fluxo de materiais com base nas etapas determinadas por Martins (2006) conforme a Figura 3.

Figura 3 - Fluxo de materiais no processo de armazenagem



Fonte: Soriano (2013, p.32)

O recebimento e a expedição são as duas pontas do fluxo de materiais em um armazém. Essas operações envolvem atribuições de caminhões às docas e o planejamento das atividades de carga e descarga. As decisões básicas envolvidas nessas operações dizem respeito à determinação do *layout* das docas e alocação de recursos para o manuseio de materiais, tanto para recebê-los quanto para expedi-los. A tomada de decisão é limitada pelo nível de conhecimento prévio sobre as remessas de entrada e saída. Sendo assim as informações referentes às cargas, ao tipo de material, cronograma de serviço e informações sobre os pedidos são muito importantes para que as operações sejam concluídas adequadamente, sem interferir nas demais atividades do armazém (GU; GOETSCHALCKX; MCGNNIS, 2007).

O recebimento de materiais possui ainda a responsabilidade de aprovação da entrada dos materiais, ou seja, a realização de conferência para verificar se o material que está entrando no armazém diz respeito ao que está apontado nos documentos (nota fiscal). Por outro lado a expedição possui a responsabilidade de faturar o material para sua saída do armazém, sendo responsável por gerar os documentos fiscais necessários.

Para expedir um material é necessário separá-lo conforme o cliente pediu, seja um cliente interno no caso de almoxarifados ou clientes externos. Essa atividade

de separação, chamada também de *picking*, mostra-se altamente onerosa devido à demanda de mão de obra e ao tempo para sua realização (SORIANO, 2013). Além disso, é uma atividade vulnerável a erros humanos como a troca de produtos e a separação de maior ou menor quantidade, erros que se refletem diretamente na satisfação do cliente.

O armazenamento é responsável por alocar os materiais aos seus locais pré-definidos. Segundo Gu, Goetschalckx e McGinnis (2007), o armazenamento está atrelado a três questões básicas: a quantidade de estoque a ser mantida no armazém; a frequência de reabastecer o estoque de um produto, definida pelo ponto de reposição; e, por fim, a localização do material no armazém.

As movimentações estão relacionadas ao manuseio de materiais, que segundo Ballou (2006) é uma das funções da armazenagem. Pozo (2016) afirma que essa atividade envolve as movimentações de materiais, que podem ser de estoques de matéria-prima ou de produtos acabados, pode ser também a transferência de materiais do estoque para o processo produtivo ou deste para o estoque de produtos acabados ou, ainda, a transferência de um depósito para outro. As movimentações são atividades necessárias para que o fluxo se complete, assim como os equipamentos que a viabilizam (empilhadeiras, paleteiras, jacarés, etc.), porém não agregam valor e, por isso, devem ser minimizadas. Assim haverá redução do tempo de atendimento e também no custo envolvido, visto que movimentação demanda tempo, mão de obra e desgastes quando envolve equipamentos.

O Quadro 1 traz um resumo das principais atividades observadas na teoria e levantadas pela experiência prática dos autores para cada uma das operações que compõem a armazenagem, desde o recebimento até o ponto de expedição onde os materiais saem do controle do armazém. Percebe-se que essas atividades não estão envolvidas apenas com questões físicas e sistêmicas de materiais, mas também com questões fiscais relacionadas às NF que estão vinculadas a entrada e a saída.

Quadro 1 - Principais atividades das operações de um armazém

Operação	Principais atividades desempenhadas
Recebimento	<ul style="list-style-type: none"> • Receber notas fiscais; • Descarregar os materiais; • Paletizar; • Conferir os materiais; • Dar entrada do material no estoque;
Movimentações	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentar o material até o seu local de armazenamento; • Transferências; • Movimentações para rota de <i>picking</i>; • Envio de material para cliente interno; • Reabastecer posições.
Armazenagem	<ul style="list-style-type: none"> • Guarda do material no seu local definido previamente; • Preservação do material.
Expedição	<ul style="list-style-type: none"> • Separação do pedido; • Reembalar/formar kits; • Definir doca de carregamento; • Criar documentos necessários; • <i>Checkout</i>; • Carregar.

Fonte: Autoria Própria (2017)

2.3 GESTÃO DA ARMAZENAGEM

Segundo Moura (1997), um armazém tem o objetivo de maximizar o uso efetivo de recursos sem deixar de atender seus clientes. O autor afirma ainda que todo armazém tem três recursos escassos: espaço, equipamentos e pessoas. Moura (1997) complementa que o propósito de qualquer armazém é fornecer estoques de materiais ou produtos certos, na quantidade exata, no tempo desejado e com o menor custo possível. Dessa forma a gestão da armazenagem responsabiliza-se por controlar todas as operações que dizem respeito ao fluxo de materiais e de

informações dentro de um armazém (TINELLI, 2013) para torná-lo mais confiável e produtivo.

Segundo Moura (2008) o processo de armazenagem está se tornando verdadeiramente complexo, o que fez crescer o número de estudos nesse campo para aumentar a produtividade da superfície e do espaço e melhor aproveitar o armazém. As decisões da gestão de armazéns englobam todas as suas operações analisando-as de forma a otimizar os recursos, considerados por Moura (1997) escassos (o espaço físico, a mão de obra e os equipamentos).

A alocação dos materiais no armazém diz muito sobre sua produtividade. Por esse motivo a definição do local onde o produto será armazenado e todo o *layout* são fatores que resultam em operações mais ágeis, principalmente pela redução de movimentações para realizá-las (BALLOU, 2005). Há três formas de definir o local para os materiais: a primeira diz respeito ao conhecimento do operador; a segunda se trata da determinação de uma posição fixa para cada *Stock Keeping Unit* (SKU); a terceira forma é o posicionamento aleatório que torna o armazém dinâmico e permite acompanhar a situação atual do giro de estoque. Para ser aplicada essa última forma é necessária tecnologia da informação, assunto que será abordado na próxima seção deste trabalho (DIAS, 2012).

Ballou (2006) afirma que a definição do *layout* depende do giro do estoque no armazém. Ele afirma que para armazéns de baixo giro a principal configuração deve ser para estocar os materiais e, assim, o empilhamento pode ser tão alto quanto possível, os corredores podem ser estreitos, pois o tempo para movimentar esses estoques é compensado pelo menor espaço para armazená-lo. Em contrapartida, quando o giro de estoque é alto e os pedidos exigem fracionamento esse modelo não convém, pois aumenta muito as movimentações. Nesse caso o autor propõe um *layout* de armazém com espaços destinados à estocagem e outra área destinada à separação de pedidos (*picking*), sendo que a área de estocagem abastece a área de *picking*. Assim é possível obter uma otimização do volume com a estocagem e uma redução das movimentações no *picking*, pois as alturas das prateleiras de separação devem estar ao alcance dos separadores.

A escolha dos equipamentos de movimentação também se apresenta como decisão importante na gestão do armazém. Equipamentos manuais normalmente são flexíveis em suas operações e baratos, porém exigem bastante mão de obra especializada para sua utilização. Os equipamentos mistos representam aumento de

eficiência no manuseio de materiais, visto que aumentam o rendimento da hora trabalhada. O principal exemplo de equipamento misto é a empilhadeira mecânica. Existem ainda os equipamentos automatizados e controlados por computadores, altamente eficientes sem necessitar mão de obra para sua operação, porém envolve alto investimento (BALLOU, 2006).

Além disso, as decisões em relação à política de estoques também mostram-se relevantes para o gerenciamento de armazéns. Essas decisões envolvem outros departamentos das organizações, como planejamento de produção, finanças, planejamento estratégico e vendas visto que a manutenção de estoques envolve nível de atendimento e custo. Assim, tanto o nível mínimo quanto o nível máximo devem ser determinados levando em consideração a previsão de vendas e as estratégias para atuação no mercado (DIAS, 2012).

As novas TI viabilizam sistemas que auxiliam na tomada de decisão considerando as variáveis (*layout*, equipamentos de manuseio, estrutura de estocagem, sistema informatizado e mão de obra disponível) para obter um armazém eficiente e produtivo. Dessa forma a próxima seção irá abordar esse tema juntamente com o WMS, sistema foco do trabalho.

2.4 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A TI é vista pelas organizações como uma importante aliada para se alcançar uma gestão de armazenagem mais eficiente (BOWERSOX; CLOSS, 2001). A eficiência nas atividades logísticas é de suma importância para as organizações, uma vez que os clientes estão exigindo maior agilidade nas operações pelo fato de estarem trabalhando com níveis de estoques menores, o que recai em menor tempo de resposta por parte dos fornecedores (BOWERSOX; CLOSS, 2001; SORIANO, 2013).

Nesse sentido, devido ao fato da competitividade estar cada vez mais acirrada, do nível de exigência dos clientes estar mais alto e da busca constante por redução de custos, as organizações necessitam de maior eficiência nas operações logísticas. Para isso passaram a utilizar a TI em suas atividades, dentre elas a de armazenagem (BANZATO, 2005; NOVAES, 2015).

Sahin e Dallery (2009) mencionam que as organizações buscam intensificar o controle da informação e do fluxo de material para conseguirem sobreviver a essa intensa e acirrada competição que é baseada em melhorar nível de atendimento com mínimo custo. Complementando, Gu, Goetschalckx e Mc-Ginnis (2007, p.1) afirmam que “a competição existente no mercado gera a necessidade de uma contínua melhoria no planejamento e operacionalização das áreas de produção e operação”.

Devido a essa mudança no cenário, as organizações tiveram a necessidade de um melhor monitoramento da produção, através de relatórios gerenciais e sistemas computacionais, o que permite rastrear os itens produzidos e corrigir erros de processo, impedindo que cheguem ao cliente (CANDIDO, 2013). Neste novo contexto as informações passaram a receber maior atenção e a serem melhor tratadas devido à importância que as mesmas possuem no controle e no acompanhamento das atividades de qualquer área, uma vez que é a partir delas que todo fluxo acontece. Sendo assim, para melhorar gestão das informações, fez-se uso da tecnologia (SORIANO, 2013).

A TI é vista atualmente como um fator de importância para o sucesso das empresas, uma vez que pode gerar vantagem competitiva se vinculada com a estratégia de negócio da organização. Entretanto, por si só não garante diferenciação, já que pode ser utilizada por qualquer empresa (LAURINDO, et al., 2001; BRANSKI; LAURINDO, 2013). Com foco na área logística, as organizações buscam, a partir das TI, uma gestão de armazenagem mais eficiente, a qual contribui para a redução de custos e para o aumento de produtividade, sendo que estes são objetivos almejados pela maioria das organizações (YAO; DRESNER, 2008).

Para Branski e Laurindo (2013, p.255):

A TI constitui uma das bases da gestão integrada da logística, oferecendo infraestrutura de apoio e os diversos aplicativos que possibilitam a integração e coordenação dos agentes da cadeia, permitindo que as diferentes empresas possam operar como uma única organização.

Banzato (2005) divide as TI que podem ser aplicadas na área logística em cinco categorias, sendo estas: planejamento, execução, comunicação, controle e concepção. O Quadro 2 apresenta as tecnologias que fazem parte de cada categoria, exceto a de concepção, de acordo com Banzato (2005).

Quadro 2 - Divisão das TI por categorias

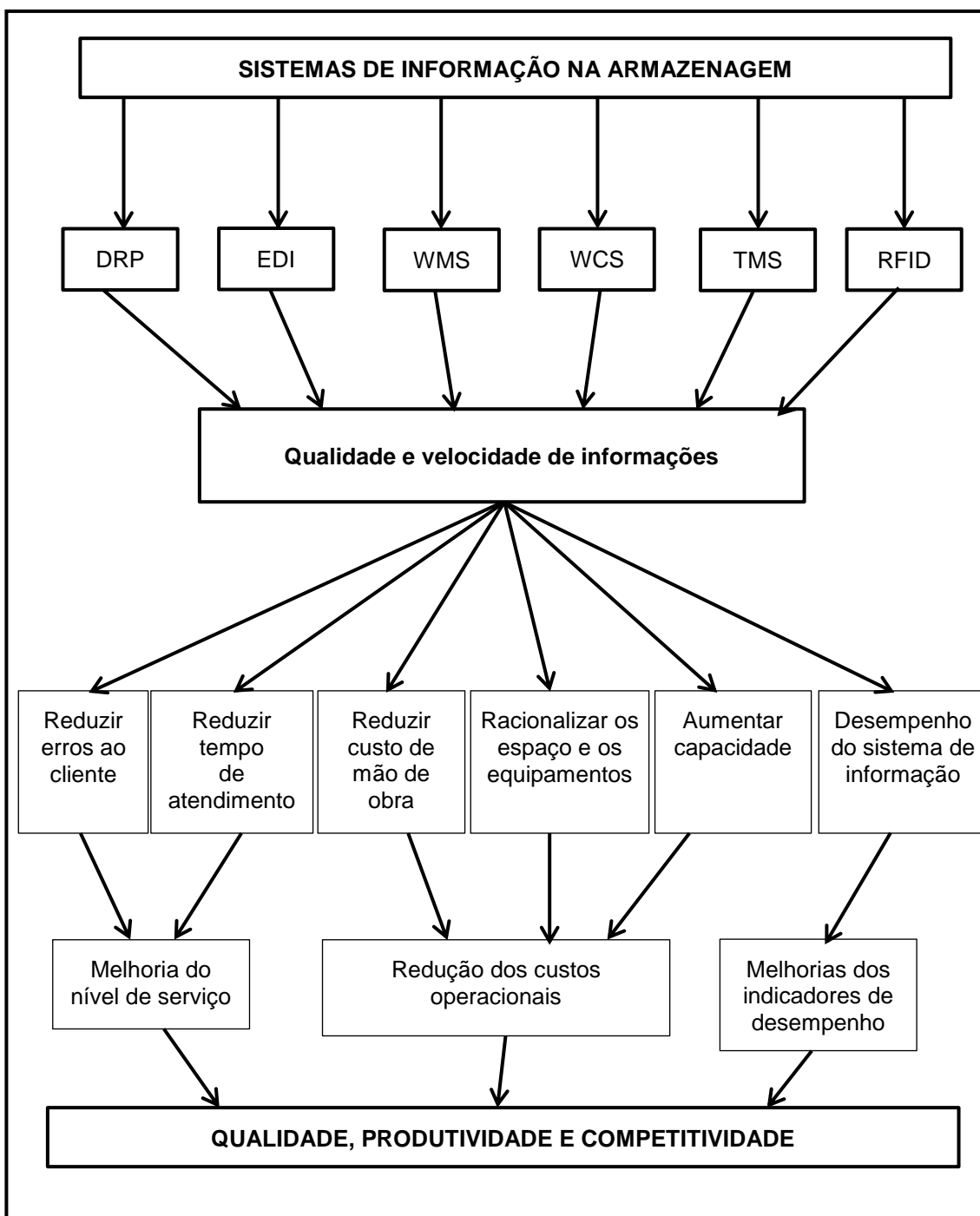
Categorias	Tecnologias
Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Advanced Planning and Scheduling (APS)</i> • <i>Customer Relationship Management (CRM)</i> • <i>Distribution Resources Planning (DRP)</i> • <i>Enterprise Resources Planning (ERP)</i> • <i>Finity Capacity Scheduling (FCS)</i> • <i>Supplier Relationship Management (SRM)</i> • <i>Material Requirements Planning / Manufacturing Resources Planning (MRP/MRP II)</i>
Execução	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Manufacturing Execution System (MES)</i> • <i>Warehouse Management System (WMS)</i> • <i>Transportation Management System (TMS)</i>
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Electronic Data Interchange (EDI)</i> • <i>Radio Frequency Identification (RFID)</i>
Controle	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Decision Support System (DSS)</i> • <i>Executive Information System (EIS)</i>

Fonte: Banzato (2005)

Com relação à categoria concepção, Banzato (2005) menciona algumas soluções automatizadas que auxiliam na concepção de projetos logísticos, uma vez que para o autor a chave para o bom desempenho logístico se inicia a partir de uma boa concepção e implementação de projetos. Nesse sentido Banzato (2005) cita os *softwares* que podem ser utilizados para desenvolver equipamentos e *layout*, simuladores que permitem analisar e corrigir erros antes da implementação, simuladores de processo de negócio, simuladores de malha logística, entre outros.

Com as mudanças de mercado e o surgimento das novas tecnologias as empresas viram a necessidade de automatizar seus armazéns, com intuito de melhorar a produtividade, flexibilidade e qualidade no serviço (MORA, et al., 2003). Banzato (2005) apresenta algumas tecnologias que podem ser aplicadas no armazenamento a fim de se melhorar a eficiência. Estas são apresentadas na Figura 4 juntamente com os benefícios com elas alcançados.

Figura 4 - Sistemas de informação na armazenagem



Fonte: Adaptado de Banzato (2005, p.52)

A partir da Figura 4 nota-se que as tecnologias são utilizadas com o intuito de obter informações mais rápidas e com maior qualidade, visando melhorar o nível de serviço, reduzir custos operacionais e melhorar indicadores de desempenho para que assim as organizações alcancem o nível de qualidade e produtividade almejadas de

maneira competitiva. Isso é possível, uma vez que se tem confiabilidade no estoque devido à acurácia das informações fornecidas a partir da utilização de tecnologias.

2.5 WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM

O WMS é uma das tecnologias mencionadas por Banzato (2005) que podem ser utilizadas para melhorar a eficiência na armazenagem. Sendo assim, tem como principal objetivo melhorar a capacidade operacional do armazém, a partir de um melhor fluxo de informações e materiais, o que resultará em melhor nível de serviço aos clientes e redução de custos (BARROS, 2005; SORIANO, 2013).

Nesse sentido Banzato (2005, p.53) define WMS como:

Um sistema de gestão de armazém, que otimiza todas as atividades operacionais (fluxo de materiais) e administrativas (fluxo de informações) dentro do processo de armazenagem, incluindo recebimento, inspeção, endereçamento, estocagem, separação de pedidos, embalagem, carregamento, expedição, emissão de documentos, inventário, entre outras.

O sistema WMS proporciona maior acuracidade nas informações e assim o tempo de localização e movimentação dos produtos é reduzido, o que resulta em um menor tempo de permanência dos produtos no armazém (ALVES, 2000). Isso é possível, uma vez que é definida a localização do material no depósito, por meio da identificação por código de barras e de um sistema de radiofrequência. Dessa maneira as informações sobre os níveis de estoque dos produtos são atualizadas instantaneamente (SPAK; FERREIRA, 2009).

Para Banzato (2005) o WMS é de suma importância para se alcançar um gerenciamento de armazém mais eficiente no qual sejam tomadas decisões rápidas e inteligentes. Para isso as organizações vêm fazendo uso das tecnologias de informações, dentre elas o WMS.

A primeira melhoria almejada com a implantação do WMS em uma empresa é a melhoria do nível de serviço ao cliente através de informações mais acuradas e menos erros operacionais, já que todas as operações são controladas pelos sistemas e não mais pelos operadores. Além do aumento no nível de serviço prestado ao cliente, as organizações buscam reduzir custos e melhorar seus indicadores de desempenho (BANZATO, 2005).

Banzato (2005) afirma que a implementação do WMS em um armazém proporciona várias melhorias e benefícios, dentre eles estão:

- Melhor acuracidade no inventário, uma vez que as informações sobre níveis de estoque são mais precisas;
- Melhor ocupação do espaço pelo fato do próprio sistema poder sugerir a localização para o armazenamento do produto;
- Redução de erros operacionais, já que o WMS trabalha com informações de qualidade, as quais são provenientes da leitura do código de barras o que assegura maior confiabilidade nas operações;
- Aumento de produtividade pelo fato das informações serem atualizadas em tempo real, o que permite maximizar a eficiência das operações;
- Implementação de inventário rotativo, que é possível devido às características e funcionalidades do WMS, o que permite eliminar os inventários físicos;
- Otimização da rota para a separação dos pedidos evitando congestionamento nos corredores;
- Melhor gerenciamento operacional, já que o WMS possibilita maior controle das atividades, o qual pode ser conferido a partir da análise dos relatórios gerenciais.

Para Alves (2000) o sistema WMS não está limitado apenas a aperfeiçoar a execução de tarefas, fluxo de materiais e informações dentro de uma organização. O mesmo pode ser expandido para toda cadeia de suprimentos, o que torna a cadeia como um todo mais competitiva e eficiente. Nesse sentido tem-se que o sistema WMS é uma moderna ferramenta gerencial que realiza o planejamento das tarefas de maneira eficiente, o que proporciona maior acuracidade nas informações e, com isso, maior controle de estoque. Mas para que sua adequação e operacionalização sejam rápidas e eficientes é preciso que o sistema esteja alinhado com a cultura e os objetivos da organização (BARROS, 2005; RODRIGUES, 2007).

3 METODOLOGIA

Para Gil (2002), a pesquisa tem objetivo de solucionar o problema proposto a partir de um método bem estruturado e racional. Sendo assim este capítulo apresenta os procedimentos, técnicas e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho, a fim de atender os objetos propostos e responder à pergunta de partida.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Gil (2002), as pesquisas podem ser classificadas quanto à natureza (pura ou aplicada), objetivos (exploratória, descritiva ou explicativa) e procedimentos técnicos (bibliográfica, documental, experimental, *ex-post-facto*, *survey*, estudo de coorte, estudo de campo, estudo de caso, pesquisa ação e pesquisa participante).

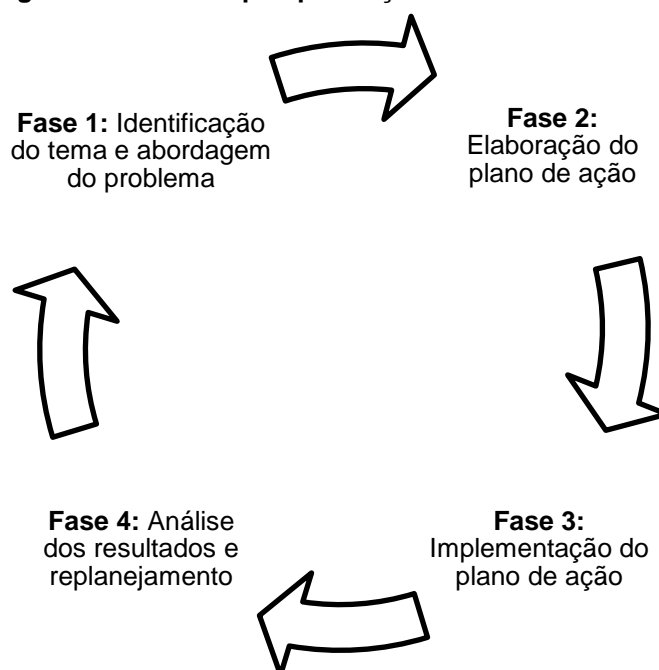
O presente trabalho está relacionado com a aplicação da tecnologia WMS no almoxarifado da empresa em estudo. Para isso, foi necessário aprofundar o conhecimento a respeito da tecnologia para que fosse possível eliminar os pontos críticos existentes e adequar o sistema a realidade do setor. Sendo assim, pode-se enquadrar o presente trabalho como pesquisa aplicada quanto à natureza, uma vez que nesse tipo de pesquisa se aprofunda o conhecimento acerca de determinado assunto com objetivo de aplicá-lo posteriormente para obter melhores resultados. Ou seja, a pesquisa aplicada possui fins práticos almejando resultados e soluções mais eficientes (GIL, 2002).

Quanto aos objetivos, pode-se classificar a pesquisa como exploratória pois, segundo Gil (2002), essa categoria de pesquisa visa obter maior familiaridade com o problema e, assim, proporcionar o aprimoramento de ideias ou incentivar a geração de novas ideias com o objetivo de resolver o problema em questão e torná-lo mais explícito. Nesse sentido que se conduziu a presente pesquisa, uma vez que o foco do trabalho foi propor melhorias em um setor de uma organização para que se alcançasse melhores resultados, principalmente com relação à produtividade e à acuracidade.

Com relação aos procedimentos, o presente trabalho se caracteriza como pesquisa bibliográfica e pesquisa ação. Classifica-se como bibliográfica, pois para a fundamentação teórica e aprofundamento quanto ao assunto da pesquisa, o trabalho se utilizou de informações disponíveis nos livros dos principais autores da área bem como em artigos científicos e teses. Os mesmos foram selecionados a partir da combinação das seguintes palavras-chave: armazenagem, gerenciamento de armazém, nível de serviço, produtividade e WMS. Dessa maneira buscou-se obter maior conhecimento acerca do tema da pesquisa, concordando então com Gil (2002) que afirma que a pesquisa bibliográfica se baseia em materiais já elaborados para ser desenvolvida.

Com relação à pesquisa ação, esta tem como objetivo principal alterar uma determinada realidade de forma a melhorá-la, além de envolver de modo cooperativo e participativo os pesquisadores (ESTEBAN, 2010; THIOLENT, 2003). É caracterizada como uma espiral de mudança e apresenta 4 fases bem definidas, as quais são ilustradas na Figura 5:

Figura 5 - Fases da pesquisa ação



Fonte: Esteban (2010)

Dessa maneira a pesquisa ação se justifica pelo fato de se adequar a realidade e aos objetivos da presente pesquisa, uma vez que os estudos realizados

tiveram como objetivo melhorar o desempenho das operações do almoxarifado a partir da participação ativa das autoras, as quais trabalham na empresa de estudo. Além disso, a pesquisa seguiu as etapas apresentadas na Figura 5.

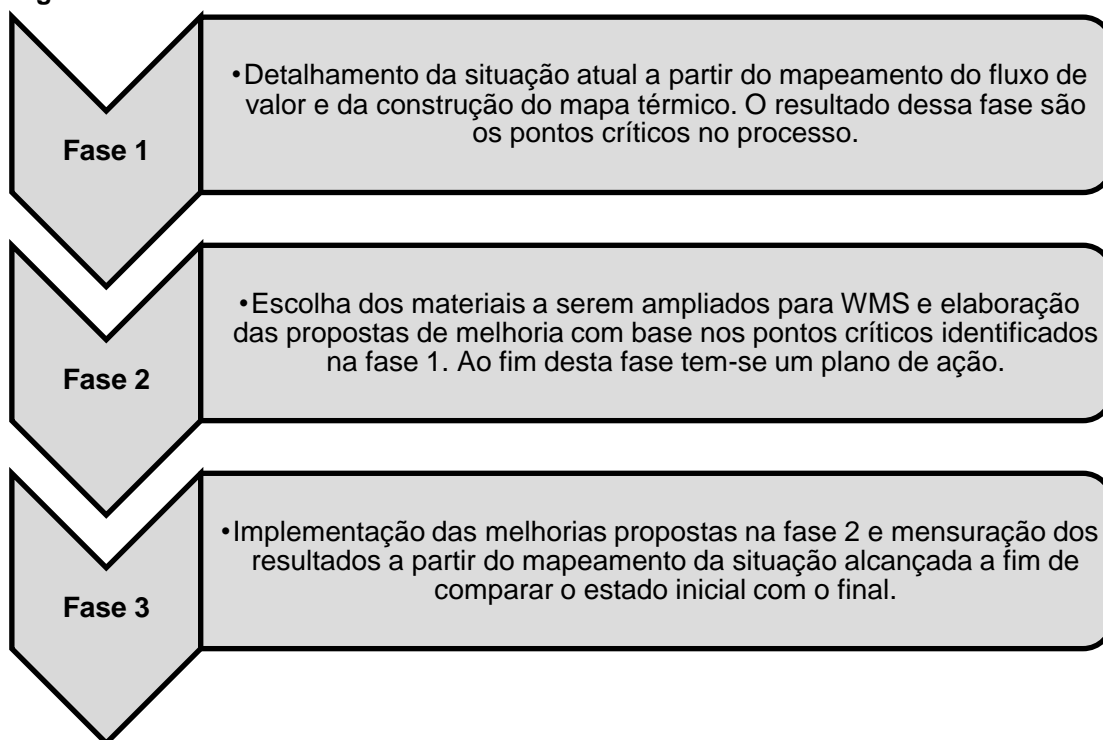
3.2 DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO

O objeto de análise do presente estudo é o almoxarifado de uma unidade industrial, contudo não foram considerados no estudo todos os materiais que são de responsabilidade do setor. Os itens selecionados foram materiais estocáveis que podem ser armazenados em estruturas como porta palete, prateleira ou blocados, ou seja, itens que podem ser alocados a um endereço dentro do armazém. Além disso, optou-se em analisar itens que possuem um fluxo de saída mais comum no setor seguindo a requisição do cliente interno, onde o cliente cria a reserva do material e o setor a atende. Dessa forma, a matéria-prima base do processo que é armazenada em silos anexos a fábrica e a abastece continuamente e os itens requisitados via OS foram desconsiderados no estudo.

3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A pesquisa em questão se dividiu em três fases: a primeira que se constituiu no mapeamento da situação atual do sistema e do fluxo de materiais no setor de estudo (almoxarifado), para que assim fossem identificados os pontos críticos de desempenho. Já a segunda etapa voltou-se para a elaboração das propostas de melhoria com base na análise da situação atual e dos pontos críticos identificados. Para finalizar, a última etapa concentrou-se na implementação das melhorias propostas na fase anterior e no mapeamento da situação atingida, bem como na análise dos resultados obtidos. A Figura 6 resume as etapas para o desenvolvimento do trabalho.

Figura 6 - Fases do trabalho



Fonte: Aatoria Própria (2017)

Complementando a Figura 6, a fase inicial foi amparada na observação não participante das operações realizadas no setor, entrevistas semiestruturadas, análise documental e cronoanálise. As observações foram realizadas aleatoriamente durante quatro semanas e as informações foram anotadas para posterior análise e utilização. As entrevistas foram agendadas previamente com os operadores que detêm conhecimento e experiência de todo processo e também com o supervisor do setor.

Após dispor dos dados recolhidos por esses meios construiu-se o mapa do fluxo de materiais com os respectivos tempos de cada etapa e a mão de obra disponível. Esses dados foram fornecidos por documentos do estudo de cronoanálise no setor e pela lista de funções dos colaboradores, dessa maneira foi possível identificar os pontos críticos e gargalos do processo. Além disso, foram utilizados os relatórios retirados do SAP e WMS referentes às posições, os materiais e a Unidade de Depósito (UD) para verificar *in loco* a acurácia das informações.

A situação atual levantou os principais problemas encontrados no fluxo de materiais e então as causas desses problemas foram listadas a partir da ferramenta Diagrama de Ishikawa juntamente com um *Brainstorming* com as pessoas que

compõem o administrativo do setor. O resultado desta fase inicial foi a identificação dos pontos críticos no fluxo de materiais do setor.

A segunda fase da pesquisa foi voltada para a elaboração das propostas de melhoria, as quais levaram em consideração as restrições de investimentos e as necessidades operacionais do almoxarifado da empresa e se basearam nas análises e pontos críticos identificados na etapa anterior. Além disso, foi nessa fase, durante a elaboração das melhorias que foi tomada a decisão sobre os itens a serem ampliados para o controle WMS. Como resultado dessa fase tem-se o plano de ação a ser executado na próxima etapa.

Por fim, a terceira fase foi baseada em ação, ou seja, na implementação das propostas de melhoria definidas anteriormente. Para isso essa etapa contou com a participação de um membro da equipe de TI da empresa. Além disso, foi realizado o mapeamento da situação após as alterações, o que permitiu a medição dos resultados. Nessa fase, a estrutura de informações recolhidas foi condizente com a primeira fase, visto que os resultados serão baseados na comparação entre o estado inicial e final. Sendo assim, as etapas que sofreram alterações no fluxo foram observadas e os tempos de execução medidos. A confiabilidade foi fornecida conforme o inventário cíclico foi acontecendo.

Para finalizar foram realizadas as comparações entre a situação atingida e a situação inicial, a fim de analisar ganhos percentuais de produtividade e confiabilidade de informações para então verificar se os objetivos foram alcançados.

3.4 OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

As variáveis que estão envolvidas no presente trabalho são: produtividade e acuracidade, sendo que estas são os parâmetros para analisar os resultados do trabalho. Para operacionalizar as variáveis de estudo foi necessário mapear todo o fluxo de materiais e informações do setor, para que assim pudessem ser encontrados os pontos críticos e então fosse desenhado um novo fluxo.

A produtividade foi analisada e calculada a partir da atividade mais onerosa encontrada no fluxo de materiais e informações do setor, sendo que a mais onerosa é aquela que demanda mais tempo para ser executada, sendo assim necessita de

uma maior quantidade de mão de obra medida em Homem Hora (Hh). Dessa maneira esta atividade determinou a capacidade produtiva do setor e foi utilizada para o cálculo da produtividade. A Equação (1) apresenta o cálculo utilizado para a capacidade produtiva.

$$\text{Capacidade produtiva} = \frac{3600}{\text{Tempo da atividade mais onerosa (s)}} \quad (1)$$

Já a acuracidade foi utilizada para mensurar a confiabilidade das informações referentes ao estoque do almoxarifado. Com isso foi analisado se as informações referentes a posição (endereçamento), quantidade e depósito dos materiais contidos no sistema condiziam com as do físico, através da verificação *in loco* de todos os itens para qual o trabalho está direcionado para assim se ter a porcentagem de acuracidade do setor antes da implantação das melhorias. Para realizar a comparação, após as melhorias realizou-se a verificação de todos os itens através do inventario geral que é realizado anualmente na área.

A acuracidade pode ser analisada e medida sob duas óticas, sendo estas: em termos financeiros e por posição. A acuracidade financeira, que é calculada de acordo com a Equação (2), analisa quanto em valor o estoque varia entre o físico e o sistêmico. Enquanto que a acuracidade por posições, conforme mencionado anteriormente, mensura o percentual de posições corretas com base no total analisado, sendo o cálculo apresentado na Equação (3).

$$\text{Acuracidade financeira}(\%) = \frac{(\text{Variação em valor (R\$)})}{(\text{Valor total do estoque(R\$)})} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Acuracidade por posição em WM} (\%) = \frac{(\text{Quantidade de posições corretas})}{(\text{Total de posições analisado})} \times 100 \quad (3)$$

Dessa maneira, as variáveis de produtividade e acuracidade serão analisadas antes e após a implementação das melhorias a fim de comparar o estado inicial com o alcançado e mensurar os resultados atingidos.

3.5 IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS

O estudo em questão baseia-se em obtenção de melhorias nas operações do armazém da empresa em análise. As melhorias foram obtidas pela comparação entre o estado inicial (antes da aplicação do estudo) e o estado final (após a aplicação do estudo), com foco quantitativo nas principais variáveis identificadas: produtividade e acuracidade de informações do estoque. Além de mensurar as melhorias foi realizada a análise qualitativa em relação a todo fluxo de materiais.

Em relação à produtividade, a melhoria foi percebida pelo aumento percentual da capacidade produtiva da operação mais onerosa (produtividade/Hh), sendo esta calculada pela diferença entre a capacidade final e inicial dividida pela capacidade inicial. Ao considerar a relação entre a produtividade e o custo, onde a maior produtividade exige menos mão de obra para a realização da mesma operação, foi possível mensurar as reduções de custos, pela redução de mão de obra.

A acuracidade de informações seguiu a mesma forma de cálculo comparativo entre a condição de acurácia inicial e final, na qual a melhoria é fornecida pelo seu aumento percentual. A acuracidade do estado futuro deu-se pela relação entre a quantidade de posições com exatidão e a quantidade de posições observadas.

A análise qualitativa das melhorias foi através da observação de reduções das atividades que não agregam valor ao fluxo de materiais, troca de informações mais ágeis e pela entrevista com as áreas clientes para retorno sobre o nível de atendimento.

4 DIAGNÓSTICO INICIAL E ELABORAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIAS

Neste capítulo é apresentada uma visão geral a respeito do ambiente estudado, sendo abordada a situação inicial do objeto de estudo, os pontos críticos e as propostas de melhoria.

4.1 AMBIENTE DE ESTUDO

O trabalho realizou-se na empresa Tigre, uma multinacional brasileira do setor de soluções para construção civil, com sede em Joinville-SC e centros operacionais na América do Sul e Estados Unidos. O *mix* de produtos é extenso, o que divide a empresa em unidades de negócios distintas (Tubos e Conexões, Esquadrias, Ferramentas para Pintura, Tubos de Polietileno de Alta Densidade e Soluções para Água e Efluentes). A unidade operacional alvo da pesquisa foi a de Joinville-SC responsável pela produção de Tubos e Conexões, negócio chave da empresa.

A fábrica possui armazéns anexos aos centros produtivos que mantém estoques de materiais (almoxarifado) e produtos acabados (centro de distribuição). Esses armazéns são os elos da logística interna, sendo o almoxarifado responsável por fornecer os materiais à produção, que após passarem pelo processo de transformação são encaminhados ao Centro de Distribuição (CD) para aguardar expedição. As principais atividades logísticas realizadas são: manuseio de materiais, armazenagem, controle de estoque e processamento de pedidos. O foco do estudo foi nas operações logísticas que acontecem no almoxarifado.

A rotina do almoxarifado corresponde às operações de recebimento de cargas de fornecedores, materiais semiacabados de terceiros ou da própria manufatura assim como a expedição de materiais para terceiros e abastecimento da produção. É responsável também pela armazenagem dos chamados materiais estocáveis sendo estes: matérias-primas, insumos, produtos semiacabados e itens de manutenção.

A próxima seção irá detalhar as operações, a estrutura física e a forma de controle de estoque dos materiais do almoxarifado.

4.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO INICIAL

Nesta seção é apresentado o detalhamento e o mapeamento da situação em que se encontrava o armazém (almoxarifado) da empresa de estudo antes da realização do projeto sendo abordado a forma de controle de estoque e as operações realizadas no setor.

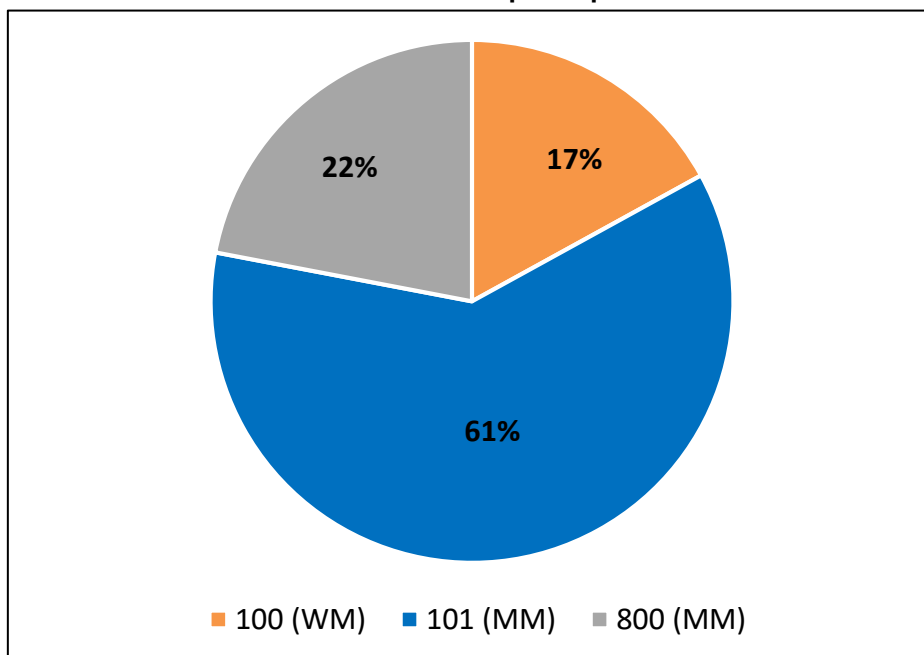
4.2.1 Abrangência do WMS no Armazém

O armazém em estudo é dividido sistemicamente em depósitos, sendo estes representados pelos números 100, 101 e 800. Os diferentes depósitos existentes no sistema são uma forma de separar itens que apresentam importantes diferenças entre si. Essas diferenças dizem respeito à aplicação do material, mas principalmente a forma de controle utilizada.

Isto posto, a empresa alocou os depósitos 800 e 101 para os materiais controlados pelo módulo *Materials Management* (MM) do SAP, que não trabalha com endereçamento do armazém e assim indica apenas a quantidade total em estoque. No depósito 800 estão cadastrados os materiais de manutenção, pois estes saem do estoque mediante OS (aplicação diferenciada), além de estarem estocados em armários pelo alto valor. Os demais itens em MM estão no depósito 101 e dizem respeito a matérias-primas e produtos semiacabados.

O depósito 100 é destinado para itens sob controle WMS, também chamados de itens em WM, o que leva este depósito a possuir endereçamentos que indicam exatamente onde o material está fisicamente.

Conforme explicado, a divisão dos materiais do almoxarifado é realizada por depósitos e conseqüentemente pela forma de controle. Dessa maneira, os 2136 SKU's estavam alocados inicialmente nos três tipos de depósito conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Divisão inicial dos materiais por depósito

Fonte: Autoria Própria (2017)

A partir do Gráfico 1 percebe-se que 83% dos materiais presentes no almoxarifado não eram controlados por endereçamento e radiofrequência, ou seja, estavam sob controle MM, sendo que 22% eram referentes aos materiais de manutenção que não estão no escopo deste projeto. Dessa forma, antes da realização do projeto apenas 17% dos itens eram controlados por WMS.

Os SKU's controlados por WMS antes da realização do projeto eram basicamente insumos e algumas matérias-primas, sendo estes alocados em posições compostas pelo endereço (rua, módulo e nível) e por um tipo de depósito. Essa composição de endereço somada ao tipo de depósito mostra-se importante para determinar a estratégia de entrada e de saída dos materiais no sistema, o que permite alocar e buscar materiais automaticamente nas posições. Inicialmente existiam nove tipos de depósitos distintos que dividiam os materiais por família de produtos, conforme mostrado no Quadro 3:

Quadro 3 - Tipos de materiais por depósito

Tipo de depósito	SKU's
A01	Folha, manta e fita
A02	Saco de Ráfia
A03	Saco plástico e anel de borracha
A04	Embalagem de papel, rótulo e etiqueta
A05	Insertos e Bucha de latão
A06	Cont pig; Cab. Mast
A07	Est. Insertos e Bucha;
A08	PP; PE; Estabilizantes; MOD;
OVA	Tipo de depósito genérico

Fonte: Autoria Própria (2017)

O armazém inicialmente apresentava muitos materiais no OVA, que tem a função de pulmão para o estoque, ou seja, é um recurso a ser utilizado quando as posições paleta estiverem esgotadas. Devido essa função de pulmão, os materiais ficam alocados em blocados no chão e, portanto, não possuem uma posição exata. Por essa razão não é recomendável que esse tipo de depósito possua muitos materiais.

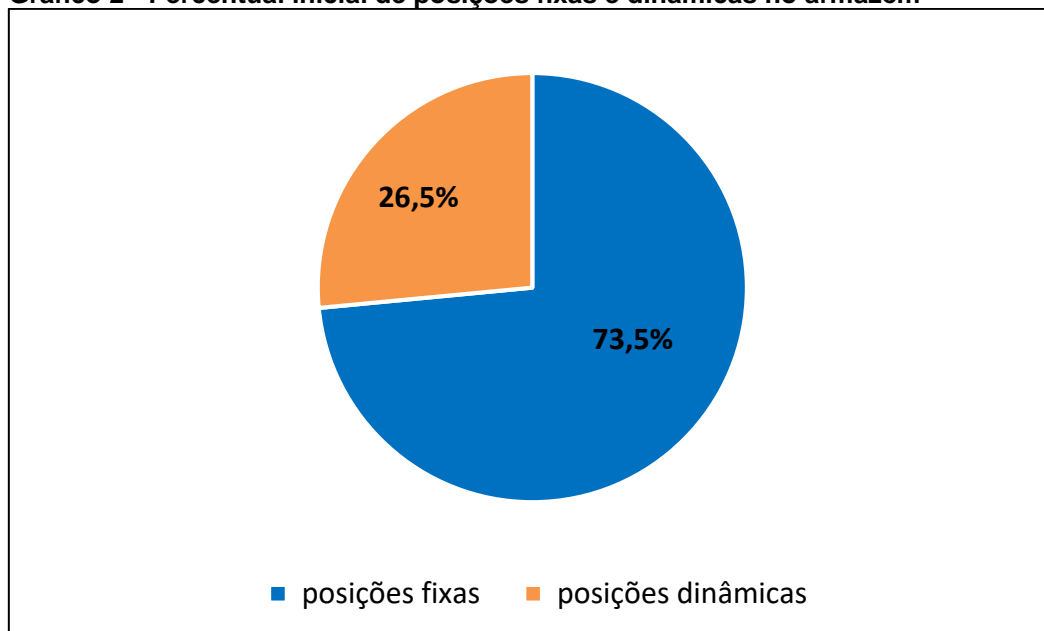
4.2.2 Estrutura do Armazém

A verticalização do armazém fornece 732 posições paletes, as quais podem ser fixas ou dinâmicas, além de 01 posição blocada, prateleiras com disponibilidade para 92 posições, armários com 20 posições destinadas para os itens de manutenção e os silos, para armazenamento da resina de PVC que é a matéria-prima base para o processo. Dessa maneira, o armazém possui 845 endereços, entretanto sua capacidade de armazenamento é de 878 contenedores, visto que em alguns casos o último nível da estrutura porta paleta comporta mais de um contenedor.

O armazém apresentava inicialmente um elevado número de posições fixas, mais especificamente 621 posições, o que acabava por comprometer o fluxo do

processo, já que as posições fixas só podem receber o material cadastrado para a posição. Dessa maneira, muitos materiais ficavam sem ter posição para serem alocados, já que apenas 224 posições eram dinâmicas, ou seja, podiam receber qualquer tipo de material. O Gráfico 2 apresenta a porcentagem de posições fixas e dinâmicas do armazém antes da realização do projeto.

Gráfico 2 - Percentual inicial de posições fixas e dinâmicas no armazém



Fonte: Autoria Própria (2017)

Nota-se a partir do Gráfico 2 que 73,5% de todas as posições do armazém eram fixas, o que contribuía para o baixo desempenho do processo, além de tornar o armazenamento mais restrito. Além disso, essas posições foram atribuídas aos materiais a partir da lógica de família de produtos, não sendo levada em consideração a rotatividade do material.

O armazém também conta com os equipamentos como empilhadeira (retrátil e a combustão), paleteiras e carrinhos de movimentações, coletores e impressoras de etiquetas. E como apoio para as atividades operacionais a empresa trabalha com o sistema SAP e módulos do WMS, o qual era utilizado apenas para os materiais que estavam sob controle WM.

4.2.3 Fluxo de Materiais

As principais atividades desempenhadas no almoxarifado estão relacionadas ao fluxo de entrada e saída de materiais do estoque e são basicamente: recebimento, guarda do material, armazenagem, separação (*picking*) e entrega do material ao solicitante.

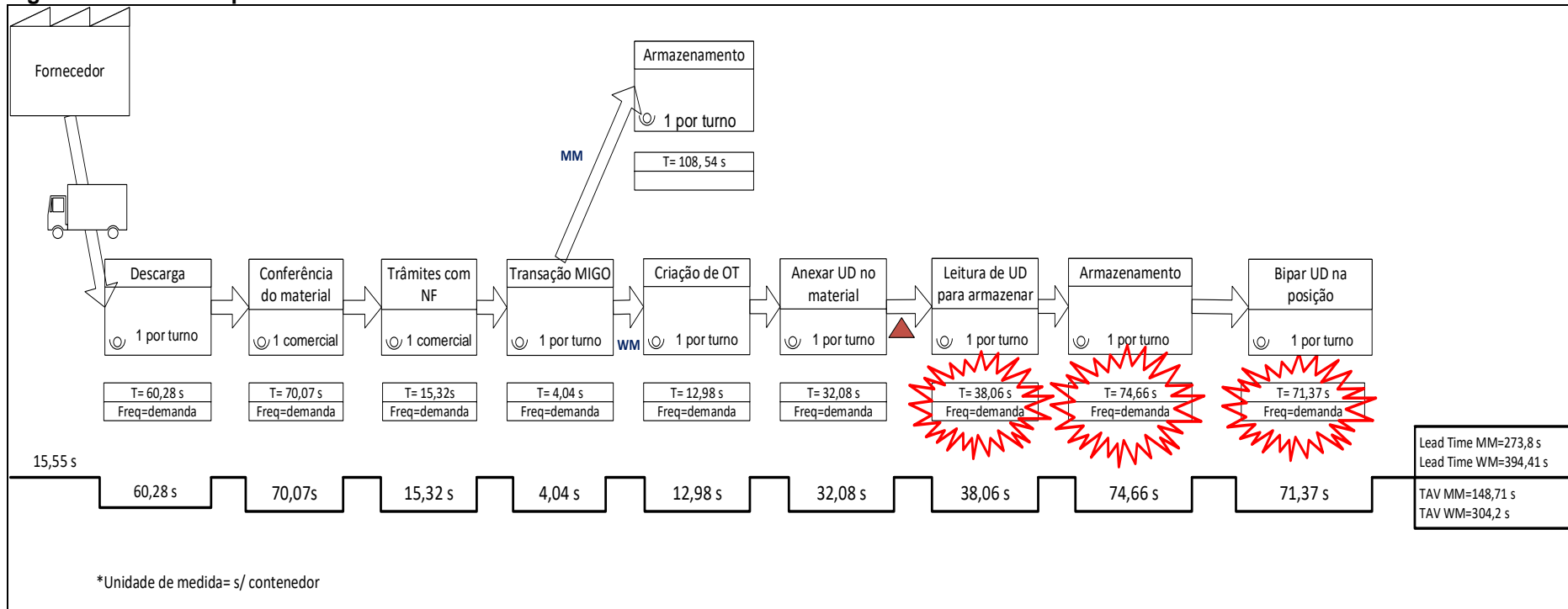
As atividades de recebimento e guarda do material estão relacionadas com a entrada de produtos no armazém, enquanto a separação e entrega são atividades de saída de material que acontecem mediante a requisição pelos clientes internos. O tempo desde a entrada do material até o momento em que o mesmo é requerido pela fábrica é o tempo que o material permanece armazenado no depósito, ressalta-se que esse tempo varia de acordo com a necessidade do material. Portanto, alguns itens giram mais rapidamente enquanto outros permanecem longos períodos em estoque.

A fim de encontrar os pontos críticos nos processos de entrada e saída de materiais foi construído e analisado o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) das operações referentes à entrada e saída de materiais estocáveis. Pelo fato do tempo de armazenagem ser variável para cada SKU, e em busca de generalizar o fluxo para todos os materiais estocáveis elaborou-se dois MFV, um referente à entrada e o outro à saída de materiais. Assim o tempo em que o material permanece armazenado foi desconsiderado na análise.

4.2.3.1 MFV para a entrada de mercadorias

As etapas e atividades que se referem a entrada das mercadorias no estoque do almoxarifado são apresentadas na Figura 7, por meio do MFV da operação.

Figura 7- MFV inicial para a entrada de mercadorias no armazém



Fonte: Autoria Própria (2017)

De acordo com a Figura 7, percebe-se que a entrada de mercadorias no armazém se inicia com a chegada da transportadora no almoxarifado com a NF referente aos materiais. Mediante apresentação desse documento, o material é descarregado e posteriormente conferido. A etapa de conferência tem como objetivo verificar se as informações (material e quantidade) mencionadas na NF condizem com o que foi entregue. Somente após a conferência é que a transportadora é liberada, mediante assinatura do canhoto da NF. Posteriormente, efetua-se a MIGO, que consiste em uma transação do SAP para realizar a entrada sistêmica do material no depósito do almoxarifado, para que este possa ser posteriormente armazenado.

As atividades subsequentes dependiam de o material estar sob controle WM ou MM. Após a MIGO os materiais que davam entrada no depósito 101 (MM) eram movimentados para o local que seriam armazenados, sem receber nenhum endereçamento. Enquanto que os materiais em WM passam por outras etapas sistêmicas, visto que nessa forma de controle o material é destinado a uma posição específica do armazém (que estão mapeadas sistemicamente). Para esses itens após a entrada pela MIGO é necessário gerar uma Ordem de Transporte (OT), a qual aloca o material (conforme estratégias previamente cadastradas) para um endereço específico. A transação que gera a OT gera também a UD que deve ser impressa e anexada ao material, enquanto as transações são realizadas no sistema o material permanece no local onde o conferente destinou (no chão).

As atividades relacionadas efetivamente à guarda do material se iniciam após o anexo da UD no contenedor do material, a qual contém as informações referentes ao tipo e quantidade do material. A etiqueta de UD é imprescindível, pois a partir desta é que é realizada a confirmação de armazenagem na posição definida pelo WMS. Dessa forma, a guarda do material em uma posição é feita com a leitura da UD anexada para identificar a posição de destino para então deslocar o material e armazená-lo, sendo finalizada pela inserção desta UD no respectivo endereço (bipar a UD na etiqueta de endereço). A OT só é finalizada mediante o bip no endereço.

Para o caso das posições fixas, estas possuem uma UD fixa na posição, a qual é exemplificada na Fotografia 1, para essas situações a soma de UD (UD gerada na entrada com a UD em posição) deveria ser realizada.

Fotografia 1 - UD fixa na longarina

Fonte: Autoria Própria (2017)

A partir da análise do MFV das operações de entrada de mercadorias verificou-se etapas críticas e abaixo do desempenho esperado, sendo estas: leitura da UD, deslocamento do material até a posição (armazenamento) e soma das UD's e leitura da posição. Ao somar o tempo dessas atividades tem-se que juntas representam 46,67% do tempo total do processo de entrada de mercadorias, o que evidencia a existência de ineficiências nestas atividades.

Muitas vezes, na atividade de leitura da UD ocorria de o colaborador não encontrar a UD no material para realizar a leitura no momento do armazenamento. Com isso ele precisava verificar através do coletor se existia saldo para o material para então poder reimprimir a etiqueta com a UD e efetuar a leitura da mesma. Essas atividades efetuadas pelo colaborador quando não era encontrada a UD são consideradas retrabalho. Além disso, mostram que o fluxo de entrada de materiais está descontínuo, uma vez que a partir do momento em que foi gerada a UD, esta deve acompanhar o material até a posição. Se isso não ocorre é porque tem-se um erro no fluxo do processo.

Outra questão levantada foi a centralização de toda a quantidade de um material em uma única UD, sendo que cada padrão de contenedor deve possuir uma UD diferente. Dessa forma, ao se fazer a leitura é preciso também fazer a segregação das quantidades.

Na etapa referente ao deslocamento do material até a posição ocorriam movimentações excessivas em busca de posição para armazená-lo. Acontecia de o material não ser armazenado em uma posição pelo fato de não haver posição livre para recebê-lo. Isso era reflexo do armazém ter muitas posições fixas e poucas posições dinâmicas e também devido ao excesso de OVA, visto que a maioria das entradas eram alocadas para OVA, porém esse não é um endereço específico. Sendo assim, se o material não tem uma posição fixa e não tem posição dinâmica livre, este acabava por ficar sem posição o que acarretava no acúmulo de materiais na área de recebimento e onerava cada vez mais a guarda dos novos materiais que chegavam.

Outra atividade que demandava tempo era a soma das UD's e leitura da posição, principalmente pelo fato de somar as UD's que consiste em colocar o saldo de uma UD em outra UD. Isso ocorria quando se recebia um material e já existia uma posição com mesmo material e com capacidade para armazenar o material que havia chegado. O fato de somar as UD's atrapalha a realização da estratégia *First In First Out* (FIFO) na separação de pedidos, já que o sistema sempre busca a UD mais antiga para atender um pedido. Mas a partir do momento em que as UD's são somadas os materiais ficam na mesma linha temporal, não sendo possível identificar qual é o mais antigo e então a estratégia FIFO fica comprometida. Essa atividade de armazenar novos itens deve priorizar a utilização da leitura dos códigos de barras para evitar digitar informações, pois isso, além de atrasá-la, aumenta a chance de erros.

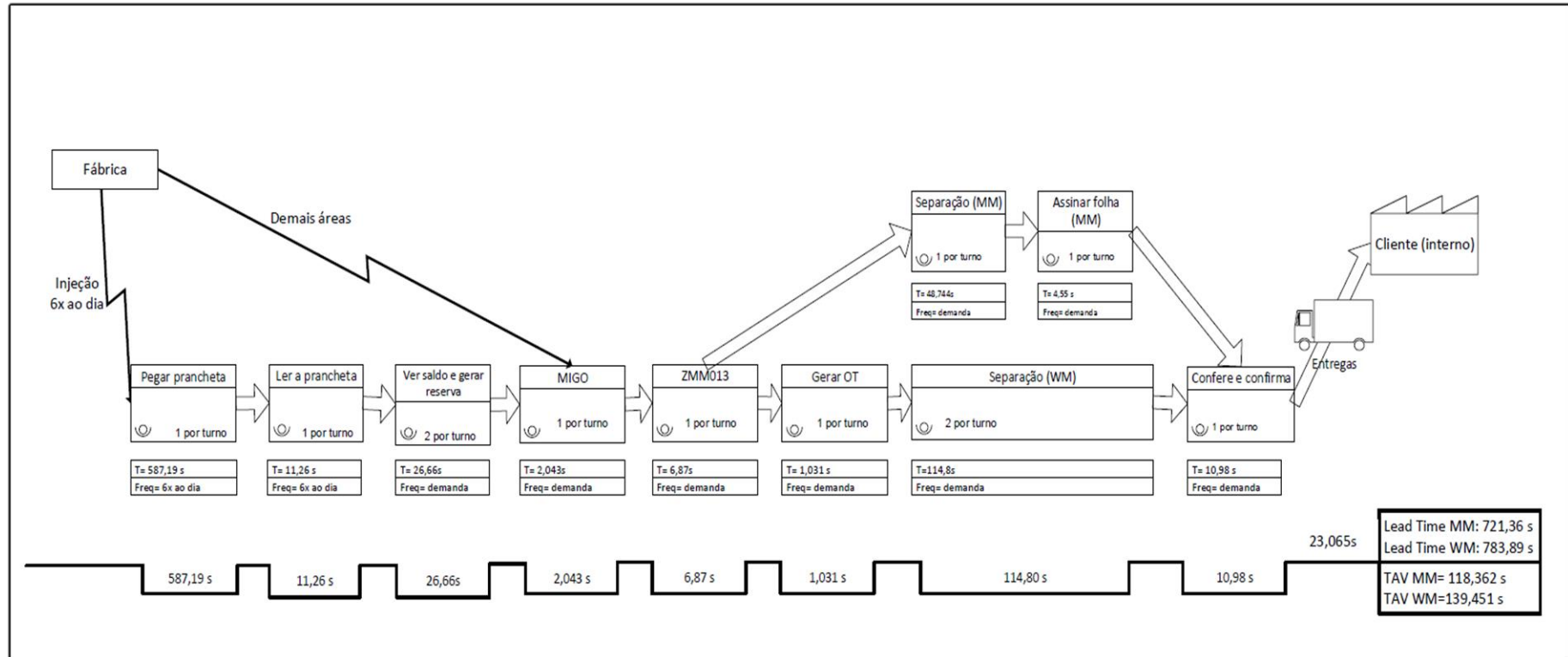
Somado a esses pontos críticos identificados no armazenamento dos materiais em WM, nota-se que o tempo de armazenamento para os materiais em MM é alto em decorrência da busca de um local adequado para sua guarda. Sabe-se que a manutenção de duas formas de controle torna o fluxo descontínuo e a gestão de todo o armazém mais complexa.

Os pontos críticos levantados serão tratados considerando os recursos disponíveis na empresa e as melhorias potenciais serão abordadas na próxima seção. É de suma importância para o bom desempenho do WMS que o fluxo de entrada de mercadorias seja realizado de forma correta, a fim de evitar erros no momento de alocar materiais a endereços e ao bipar UD's em posição.

4.2.3.2 MFV para a saída de mercadorias

Após o recebimento e a guarda do material, este fica armazenado no almoxarifado até o momento em que é solicitado pela fábrica. Dessa maneira, para que ocorra a saída física e sistêmica do material algumas etapas se fazem necessárias. Sendo assim, a Figura 8 apresenta o MFV para a saída de materiais.

Figura 8 - MFV inicial para a saída de mercadorias do armazém



Fonte: Autoria Própria (2017)

A saída de mercadorias do estoque do almoxarifado se inicia com a requisição do material pela fábrica. No caso da fábrica de injeção, a qual mais solicita os produtos ao almoxarifado, existia uma prancheta na qual as pessoas anotavam o material e a quantidade que precisavam. Dessa forma, era necessário que duas vezes por turno, um colaborador do almoxarifado se deslocasse até a injeção para pegar a prancheta e então realizar a reserva do material no sistema, após consultar o saldo deste no estoque. As demais fábricas realizavam a reserva do material diretamente no sistema.

Após a criação da reserva do material, o almoxarifado gera o saldo para o material requisitado a partir da transação MIGO, para então o material poder ser separado. Para os materiais que estão em MM executa-se a ZMM013, que consiste em uma transação do SAP que imprime uma lista com os materiais e suas respectivas quantidades para serem separados, esta é entregue para o separador, que ao realizar a separação deve assiná-la.

Já para os materiais em WM é gerada uma OT que contém o local de onde os produtos serão retirados do armazém e suas respectivas quantidades. Essa demanda de separação de materiais é enviada para o coletor de dados do colaborador responsável pela separação, que aceita e inicia a separação dos materiais. Após a separação dos materiais solicitados, estes são conferidos para garantir que está saindo a quantidade exata do estoque e então são entregues para o requisitante.

O fato de apenas 17% dos itens presentes no almoxarifado serem controlados por WMS fazia existir duas equipes de separação, uma destinada à separação dos materiais em MM e outra para os em WM.

A partir do mapeamento das atividades realizadas para a saída de mercadorias do armazém, notou-se pontos críticos no processo com relação a requisição de materiais para a injeção e a separação dos itens em WM.

A forma como é realizada a requisição dos materiais pela injeção não é produtiva, uma vez que a reserva pode ser realizada diretamente por um colaborador da injeção, procedimento já realizado pelas outras fábricas. Essa requisição via sistema elimina erros com relação à quantidade e material solicitado, já que com a marcação manual erros devido ao não entendimento estão sujeitos a acontecer.

Já a separação de materiais em WM é, de acordo com o MFV, a etapa que mais demanda tempo dentre as mapeadas na saída de mercadorias, uma vez que é composta por alguns elementos, os quais são: entrada no sistema do coletor de dados, deslocamento do separador até a posição indicada pelo sistema, leitura da

posição e da UD e para finalizar a retirada do material da posição para colocar no carrinho de separação. Dessa maneira, para calcular o tempo gasto na separação foi necessário cronometrar o tempo de cada um dos elementos que compõem essa atividade, os quais são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Tempo de cada elemento da atividade de separação

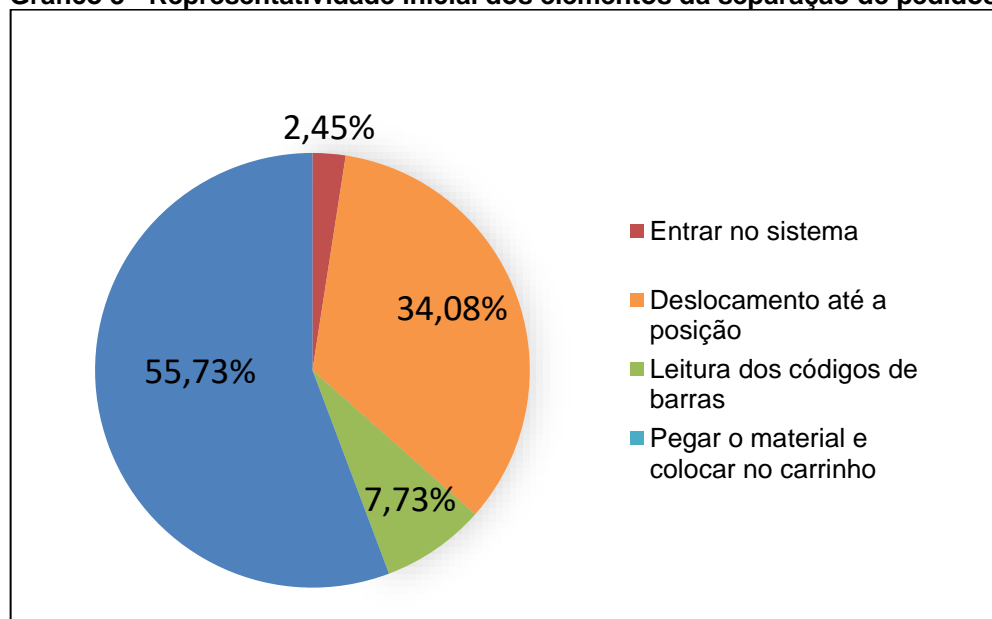
Elemento de atividade	Descrição	Tempo (s)
Entrar no sistema	Separador verifica necessidade de separação no coletor	2,813
Deslocamento até a posição	Separador se desloca até a posição indicada no coletor	39,128
Leitura dos códigos de barras	Separador faz a leitura da posição e da UD	8,877
Pegar o material e colocar no carrinho	Separador apanha o material e coloca no carrinho de separação	63,981
Total		114,799

Fonte: Autoria Própria (2017)

A partir do Quadro 4 percebe-se que os elementos que mais são representativos na atividade de separação são: o deslocamento do separador até a posição indicada e a retirada do material da posição para ser colocado no carrinho, sendo esta última considerada a separação propriamente dita.

Apesar do tempo de leitura na UD e da posição não serem tão representativos, havia muito problema na leitura da UD. Isso decorria pelo fato do colaborador não encontrar a UD para bipar o que o fazia digitar a UD informada pelo sistema, sem ter a certeza de que o material que separava era um saldo da UD desejada. Isso ocasionava um sério problema de controle, pois sistemicamente o material foi retirado de uma UD, mas fisicamente de outra. Essa inconsistência entre o sistema e o físico gera confiabilidade nas informações referentes ao estoque.

A representatividade de cada elemento na separação de pedidos, a qual foi calculada com base nos tempos apresentados no Quadro 4, é apresentada no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Representatividade inicial dos elementos da separação de pedidos

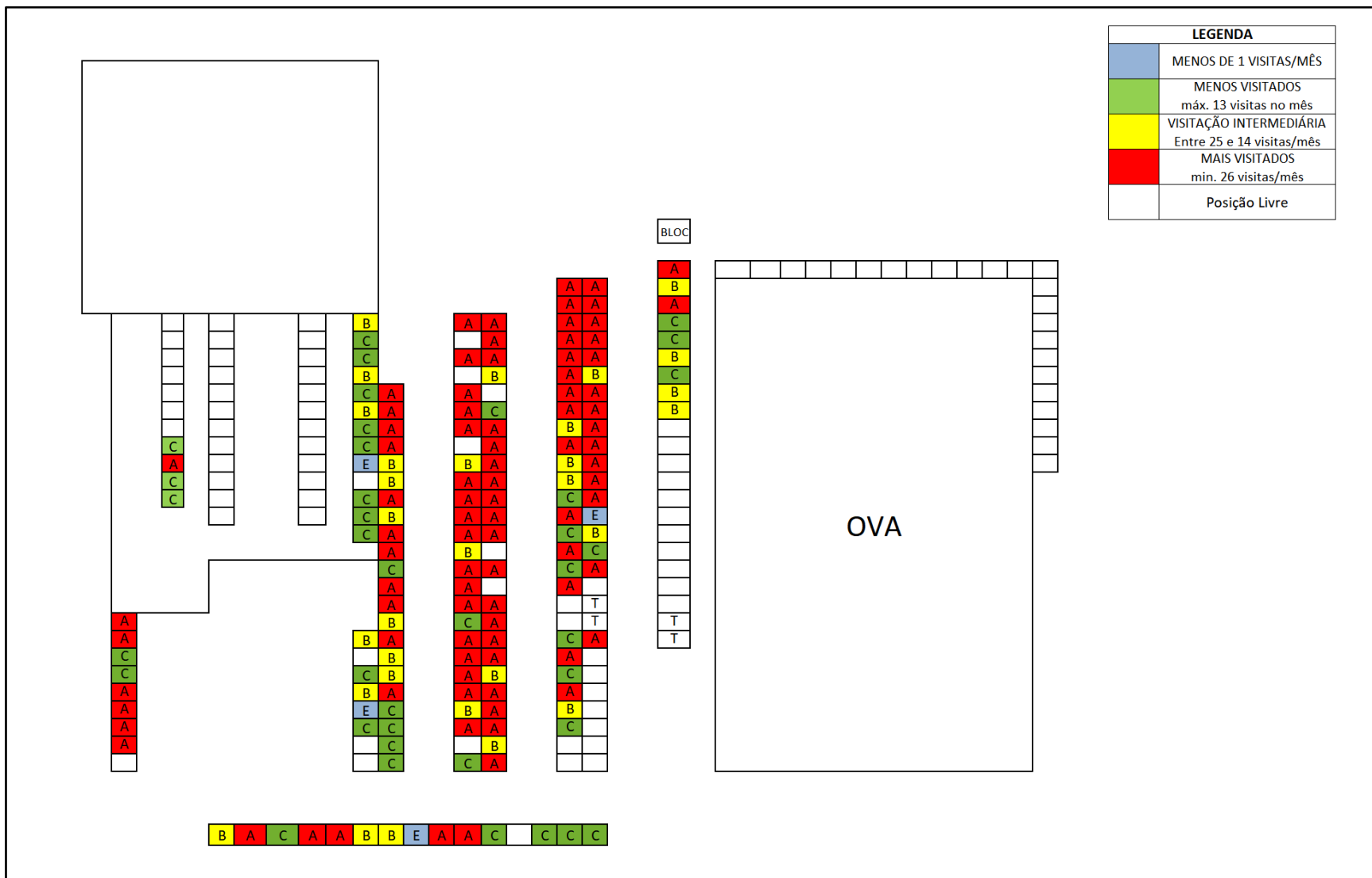
Fonte: Autoria Própria (2017)

O elemento de pegar o material e colocar no carrinho, como já mencionado anteriormente, é o mais representativo na separação de pedidos (55,73%), preenche mais da metade do tempo da atividade. Isso se deve pelo fato de ser nesse momento em que ocorre a separação propriamente dita dos materiais. Outro ponto significativo para a atividade é o deslocamento do separador até a posição indicada pelo sistema que representa 34,08% da atividade de separação e é um elemento que não agrega valor à atividade.

O fator que mais contribuía para o deslocamento era o *layout* do armazém, o qual foi desenhado seguindo a lógica de família de produtos. Entretanto, as OT's para separação são geradas normalmente para materiais de famílias distintas o que acarretava no deslocamento do colaborador por várias ruas do armazém para separar todos os materiais da OT.

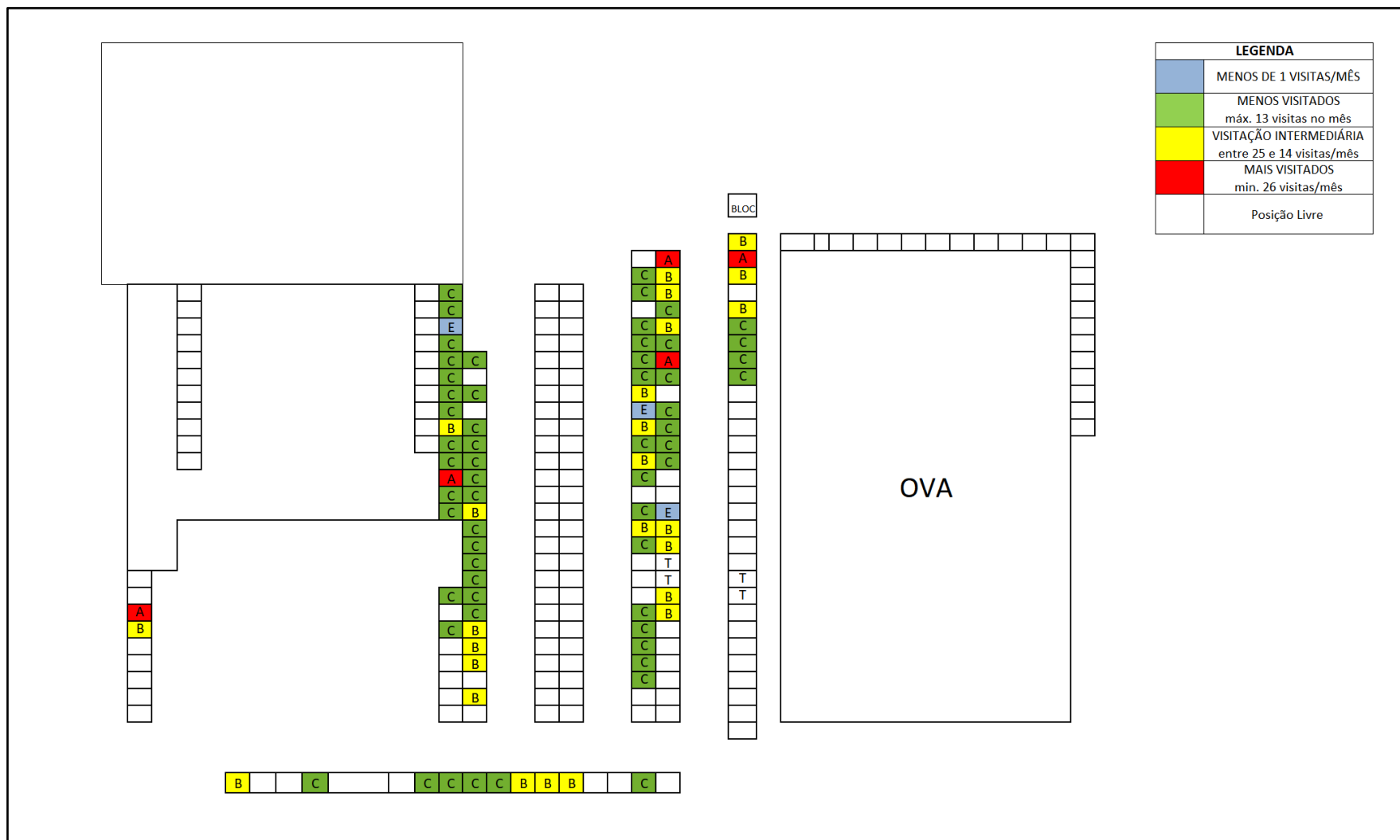
Dessa maneira, percebe-se que o posicionamento dos materiais no armazém é de suma importância para se evitar deslocamentos desnecessários do separador e então diminuir o tempo da separação. Sendo assim, uma forma de cruzar as informações referentes a posição do material no armazém e sua rotatividade (quantidade de visitas na posição em um dado período) é através do mapa térmico, o qual apresenta para cada posição que é fixa a classificação do ABC do material. Dessa forma as Figuras 9, 10, 11, 11 e 13 apresentam os mapas térmicos do armazém, segregado nos cinco níveis de porta palete existentes.

Figura 9 - Mapa térmico nível 01 inicial



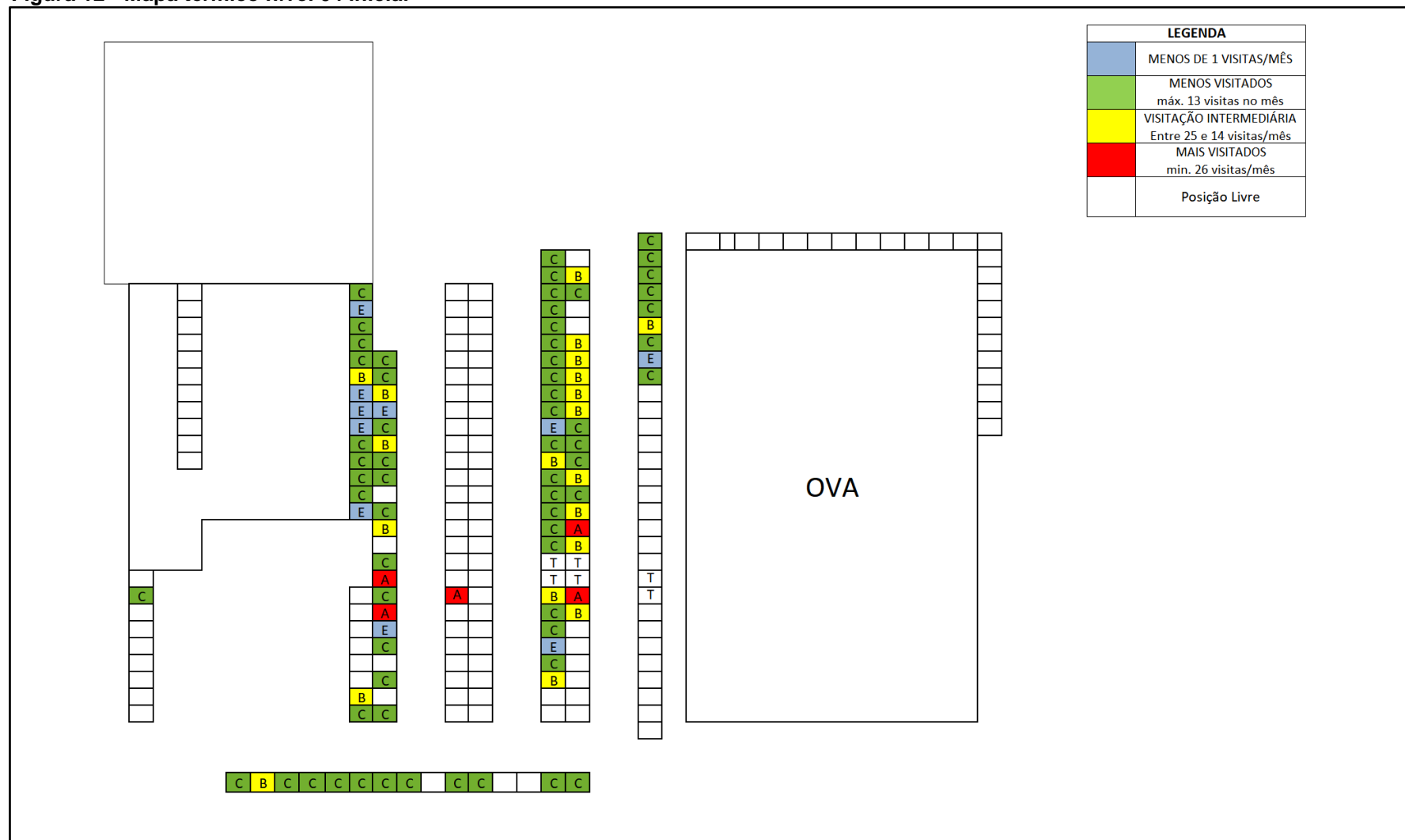
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 11 - Mapa térmico nível 03 inicial



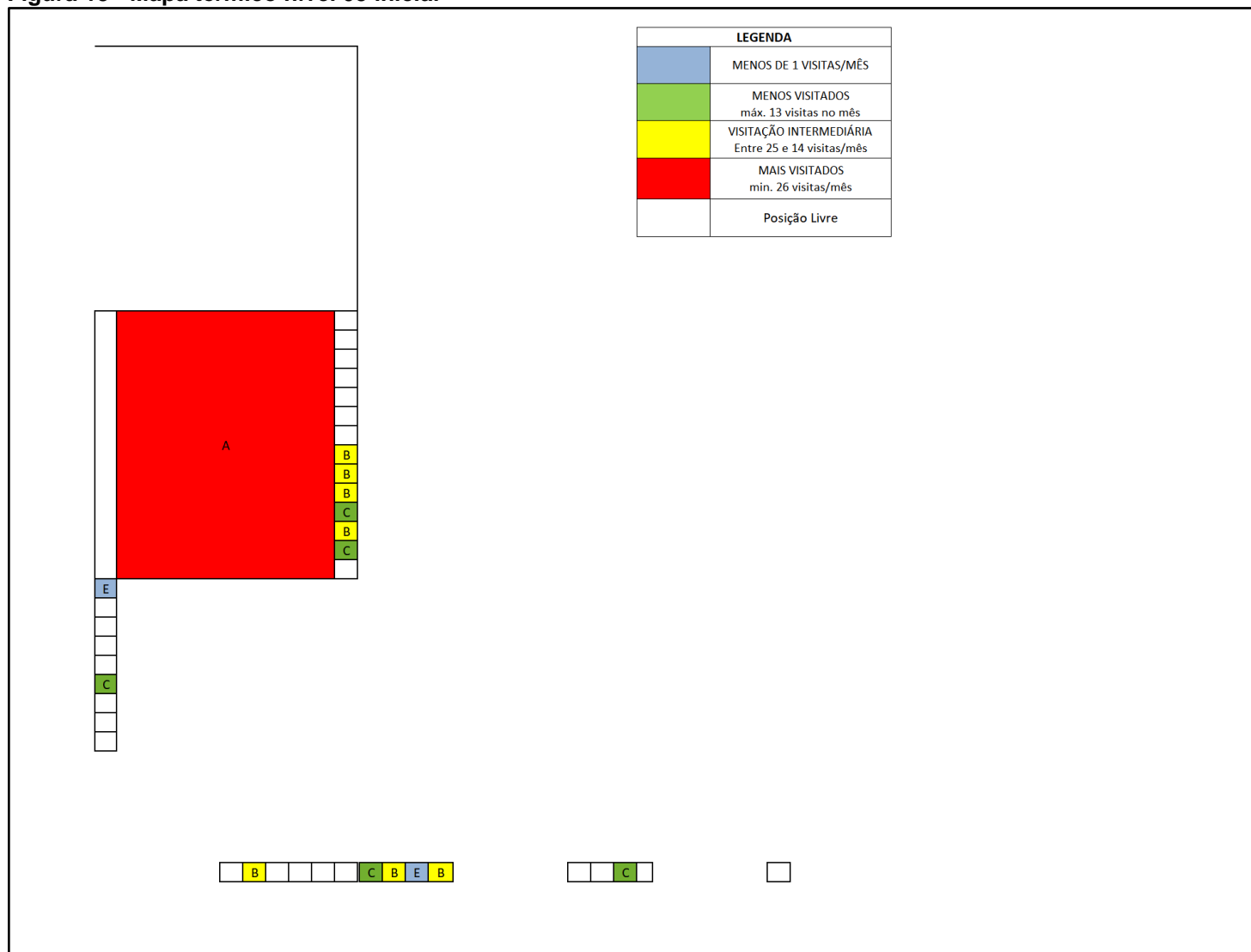
Fonte: Aatoria Própria (2017)

Figura 12 - Mapa térmico nível 04 inicial



Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 13 - Mapa térmico nível 05 inicial



Fonte: Autoria Própria (2017)

A partir das Figuras 9, 10, 11, 11 e 13 é possível visualizar o *layout* inicial do armazém, com os armários e as 732 posições paletes que são distribuídas em cinco níveis. Ressalta-se que nem todas as estruturas apresentam os cinco níveis, visto que alguns porta paletes atingem a altura máxima com apenas 3 níveis.

Percebe-se também que existiam materiais de alta rotatividade (itens classe A e B) que se encontravam em posições do nível 03, 04 e até mesmo 05, o que não é uma boa estratégia, uma vez que é preciso contar com um operador de empilhadeira para descer o container que contém o material a ser separado, entretanto nem sempre o operador de empilhadeira estará disponível para realizar a operação, o que gera um atraso na separação dos materiais. Isso ocorre visto que a estratégia utilizada para definir o *layout* foi baseada em agrupar os produtos por família, ou seja, os produtos da mesma família se encontravam em posições próximas, independente do giro do material, o que comprometia o desempenho da separação.

As posições que estão em branco no mapa térmico, são as posições dinâmicas, as quais não possuem material fixo e, portanto, não é possível definir a rotatividade do material na posição. Estas estavam presentes em menor porcentagem no armazém como já mencionado anteriormente, o que causava um acúmulo de materiais na área de recebimento pelo fato de não haver posição dinâmica disponível e o material não ter uma posição fixa atrelada ou em alguns casos a posição fixa já ter o material armazenado.

4.2.4 Acuracidade de Inventário

A acuracidade de inventário é uma variável que fornece a precisão entre as informações sistêmicas e físicas referente ao saldo dos materiais, ou seja, mede quanto efetivo está sendo o controle sob o estoque e expressa a confiabilidade dos dados. As variações existentes entre o estoque real e o lógico (sistêmico) reduzem o percentual de acuracidade do estoque e sinalizam problemas no fluxo, além disso, essas variações nos dados interferem no desempenho das atividades, visto que causam interrupções para sanar os problemas e redução no nível de atendimento ao cliente, seja por falta de produto ou por lentidão na entrega.

Antes de realizar o projeto no almoxarifado da empresa foi medida a acuracidade de inventário sobre os itens em WMS, esse índice foi analisado por duas

ólicas: financeira e a chamada acuracidade do WMS. A primeira mensura a exatidão do valor financeiro do estoque, ou seja, se o total em reais em estoque físico se iguala ao total em reais que consta no sistema. Esta análise se mostra bastante importante para atualização do DRE da empresa. Contudo, esta análise considera os valores de variação tanto positivos quanto negativos de cada item, que podem se anular e gerar zero de variação.

Em virtude desta possibilidade e com foco no controle do estoque em cada posição o segundo método abre cada item nas posições que este ocupa no depósito e verifica a sua exatidão, por esse motivo é chamada de acuracidade do WMS. Esse indicador fornece então o percentual de posições onde a quantidade física condiz exatamente com a informada pelo sistema.

O resultado inicial deste indicador se apresentou bastante alto na abordagem financeira com uma variação de apenas 0,7% o que representa 99,3% de acuracidade. Contudo, ao abrir as linhas do inventário e analisar as posições contadas, observou-se que apenas 32,46% apresentaram exatidão nas informações o que mostra um descontrole sobre os itens do estoque. Sabe-se que é bastante difícil atingir 100% de acuracidade, porém elevar seus níveis a fim de se aproximar desta situação ideal garante um processo logístico mais contínuo e um melhor atendimento ao cliente. Ao atuar nos pontos críticos levantados por este estudo pretende-se melhorar a acuracidade do WMS do setor.

4.3 PROPOSTAS DE MELHORIA

Através do diagnóstico da situação atual encontrada no almoxarifado da planta e da análise da estrutura tanto de *software* quanto física existente para o WMS chegou-se aos pontos críticos, já abordados na seção anterior. A partir dessa análise da situação inicial moldaram-se as propostas de melhoria, a fim de atingir os objetivos do projeto. Nessa seção as propostas de melhoria são apresentadas.

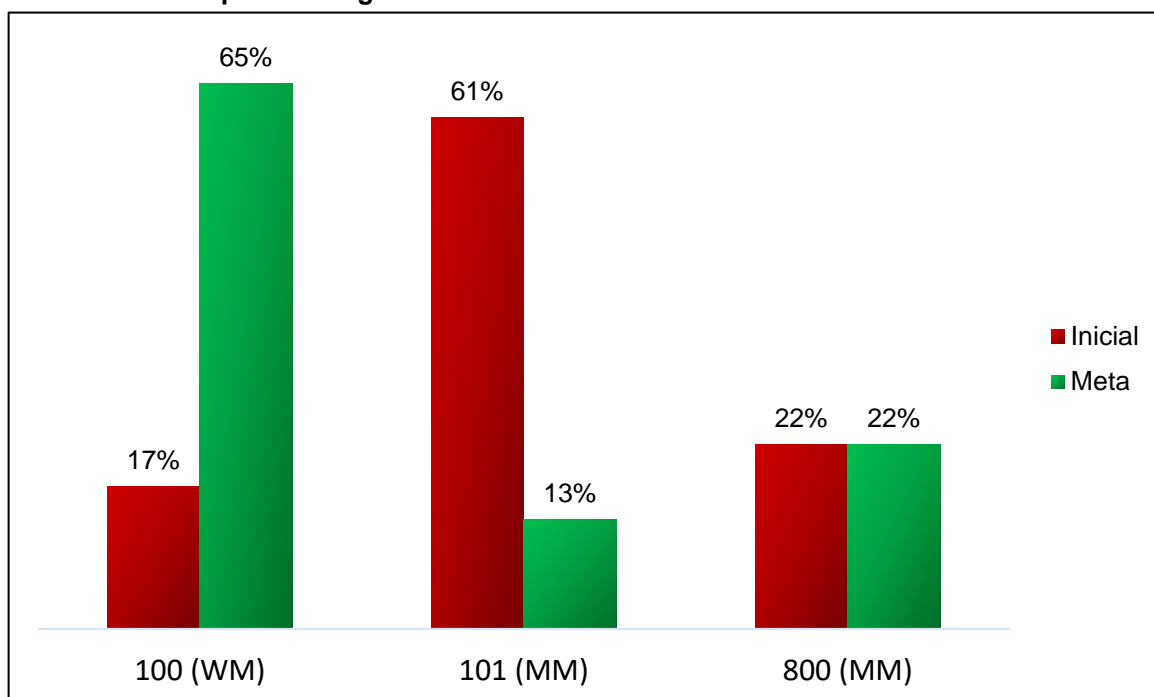
4.3.1 Propostas Referentes à Estrutura do WMS

Ao analisar o WMS já em funcionamento no setor notou-se a baixa abrangência desta forma de controle, sendo que apenas 17% dos SKU's armazenados estavam ampliados conforme apresentado na Seção 4.2.1. Enquanto os demais itens funcionavam sob o controle MM.

O sistema WMS, que funciona em interface com o SAP, estava disponível para utilização, assim como os coletores de dados para realizar as tarefas operacionais. Dessa forma, a ampliação de novos itens necessita de disponibilidade de mão de obra para levantar os dados e de infraestrutura física para armazenagem (porta paletes). A questão de ampliar a infraestrutura de porta paletes já estava no plano de investimento da empresa, sendo assim, a proposta para otimizar as atividades operacionais do armazém e atingir os objetivos traçados inicialmente é de aumentar a abrangência do controle por endereçamento para 65% dos SKU's, conforme mostra o Gráfico 4.

Os itens do depósito 100 já estavam sob controle WMS, enquanto os itens do depósito 101 e 800 representavam o controle em MM. Considerando que os itens de manutenção (depósito 800) estão armazenados nos armários internos e possuem menor rotatividade definiu-se como prioridade ampliar para o 100 os produtos semiacabados.

Esses materiais representam grande quantidade de SKU's e possuem alto giro, o que dificulta o controle. Sistemáticamente eles estavam no depósito 101 e fisicamente ocupavam área disponível no chão. Com a montagem dos porta paletes ampliou-se inicialmente a capacidade de posições paletes para armazená-los e posteriormente levantou-se os dados para cadastrá-los sistematicamente em WMS, sendo que os dados exigidos foram: código do material, tipo de contenedor no qual deve-se armazená-lo, quantidade padrão e estratégia de entrada e de saída. Essa etapa do projeto exigiu intensa mão de obra de conferente, operador de empilhadeira e o responsável administrativo pelo gerenciamento do sistema.

Gráfico 4 - Meta para abrangência do WMS

Fonte: Autoria Própria (2017)

O Gráfico 4 apresenta os dados iniciais de abrangência do sistema WMS no setor assim como as metas estipuladas pelo projeto para atingir maior abrangência. Ao aumentar a abrangência desta forma de controle será possível tornar o controle e também o fluxo mais padronizado. Isso é possível, pois os itens do depósito 101 que se mantêm em MM dizem respeito à matéria-prima base do processo, que são encaminhadas para os silos distribuidores anexos à fábrica e por esse motivo não foram cadastrados em WM e não estão no escopo deste trabalho. Percebe-se que a princípio o depósito 800, que também está sob controle MM, não sofre modificações devido ao fato dos itens de manutenção também não estarem no escopo do trabalho.

Além da necessidade de ampliação do sistema e aproveitando o momento de mudança no setor observou-se a estrutura do WMS já existente. Ao considerar as questões fundamentais que interferem no seu desempenho constatou-se a existência de diversos tipos de depósito que seguiam uma lógica de família de produtos, já apresentados na seção anterior. O tipo de depósito está diretamente relacionado à estratégia de entrada e de saída de itens e por esse motivo uma posição possui além do endereço (rua, módulo e nível) um tipo de depósito atrelado, conforme demonstrado pela Fotografia 2. Ao considerar famílias de produtos o armazém se tornava restritivo e, assim, dentre os nove tipos de depósitos existentes a proposta foi deixar ativos apenas quatro deles: A01, para as posições fixas; A02, para as posições

dinâmicas com capacidade de receber contenedores médios e grandes; A05, para as posições dinâmicas com capacidade de receber contenedores pequenos e o OVA, que funciona como pulmão para itens que possuem muita quantidade em estoque. Ou seja, reduziu-se a quantidade de tipos de depósito e desassociaram-se as famílias de produtos para torná-lo mais dinâmico. Isso é possível, pois os itens de diferentes famílias não possuem restrições que impeçam de estarem próximos. A única restrição existente é quanto à capacidade física de armazenamento dos produtos e esta foi considerada na decisão.

Fotografia 2 - Etiqueta de endereçamento



Fonte: Autoria Própria (2017)

Para realizar estas melhorias foi necessário rever todas as posições que já existiam no sistema para assim alterar o tipo de depósito atrelado e criar as novas posições para a estrutura porta paletes que foi instalada.

4.3.2 Propostas Referentes ao Fluxo de Entrada de Materiais

O MFV da entrada de materiais permitiu visualizar discontinuidades que tornam o fluxo menos efetivo e eficiente. Os pontos críticos levantados resumem-se a duas causas raiz: o excesso de posições fixas no armazém e má utilização das UD's.

O excesso de posições fixas no *layout* do armazém impacta negativamente na otimização da área de armazenagem e faz acumular materiais no espaço destinado ao recebimento, pois quando um item entra no depósito a estratégia destina a um local definido, caso não encontre posições disponíveis o item permanecerá no chão,

aguardando disponibilidade. Como a disponibilidade de posições dinâmicas era baixa a área de recebimento ficava saturada de materiais. Dessa forma, propôs-se a redução de posições com materiais atribuído, ou seja, redução de posições fixas.

A atribuição de uma posição como fixa para determinado material está relacionada com a necessidade de reabastecer automaticamente um item, ou seja, ao atingir um nível mínimo de material o reabastecimento é solicitado para assim deixar a posição sempre com material para realizar o *picking*. Sendo assim, considera-se válido atribuir posição fixa para itens de alto e médio giro no estoque, dessa maneira analisou-se a curva ABC de rotatividade de materiais que permitiu decidir que apenas as posições baixas até a Rua 6 seriam fixas. Tal decisão está relacionada com as alterações já propostas para os tipos de depósito, onde o A01 será o depósito associado às posições fixas, ou seja, as posições do primeiro nível para os porta paletes grande e do primeiro e segundo níveis para os porta paletes médio e pequeno foram atualizadas no sistema com o tipo de depósito A01. As demais posições serão dinâmicas, tipo de depósito A05 para dinâmicas dos porta paletes pequenos e A02 para as dinâmicas dos porta paletes médios e grandes.

A segunda causa levantada pela análise do fluxo de entrada foi a utilização das etiquetas de UD, uma das funcionalidades do WMS que permite a leitura por código de barras das informações referentes ao material. Dessa forma, a UD deve ser gerada na entrada de cada quantidade padrão (por palete, aramado, etc.) e então acompanhar esse material até sua saída do armazém, momento em que o todo o saldo daquela UD for retirado. Entretanto, percebeu-se que esse fluxo de UD estava interrompido logo na chegada do material, quando não era gerada uma UD por padrão e as mesmas também não eram anexadas ao material o que afetava todas as operações dependentes desta etiqueta (leitura da UD para armazenar e o bip da UD na posição). Além disso, a manutenção de uma UD fixa em uma posição impedia que ela fosse zerada, em termos informais a UD “não morria” e por este motivo ocorria sempre a prática de somar o saldo nesta UD fixa. Devido a isso, a estratégia FIFO vinha sendo afetada.

Considerando essas questões, o novo fluxo de entrada dos materiais foi desenhado delegando colaboradores responsáveis para cada etapa, para evitar que a UD não fosse anexada no material. Em relação à forma que a UD é gerada, a proposta é baseada em instruções e treinamento dos envolvidos para que cada padrão que entrar no armazém possua uma UD. Um fluxo em que as UD's sejam

criadas conforme o padrão e sejam diretamente destinadas ao material impactará positivamente na agilidade ao guardá-los, visto que o colaborador responsável por essa etapa irá utilizar apenas a leitura dos códigos de barras, sem ter de gerar a UD para posteriormente consultá-la e destiná-la à posição. Além disso, a etiqueta de UD fixa será eliminada, o que reduz a necessidade de soma. A soma deve ocorrer apenas quando a entrada for de pequenas quantidades que não convém ocupar uma nova posição. Com essas propostas o fluxo de entrada se torna mais contínuo e a probabilidade de erros se reduz, já que antes era preciso digitar muitas das informações no coletor ao invés de apenas bipar os códigos de barras.

4.3.3 Propostas Referentes ao Fluxo de Saída de Materiais

O principal gargalo identificado no fluxo de saída é a etapa de separação de pedidos, etapa que despende maior tempo de execução e também oferece maior potencial de erros. Na Seção 4.2.3.2 foram apresentadas as sub etapas da separação de pedidos, na qual se pode notar que as mais significativas dizem respeito a deslocamentos, tanto até a posição indicada quanto para apanhar o material (que frequentemente exigia o operador de empilhadeira para baixar o material e, por isso, estava tão onerosa).

Deslocamentos são atividades que não agregam valor ao processo e por isso devem ser reduzidas tanto quanto possível. Para o cenário analisado pelo trabalho constatou-se que os altos deslocamentos se relacionavam principalmente pelo *layout* inadequado, que seguia a lógica de família de produtos, ou seja, itens de classe A (alto giro) de uma família de produtos ocupavam posições altas enquanto itens de classe C (baixo giro) de outra família de produtos ocupavam posições baixas. Esse fator *layout* já foi considerado crítico para a entrada de materiais devido a abundância de posições fixas, mas além disso pontuou-se que a forma como os materiais foram atribuídos é um fator relevante. A alocação de posições fixas conforme a curva ABC e a criação de uma rota de *picking* foram propostas para reduzir tais deslocamentos.

Além dos altos deslocamentos foi observado que ao separar os itens no depósito a leitura dos códigos de barras era uma prática aplicada apenas para a posição enquanto o número de UD era digitado. A ordem de separação de pedidos está no coletor de dados e no momento de confirmar a separação é necessário ler a

posição (endereço) e a etiqueta de UD para o sistema dar baixa daquela quantidade requisitada naquele local. Essa prática de leitura garante a acuracidade do armazém, visto que adversidades são detectadas ao ler os códigos de barras incorretos. A prática de digitar a UD estava sendo realizada, pois ao deslocar-se até a posição indicada o separador não encontrava a etiqueta de UD o que o obrigava a digitar o número para finalizar a separação, mesmo sem saber se estava de fato retirando o material da UD correta. Isso além de tornar a separação mais onerosa, estava causando problemas de acuracidade.

Este problema detectado na saída de materiais ocorria devido à uma situação já comentada na entrada de materiais, onde as UD's não eram geradas por padrão e nem anexadas ao material quando davam a entrada e assim não estariam disponíveis no momento de leitura para separação. O problema de separação estava sendo causado pelo fluxo de entrada inadequado, sendo assim as propostas de melhoria aplicadas na entrada dos materiais, além de otimizar a sua armazenagem, garantiram a confiabilidade na saída.

5 IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

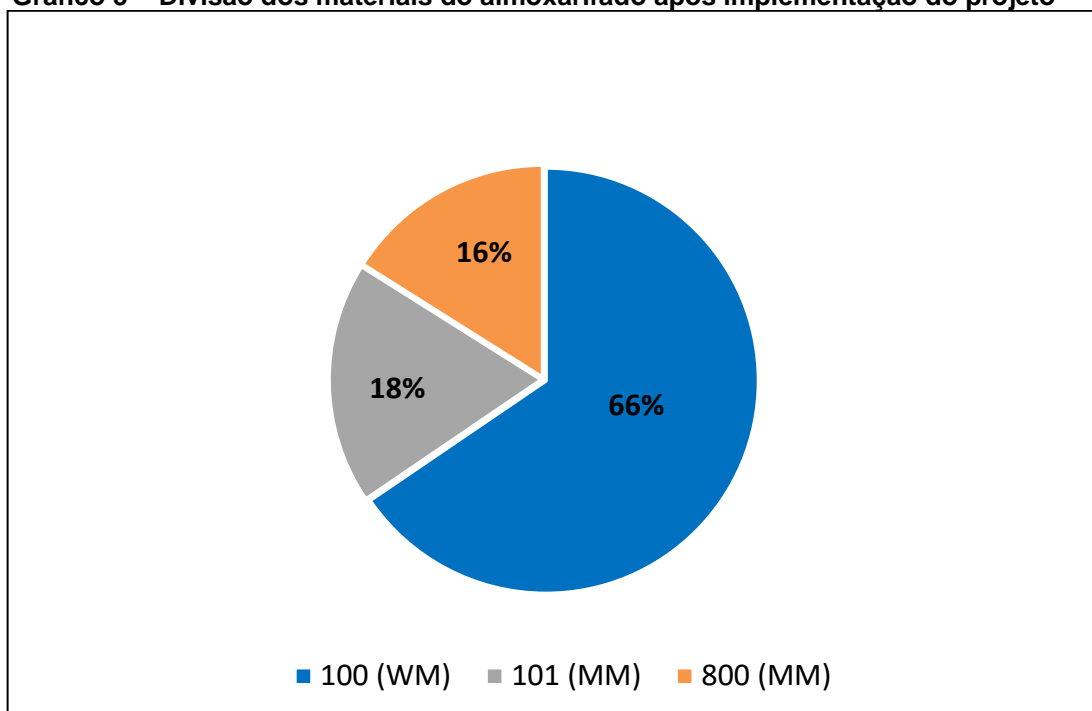
As alterações propostas pelo presente projeto no Capítulo 4 objetivaram tornar o almoxarifado da empresa de estudo mais produtivo e confiável. Nesse capítulo é apresentada a situação atingida com a implementação das propostas de melhoria juntamente com os resultados obtidos para as variáveis produtividade e acuracidade de inventário, tanto na situação inicial quanto na situação atingida, comparando-as para identificar os ganhos com a aplicação do estudo. Além disso, são apresentados os impactos que cada proposta de melhoria trouxe para estas variáveis.

5.1 SITUAÇÃO ATINGIDA

A partir dos mapeamentos realizados, os quais foram apresentados na Seção 4.2.3, foi possível detectar pontos críticos no processo e, com isso, propor melhorias a fim de se obter um maior nível de acuracidade e confiabilidade nas informações de estoque. Dessa maneira, essa seção apresenta a situação alcançada com a implementação das melhorias pontuadas na Seção 4.3

5.1.1 Abrangência e Estrutura do WMS

Através da ampliação da estrutura porta palete foi possível criar 836 novas posições palete, além de outras 71 posições referente à blocados, o que totaliza 907 novas posições cadastradas no sistema. Essa estrutura permitiu a alocação dos materiais que estavam fisicamente no chão em porta paletes, mas, além disso, permitiu a organização de endereços dentro do sistema WMS, o que tornou viável a ampliação de novos itens no sistema. Dessa forma, os materiais considerados prioritários, os semiacabados, foram ampliados do depósito 101 (MM) para o 100 (WM) e assim a abrangência do WMS dentro do armazém atingiu 66% dos SKU's, conforme apresentado no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Divisão dos materiais do almoxarifado após implementação do projeto

Fonte: Autoria Própria (2017)

Percebe-se pelo Gráfico 5 que após a implementação do estudo ocorreu uma inversão no percentual de cada forma de controle no almoxarifado. O MM representava 83% dos itens e era a forma predominante de controle sob os materiais estocados no setor, enquanto o WMS controlava apenas 17%. Ao finalizar o projeto os depósitos referentes à MM passaram a representar apenas 34% dos itens e o depósito WMS 66% e dessa forma atingiu-se a meta referente à abrangência do sistema WMS estipulada nas propostas de melhoria.

O depósito 800 inicialmente não seria impactado. Contudo, notou-se que alguns SKU's pertencentes a esse depósito possuíam movimentação diária ou semanal. Dessa forma, decidiu-se por ampliá-los para WMS para melhor controlá-los, o que resultou em uma redução do percentual de SKU's referentes ao depósito 800 (queda de seis pontos percentuais).

Além da criação das novas posições e ampliação dos produtos semiacabados para o depósito 100 propôs-se a revisão das posições já existente para alterar o seu tipo de depósito. Os tipos de depósitos A03, A04, A06, A07 e A08 foram desativados, ou seja, não existem posições com esses tipos de depósito atrelado. Mantiveram-se ativos A01, A02, A05 e OVA e apesar de suas nomenclaturas não terem sido alteradas

dentro do SAP, existem diferenças entre esses tipos de depósitos antes e depois do projeto. Como abordado na descrição da situação inicial, os tipos de depósitos seguiam a lógica de família de produtos, ou seja, o A01 recebia apenas itens de folha, fita e manta, o A02 sacos de rafia, o A05 insertos e bucha de latão, todos eles sendo caracterizados como posições fixas e o OVA era um estoque pulmão que recebia todos os itens.

A proposta do estudo foi eliminar essa cultura de alocação de materiais no armazém conforme a família de produtos. O A01 passou a caracterizar-se como tipo de depósito de posições fixas, o A02 tipo de depósito de posições dinâmicas que recebe contenedores médios e grandes e o A05 tipo de depósito de posições dinâmicas para contenedores pequenos. Essa alteração tornou os endereços dentro do armazém mais livres para receberem os materiais visto que as restrições foram reduzidas. As Fotografias 3 e 4 apresentam imagens da transação utilizada para consultar os tipos de depósitos e os materiais a eles atrelados.

Fotografia 3 - Transação SAP para consultar tipos de depósito

The image shows a screenshot of the SAP S456 transaction, titled "Visão sinóptica do depósito: 1ª tela". The main window contains several input fields for search criteria:

- Nº do depósito: 501
- Tipo depósito: A03
- até: [empty]
- Posição no depósito: [empty]
- até: [empty]

Below these fields is a section for "Parâms. programa" (Program Parameters):

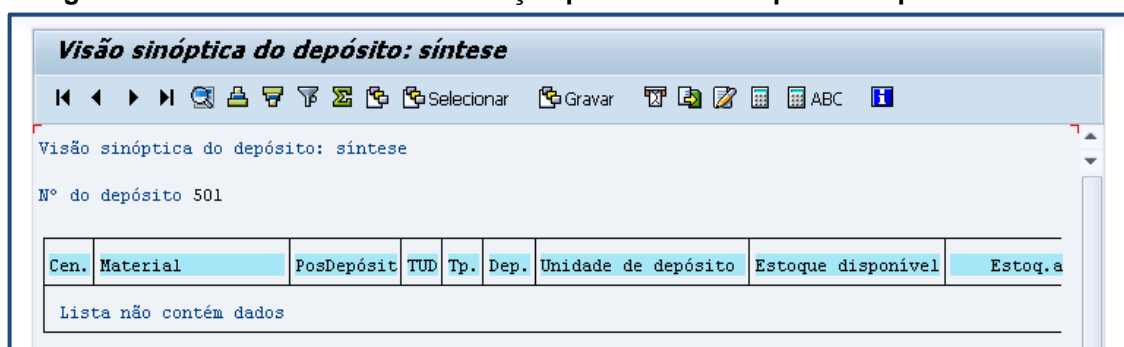
- Tipo de inventário: [empty]
- até: [empty]
- Só posições com estoque
- Tipo de estoque: [empty]
- até: [empty]
- Cód. estoq. especial: [empty]
- Nº do estoque especial: [empty]
- Dias desde entrada em dep.: [empty]
- 999999

Overlaid on the bottom of the main window is a smaller dialog box titled "Seleção múltipla para Tipo depósito" (Multiple Selection for Deposit Type). It has four tabs: "Selecionar valores indiv. (5)", "Selecionar intervalos", "Excluir val.individuais", and "Excluir intervalos". The "Selecionar valores indiv. (5)" tab is active, showing a list of deposit types with checkboxes:

- A03
- A04
- A06
- A07
- A08

Fonte: Autoria Própria (2017)

Fotografia 4 - Relatório obtido da transação para consultar tipos de depósito



Fonte: Autoria Própria (2017)

Através das Fotografias 3 e 4 confirma-se a inatividade dos tipos de depósito mencionados anteriormente, ou seja, não existem dentro do WMS endereços que estejam atrelados a eles. A Tabela 1 mostra a quantidade de posições que foram cadastradas com cada tipo de depósito. O OVA não está especificado por ser um endereço genérico dentro do armazém.

Tabela 1 - Quantidade de posições existentes por depósito

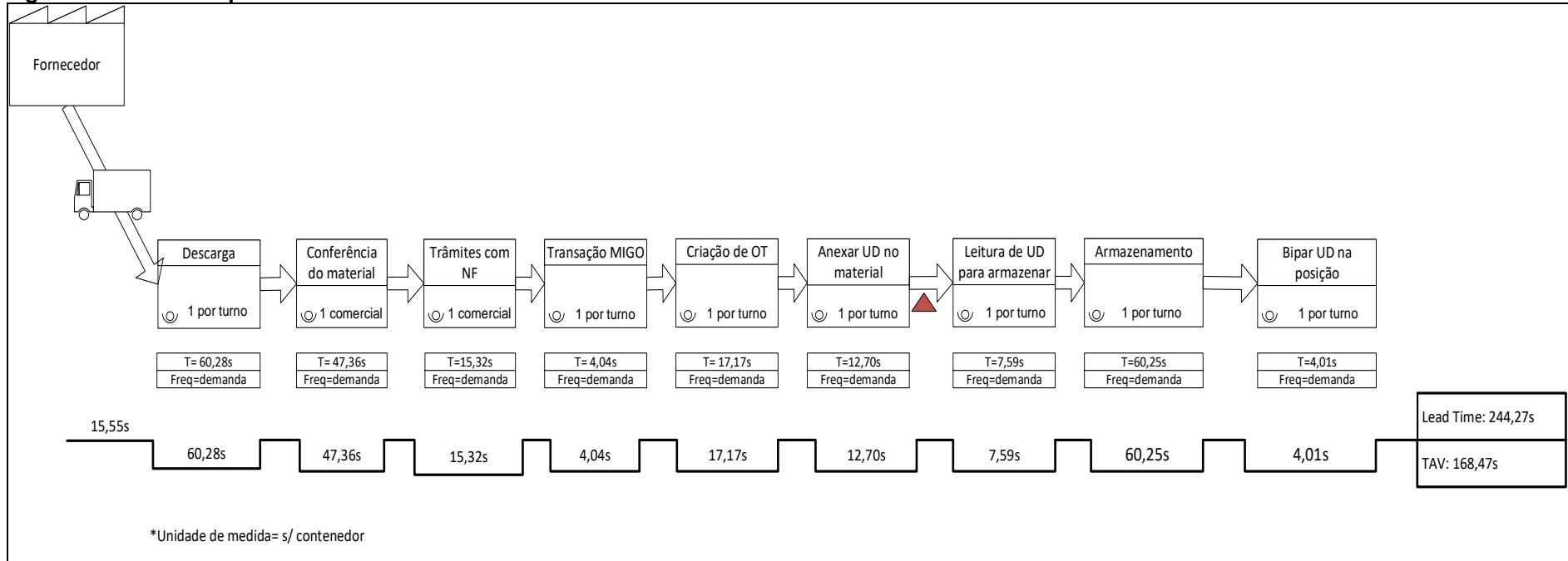
Tipo de Depósito	Quantidade de Posições
A01	386
A02	1285
A05	81
Total	1752

Fonte: Autoria Própria (2017)

5.1.2 Fluxo de Entrada de Mercadorias

A partir da implementação das melhorias no fluxo de entrada, as quais foram voltadas principalmente para a utilização correta da UD e alteração sistêmica da estratégia de entrada de mercadorias, foi possível criar uma continuidade no fluxo do processo. A Figura 14 apresenta o MFV para entrada de mercadorias após as alterações realizadas.

Figura 14 - MFV final para a entrada de mercadorias no armazém



Fonte: Autoria Própria (2017)

Ao observar o MFV apresentado pela Figura 14, nota-se a eliminação da etapa de armazenamento dos materiais em MM, visto que a meta de materiais a serem passados para o controle WM foi atingida. Além disso, o tempo total para entrada de mercadorias passou de 394,41s para 244,27s, o que representa uma redução de 38,07% (150,14 segundos), isso ocorreu devido à diminuição do tempo em algumas etapas, principalmente a de conferência do material, anexar a UD ao material e bipar a UD do material, já que uma das melhorias no fluxo de entrada esteve relacionada com a utilização correta da UD, a fim de maior agilidade no processo.

Para alcançar essa situação foi aplicado treinamento aos colaboradores responsáveis pelo recebimento de mercadorias para assegurar e explicar a importância que se tem em gerar uma nova UD para cada padrão recebido assim como no acompanhamento desta ao material, uma vez que proporciona continuidade no processo e elimina-se retrabalho.

Além da realização do treinamento elaborou-se uma folha padrão de conferência que tem como objetivo garantir que seja gerado o número correto de UD's, já que a pessoa responsável pelo recebimento não é a mesma que gera as UD's. Sendo assim, visando minimizar os erros inseriu-se essa etapa no fluxo que consiste no preenchimento da folha pelo conferente com o número de padrões recebidos juntamente com suas respectivas quantidades. Posteriormente, esta é anexa à NF e entregue para o responsável pela entrada sistêmica dos materiais no depósito para que seja dada a entrada na nota e gerada a OT e as UD's. Após esse processo, a NF juntamente com as UD's impressas são entregues ao conferente para que este possa colocá-las nos padrões recebidos.

Devido a esse novo fluxo, no qual o conferente recebe todas as UD's impressas conforme ele descreveu na folha padrão, foi possível reduzir significativamente o tempo na etapa de anexar a UD ao material, que passou de 32,08s para 12,70s, o que gerou uma redução percentual de 60,41%.

A fim de padronizar o processo e melhor detalhar a atividade e responsabilidades elaborou-se uma instrução de trabalho para a operação de entrada de mercadorias, a qual é apresentada na Figura 15.

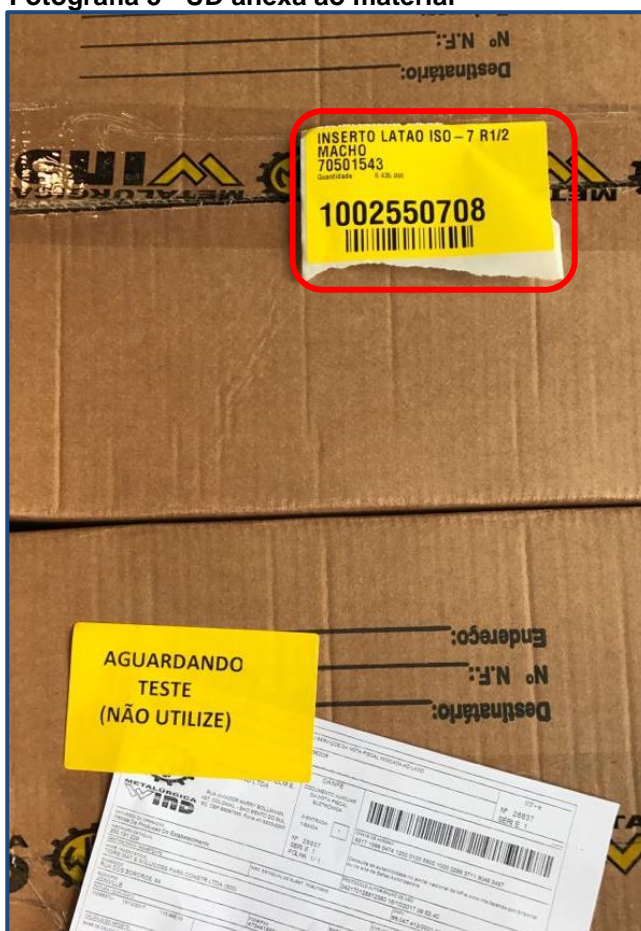
Figura 15 - Instrução de Trabalho

Fluxograma do processo	Descrição	Responsável
<pre> graph TD 1((1. Descarregar o Material)) --> 2[2. Conferência do material (folha padrão)] 2 --> 3{Material ok?} 3 -- Não --> 3a[Comunicar o Assistente Adm.] 3a --> FIM(((FIM))) 3 -- Sim --> 4[3. Trâmites com NF] 4 --> 5[4. Entrada na NF via sistema e gerar OT] 5 --> 6[5. Impressão da UD para os padrões que entraram em estoque] 6 --> 7[6. Deixar as UD's junto com a folha de conferência na caixa de pendências] 7 --> 8((7. Colar a UD no Material)) </pre>	<p>1. Descarregamento da carga que deu entrada na empresa.</p> <p>2. Conferência: quantitativa e visual (verificar se a carga física diz respeito ao item especificado na NF). Organizar as quantidades de cada item conforme padrão que chegaram e anotar na folha de conferência. Ex: 3 paletes com 350 peças; 2 arramados com 1000 peças.</p> <p>3. Assinar o canhoto da NF, liberar o motorista; carimbo de conferência, assinar e inserir a data. Encaminhar a NF e a folha de conferência para o Assistente Adm.</p> <p>4. Transação MIGO (entrada no material no estoque) e geração de OT pela LB12 e LT10. Para gerar a OT (que automaticamente gera a UD) é preciso considerar as quantidades de cada padrão anotado pelo conferente na folha de conferência.</p> <p>5. Assim que a UD foi gerada para os itens de uma NF ela deve ser impressa.</p> <p>6. Assim que impressa ela deve ser colocada junto com a folha de conferência (juntas) na caixa de UD's pendentes.</p> <p>7. A caixa de pendência deve ser verificada e as UD's ali presentes coladas nos respectivos itens.</p>	<p>1. Operador de Empilhadeira</p> <p>2. Conferente</p> <p>3. Conferente</p> <p>4. Assistente Administrativo</p> <p>5. Assistente Administrativo</p> <p>6. Assistente Administrativo</p> <p>7. Conferente</p>

Como pode ser observado na Figura 15, esta contém um fluxograma que resume as operações para a entrada de mercadorias no armazém assim como a descrição de cada atividade juntamente com seu responsável com objetivo de padronização do fluxo da UD no processo de entrada.

O resultado da utilização correta da UD é percebido na significativa redução percentual no tempo da etapa de leitura de UD para armazenar, a qual foi de 80,06% ou 30,47 segundos. Isso se deve pelo fato de que o operador de empilhadeira não precisar mais reimprimir a UD ou digitá-la no coletor por não a encontrar anexa ao material no momento do armazenamento. As ações tomadas visaram diminuir as possibilidades de perda da UD a fim de tornar o fluxo mais contínuo e confiável. As Fotografias 5 e 6 exemplificam a UD anexa ao material e a tela do coletor quando o operador de empilhadeira bipa a UD.

Fotografia 5 - UD anexa ao material



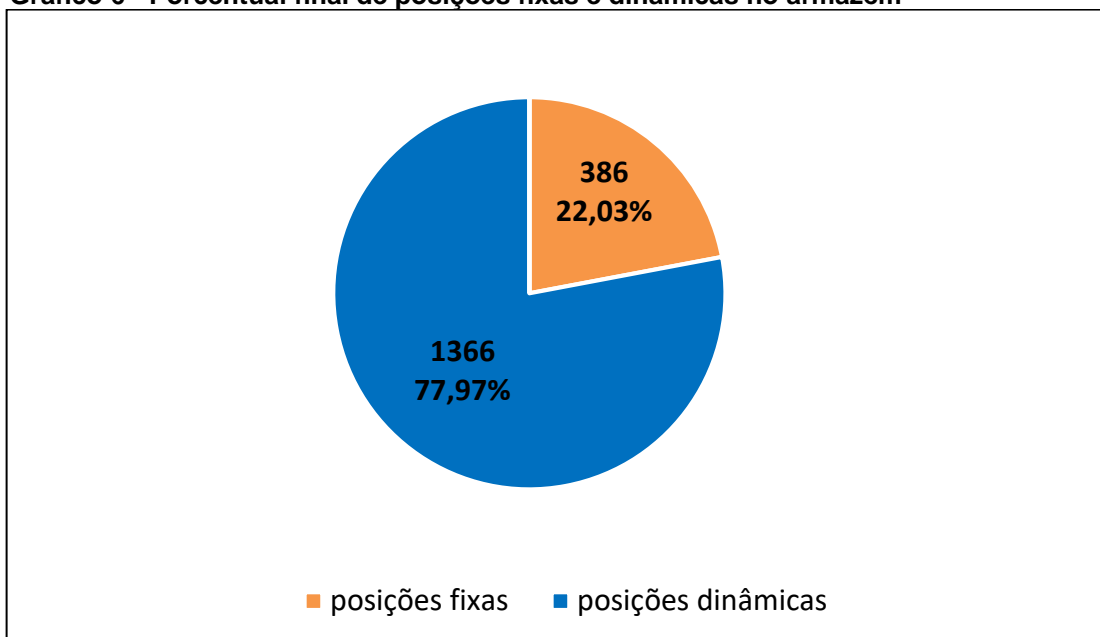
Fonte: Autoria Própria (2017)

Fotografia 6 - Tela do coletor para a UD

Fonte: Autoria Própria (2017)

Ao analisar a Fotografia 6 nota-se que aparece OVA para o tipo de depósito e entrada para a posição. Isso significa que este material está esperando para ser armazenado. Então, o operador de empilhadeira bipa a posição que irá receber o material para assim poder armazená-lo.

Com relação à etapa de armazenamento, foi alterada a estratégia de entrada das mercadorias a fim de sanar o problema de acúmulo de materiais na área de recebimento. Dessa maneira, após as alterações realizadas, diminui-se a quantidade de posições fixas e, em contrapartida, aumentou-se o número de posições dinâmicas. Essa relação é apresentada no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Porcentual final de posições fixas e dinâmicas no armazém

Fonte: Autoria Própria (2017)

Ao analisar o Gráfico 6 e compará-lo com o Gráfico 2 (página 49), que apresenta a porcentagem de posições fixas e dinâmicas antes da realização do projeto, percebe-se o aumento na quantidade de posições dinâmicas que passaram de 26,5% para 77,97% das posições existentes no armazém (o que recai em 1366 posições dinâmicas). As posições fixas passaram de 73,5% para 23,03% (o que recai em 386 posições), sendo essas atribuídas aos materiais com alta rotatividade. Essa alteração proporcionou maior agilidade no armazenamento dos materiais e, por consequência, em todo processo de entrada, visto que as posições dinâmicas podem receber qualquer tipo de material. Na Fotografia 7, pode-se notar a divisão entre endereço fixo e dinâmico.

Fotografia 7 - Endereços de posições fixas e dinâmicas

Fonte: Autoria Própria (2017)

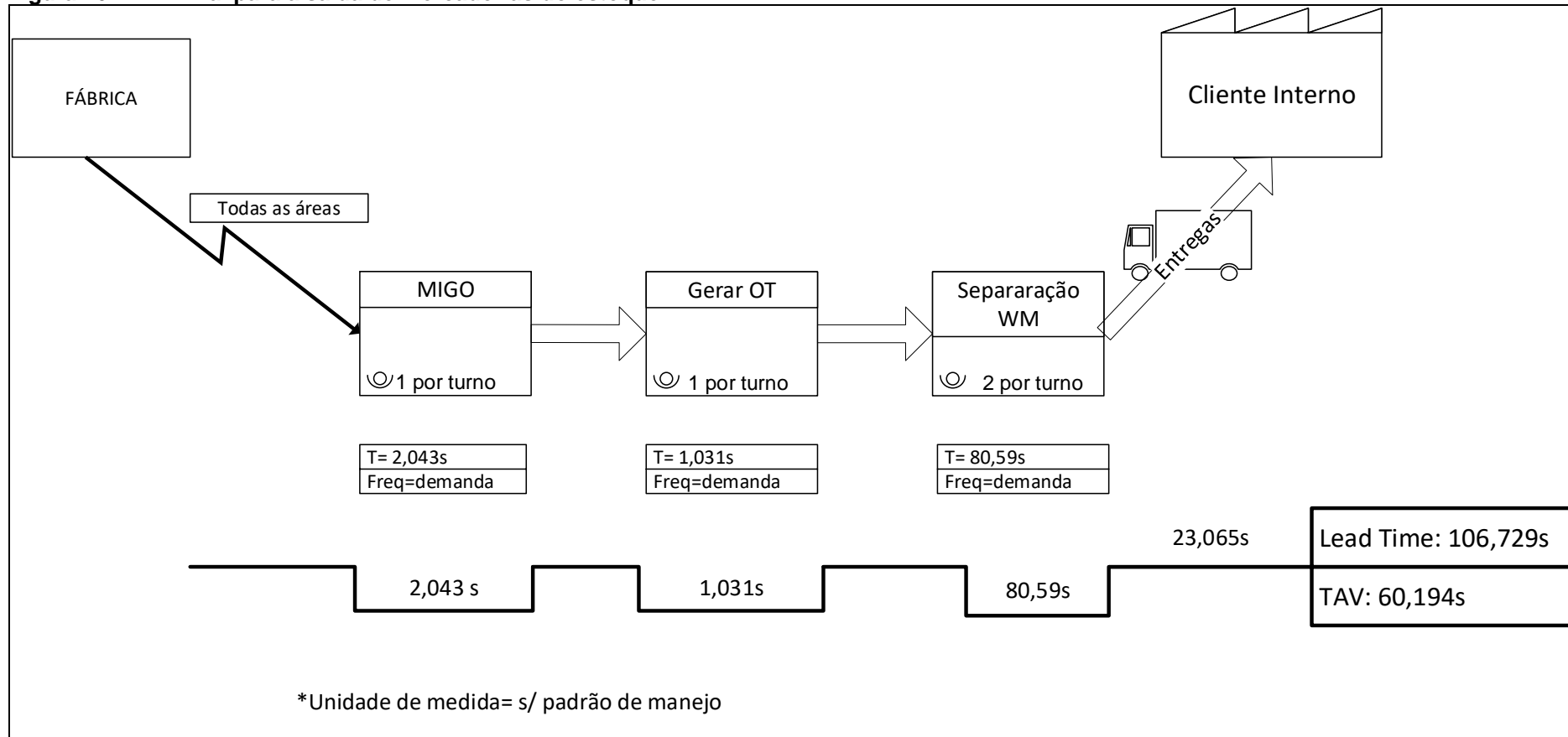
O tipo de depósito A01 está vinculado a posições fixas e assim só recebem o item especificado da etiqueta de identificação ao lado de cada endereço, conforme mostrado na Fotografia 7. Foram atribuídos como endereços fixos (A01) as posições mais baixas, que estão ao alcance do separador, para assim entrarem na rota de *picking*, enquanto os demais níveis tem tipo de depósito A02, ou seja, são endereços dinâmicos que recebem qualquer item.

Para que se concretize a atividade de entrada de mercadorias é preciso bipar a UD que está anexa ao material na posição em que será armazenada. A Fotografia 7 apresenta uma etiqueta de endereçamento da posição que precisa ser bipada no momento da guarda do material, independente da posição ser fixa ou dinâmica. Esta etapa apresentou uma redução no seu tempo de 94,38%, passou de 71,37s para 4,01s. Isso ocorreu pela eliminação da necessidade de somar as UD's, que consumia muito tempo e não era necessária, visto que confundia a estratégia do FIFO. Sendo assim, eliminou-se essa atividade, com isso cada material recebe uma nova UD para ser armazenado. Esse procedimento de soma passou a ocorrer apenas nos casos em que a quantidade a ser armazenada é pequena e então o material pode preencher a capacidade da posição.

5.1.3 Fluxo de Saída de Mercadorias

As melhorias propostas para a saída de mercadorias foram voltadas principalmente para a etapa de separação de pedidos, como mencionado na Seção 4.3.3, já que era a etapa mais onerosa do fluxo, assim como na eliminação de etapas que não estavam agregando valor. Dessa maneira a Figura 16 apresenta o MFV após a implementação das melhorias no fluxo de saída, as quais foram direcionadas principalmente para a alteração do *layout* com intuito de eliminar deslocamentos desnecessários.

Figura 16 - MFV final para a saída de mercadorias do estoque



Fonte: Autoria Própria (2017)

Ao analisar a Figura 16 e confrontar a mesma com a Figura 8, que traz o mapeamento inicial, nota-se redução nas etapas necessárias para a saída de mercadorias. Além da eliminação de etapas percebe-se a redução no tempo de execução daquelas que permaneceram, o que impactou em uma diminuição de 86,38% no tempo total de saída, que equivale a 677,16 segundos. Isso se deveu à eliminação de algumas etapas do fluxo, sendo estas: pegar prancheta, ler prancheta, criar reserva e conferência do material. Somando-se a isso, tem-se a redução no tempo da etapa de separação de pedidos, etapa de maior representatividade no fluxo.

As etapas eliminadas do fluxo não agregavam valor e podiam ser realizadas via sistema pelos próprios colaboradores da injeção, processo já realizado pelas outras fábricas. Dessa maneira, com esse novo fluxo que se inicia na etapa da MIGO, tem-se maior agilidade na de saída de mercadorias já que as etapas de pegar e ler a prancheta demandavam um tempo considerável (em torno de 10 min) e eram realizadas seis vezes ao dia, o que comprometia o restante do fluxo.

Com relação à etapa de separação nota-se uma queda de 34,21 segundos, o que demanda 29,8% menos tempo que a separação na situação inicial. Os tempos referente os elementos da atividade de separação ao fim do estudo são apresentados no Quadro 5.

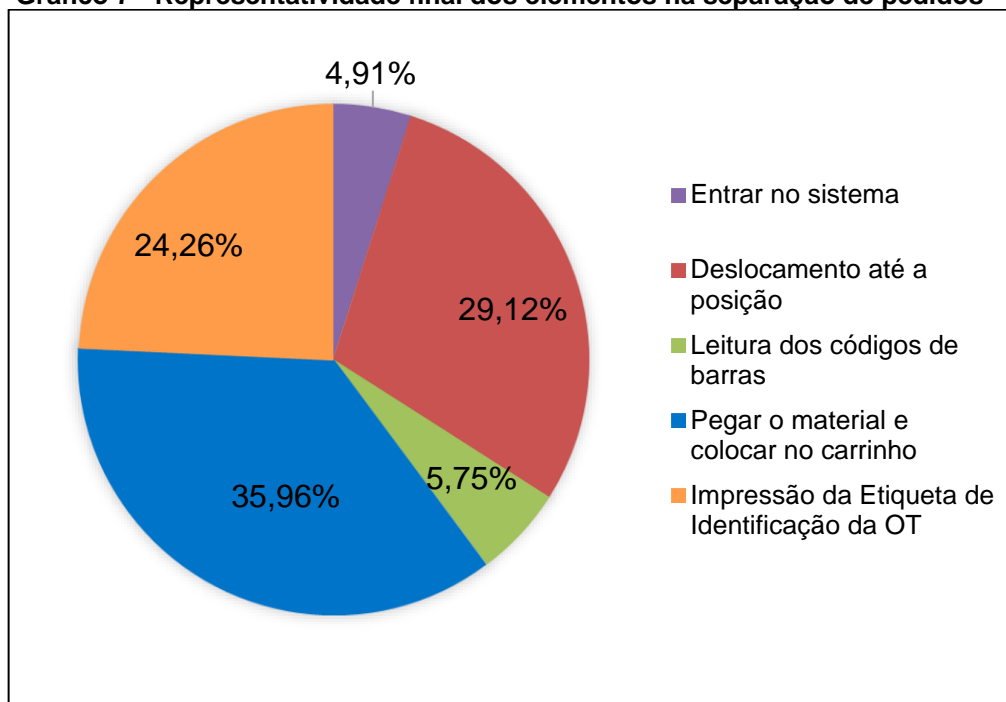
Quadro 5 - Tempo final de cada elemento da atividade de separação

Elemento de atividade	Descrição	Tempo (s)
Entrar no sistema	Separador verifica necessidade de separação no coletor	3,96
Deslocamento até a posição	Separador se desloca até a posição indicada no coletor	23,47
Leitura dos códigos de barras	Separador faz a leitura da posição e da UD	4,63
Pegar o material e colocar no carrinho	Se estiverem corretas a posição e a UD: separador coleta o produto e coloca-o no carrinho de separação (separação propriamente dita)	28,98
Impressão da Etiqueta de Identificação da OT	Etiqueta impressa após a finalização da OT	19,55
Total		80,59

Fonte: Autoria Própria (2017)

Ao observar o Quadro 5 percebe-se que a redução está atrelada principalmente à diminuição do tempo de deslocamento até a posição e da separação propriamente dita (pegar material na posição e colocar no carrinho). Além disso, ao comparar com o Quadro 4 (página 58) nota-se a inclusão de mais um elemento na atividade de separação, a: impressão da etiqueta de identificação da OT. Isso se deve pelo fato da eliminação da etapa de conferência do material que acontecia após a separação dos materiais, pois com esse novo fluxo a conferência do material é realizada pelo cliente (no caso as fábricas) a partir dessa etiqueta que contém o número da OT, cliente, materiais e quantidades separadas. Apesar dessa inclusão o tempo de separação sofreu redução comparado com o tempo inicial. O Gráfico 7 apresenta a representatividade de cada elemento na separação de pedidos.

Gráfico 7 - Representatividade final dos elementos na separação de pedidos



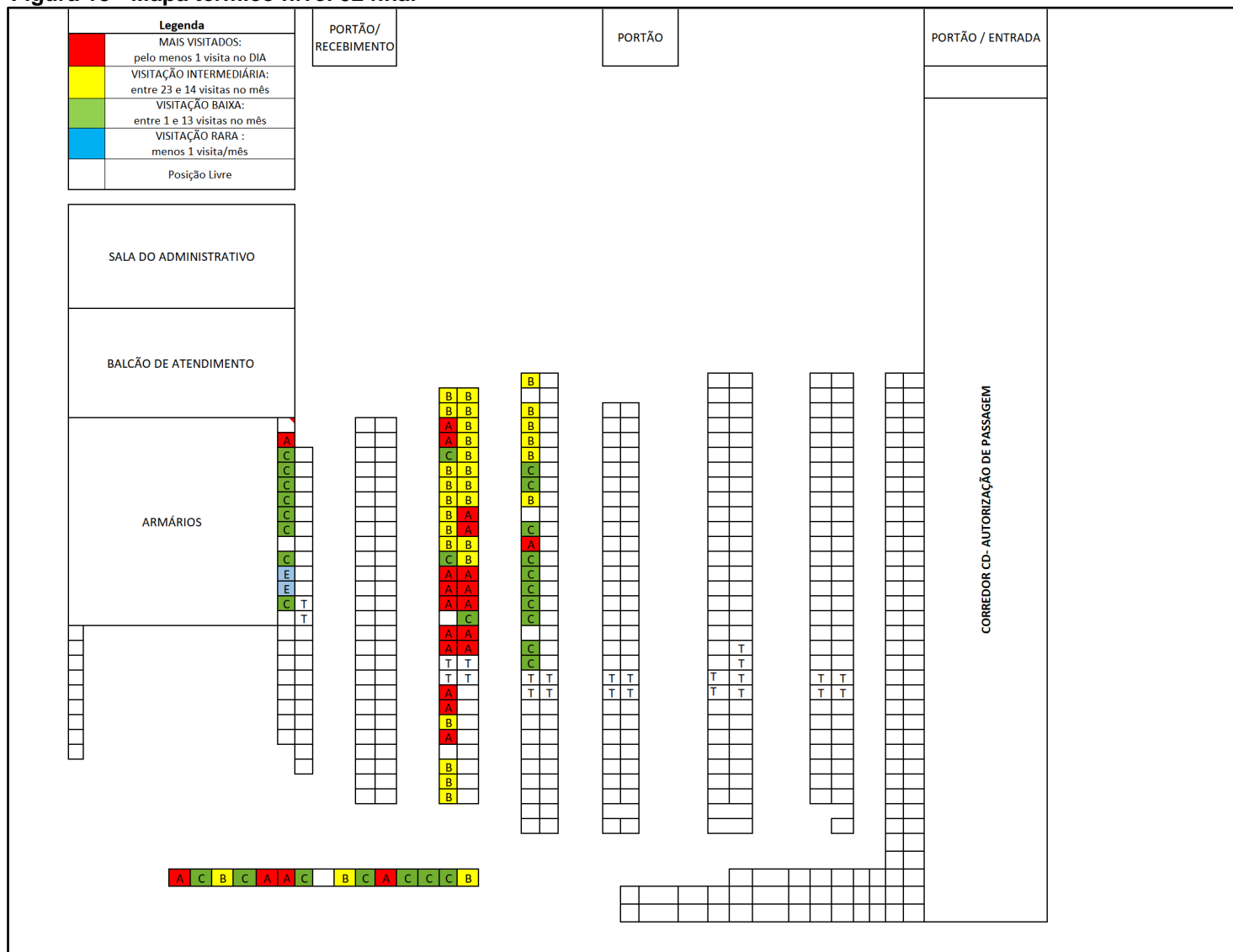
Fonte: Autoria Própria (2017)

A partir do Gráfico 7 percebe-se que a etapa de pegar o material e colocar no carrinho tem a maior representatividade (35,96%), visto que é nessa etapa que ocorre a separação propriamente dita. Entretanto, ao comparar o tempo de separação antes da implementação do projeto, que está no Quadro 4, com o tempo atual do Quadro 5 nota-se uma redução significativa de 29,8% (queda de 34,21 segundos) no tempo de separação.

Outro elemento representativo na etapa de separação é o deslocamento do separador até a posição, que representa 29,12% da atividade de separação. Esta etapa, assim como a de separação propriamente dita, teve uma redução após a implementação das melhorias, visto que essa era uma das etapas que estava consumindo mais tempo do separador. Isso se devia ao *layout* do armazém que não contribuía para a separação pois os materiais estavam organizados por família de produtos e não por rotatividade, dessa maneira o separador realizava vários deslocamentos para separar uma OT. Sendo assim, redesenhou-se o *layout* do armazém com base na rotatividade do material, para que assim o colaborador se deslocasse o mínimo possível para separação de uma OT, e com isso alcançou-se uma redução de 40,02%(15,66 segundos) em comparação com o estado inicial.

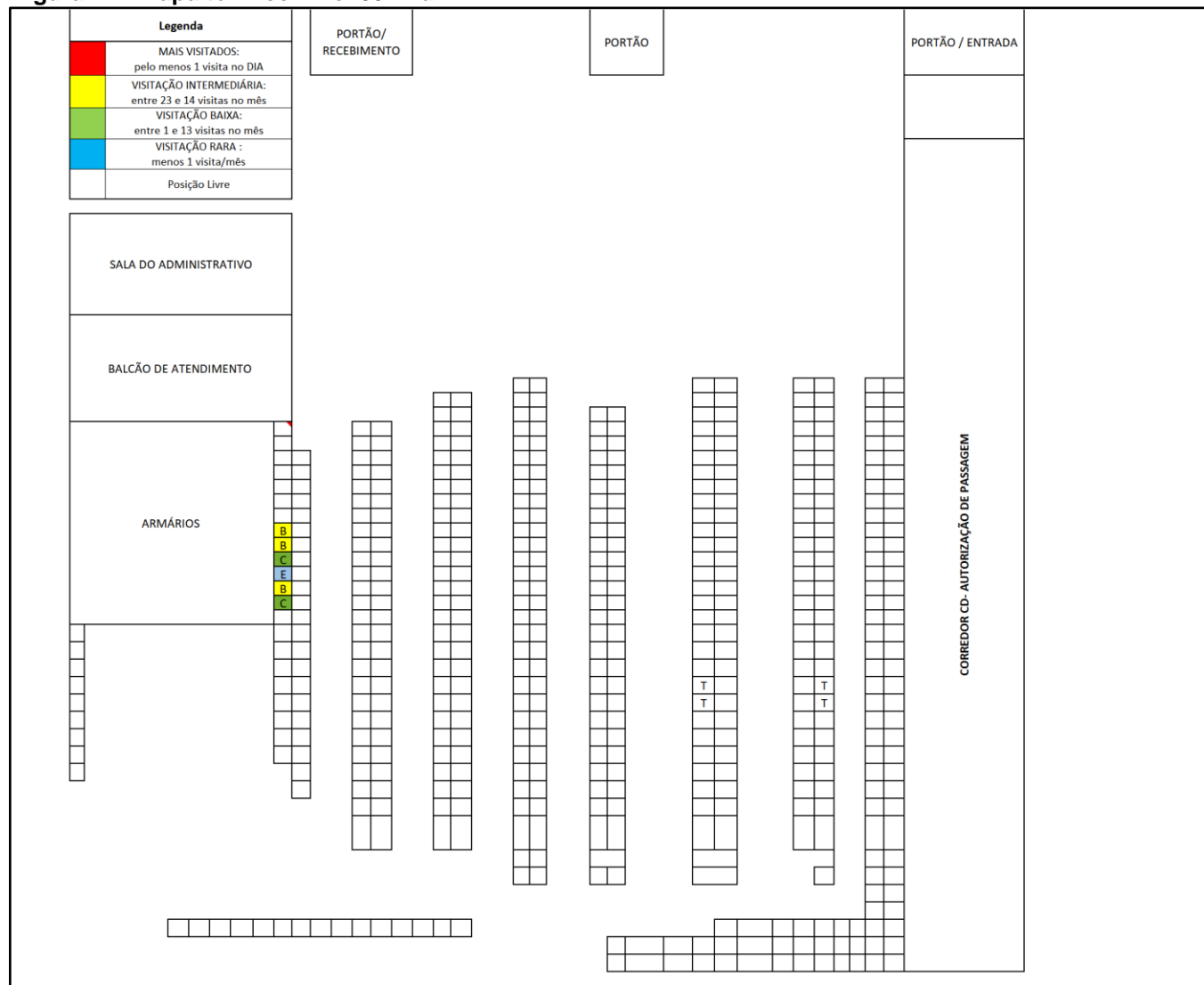
Para mostrar o novo *layout* do armazém construiu-se os mapas térmicos para os cinco níveis de porta palete existentes, os quais são apresentados nas Figuras 17, 18, 19, 20 e 21.

Figura 18 - Mapa térmico nível 02 final



Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 21 - Mapa térmico nível 05 final



Fonte: Autoria Própria (2017)

Ao observar as Figuras 17, 18, 19, 20 e 21, nota-se um aumento na quantidade de posições no armazém ao se comparar com a situação inicial. Esse aumento é reflexo da maior abrangência do WMS que necessitou de 907 novas posições para que pudesse ser implementado. Além disso, percebe-se uma redução na quantidade de posições com material atrelado (posições fixas). As posições fixas estão preenchidas no mapa com cores, enquanto as posições dinâmicas aparecerem em branco. Percebe-se então as alterações realizadas pelo projeto com a predominância das dinâmicas, o que mantém o armazém mais ágil e fluxos mais contínuos.

Para definir o material que estaria atrelado à determinada posição, foi levada em consideração a rotatividade do material. Com isso, os de alto giro foram alocados em posições do nível 1 e 2, principalmente. Ao analisar os materiais classe A percebe-se que estes estão alocados somente nos níveis 1 e 2, pois como são muito visitados devem ficar em posições nas quais não é preciso utilizar empilhadeira, para ganhar velocidade no processo de separação. Em contrapartida, os itens de baixo giro se encontram em posições de níveis maiores, como 3, 4 e 5 principalmente, já que não são muito visitados.

A alocação dos materiais nas posições de acordo com a rotatividade e não por família de produtos, permitiu maior agilidade na separação das mercadorias devido à redução do deslocamento do separador. Com essa nova estratégia os produtos a serem separados se localizam em posições próximas, fato que não acontecia quando se adotava a estratégia de família de produtos, já que a OT é gerada para materiais de famílias distintas o que acarretava em maior deslocamento do colaborador para separar os itens necessários. O impacto desse menor deslocamento é visto na redução do tempo de separação e por consequência no menor *lead time* para a saída de materiais. As vantagens apresentadas nessa seção evidenciam a importância do *layout* no desempenho das atividades.

5.1.4 Acuracidade de Inventário

Aumentar acuracidade do estoque é resultado de um fluxo melhor estruturado. No que diz respeito ao WMS, assim como já citado no texto, o fluxo de saída depende de um fluxo de entrada correto e confiável, visto que as informações são passadas

para o sistema e para os endereços durante todo o caminho que o material percorre dentro do armazém. Sendo assim, a entrada onde cada UD possui o saldo real do contenedor que entrou e a realização de bips confirmando a armazenagem de itens nas posições garante que no endereço exista de fato aquela quantidade e assim ao gerar a OT para a separação o sistema direciona para o local onde material e quantidade que foram pedidos estejam corretas. Da mesma forma deve-se proceder na separação de pedidos, onde a posição e a UD são bipadas para confirmar a OT. Além disso, as conferências tanto de entrada e quanto de saída do estoque são fundamentais quando deseja-se garantir confiabilidade.

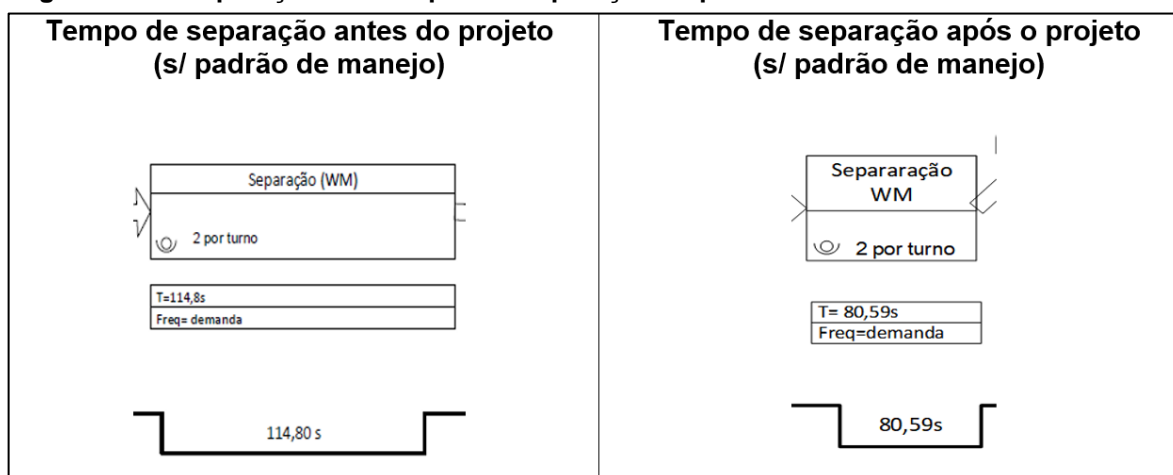
As melhorias realizadas no projeto objetivaram o fluxo mais contínuo e também mais confiável, dessa forma após a conclusão de todas as ações de melhoria mediu-se novamente a acuracidade do inventário. Como resultado obteve-se uma acuracidade de 99,47% para o valor financeiro, ou seja, houve um desvio de apenas 0,53% em valor de estoque. Em relação às posições visitadas e contadas no inventário atingiu-se 47,44% de posições com exatidão contra 32,46% encontrado na situação inicial.

5.2 PRODUTIVIDADE

Decidiu-se na metodologia que para fins deste trabalho a produtividade do armazém seria calculada pela sua atividade mais onerosa. Além disso, esta é avaliada em termos da capacidade produtiva, o que fornece a produtividade máxima do armazém em condições normais de trabalho e então, a partir do momento que a demanda exigir uma maior capacidade haverá um gargalo no fluxo operacional.

Ao analisar os MFV apresentados nas Figuras 9 e 23 foi possível identificar a separação de pedidos como atividade mais onerosa, visto que esta demanda maior tempo para execução. Dessa maneira, a variável para análise de produtividade será a capacidade de separação de pedidos, sendo os tempos antes e após o projeto para essa atividade retirados dos mapeamentos e apresentados na Figura 22.

Figura 22 - Comparação dos tempos de separação de pedidos



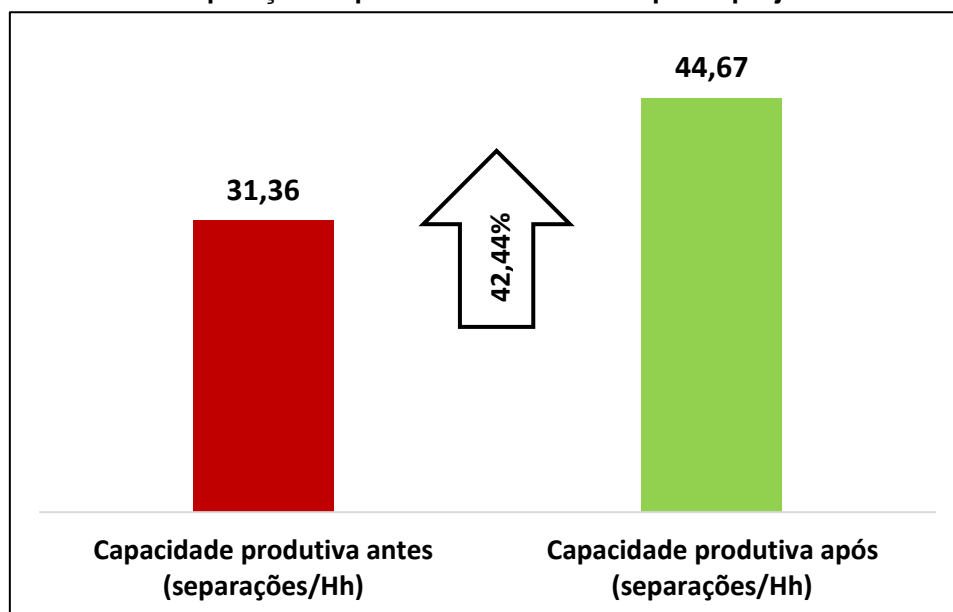
Fonte: Autoria Própria (2017)

Com base nos tempos apresentados na Figura 22, aplica-se a Equação (1) apresentada na Seção 4 do Capítulo 3 para obter os valores de capacidade de separação de pedidos, sendo sua unidade de medida expressa em separações por Homem hora (separações/Hh). Os resultados obtidos com a aplicação da fórmula são mostrados nas Equações (4) e (5), para a situação inicial e final, respectivamente:

$$\text{Capacidade de separação inicial} = \frac{3600}{114,8} = 31,36 \text{ separações/Hh} \quad (4)$$

$$\text{Capacidade de separação final} = \frac{3600}{80,59} = 44,67 \text{ separações/Hh} \quad (5)$$

Os resultados levantados pelas Equações (4) e (5) revelam que inicialmente cada colaborador tinha a capacidade de realizar 31,36 separações por hora. Após identificar os gargalos, agir e melhorar os processos do fluxo logístico conseguiu-se alavancar esse indicador, sendo que a capacidade passou para 44,67 separações por hora, ou seja, cada separador agora é capaz de separar 44,67 padrões de manejo por hora trabalhada. Percebe-se então, que com uma redução de 29,8% no tempo de separação foi possível aumentar a capacidade produtiva em 42,44%, conforme mostrado no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Comparação da produtividade antes e após o projeto

Fonte: Autoria Própria (2017)

O aumento alcançado na capacidade de separação após a implementação das melhorias manifesta-se positivo para o gerenciamento do armazém tanto em custos quanto em nível de atendimento. A redução de custos é possível devido ao maior rendimento da mão de obra, visto que para realizar a mesma quantidade de separações é necessária menor quantidade de homens hora, o que permite a gestão do setor analisar e balancear este indicador com a previsão de demanda para realocar e rever o quadro de colaboradores. Caso a previsão indique um aumento de demanda para as atividades do almoxarifado a gestão terá de recrutar menos colaboradores do que teria com o antigo fluxo e para o caso de a demanda se manter ou reduzir a mão de obra pode ser alocada para outras tarefas ou setores da unidade industrial.

O aumento no nível de atendimento ocorre pela redução do *lead time* de entrega, o qual foi alcançado através da diminuição significativa no tempo de separação de pedidos, conforme mostrado na Figura 22, juntamente com a eliminação de algumas etapas na saída de mercadorias, as quais contribuíram significativamente para a redução do tempo total e podem ser observadas ao se comparar os MFV apresentados nas Figuras 8 e 16. Dessa maneira foi possível atingir um fluxo mais contínuo e ágil para o atendimento dos pedidos.

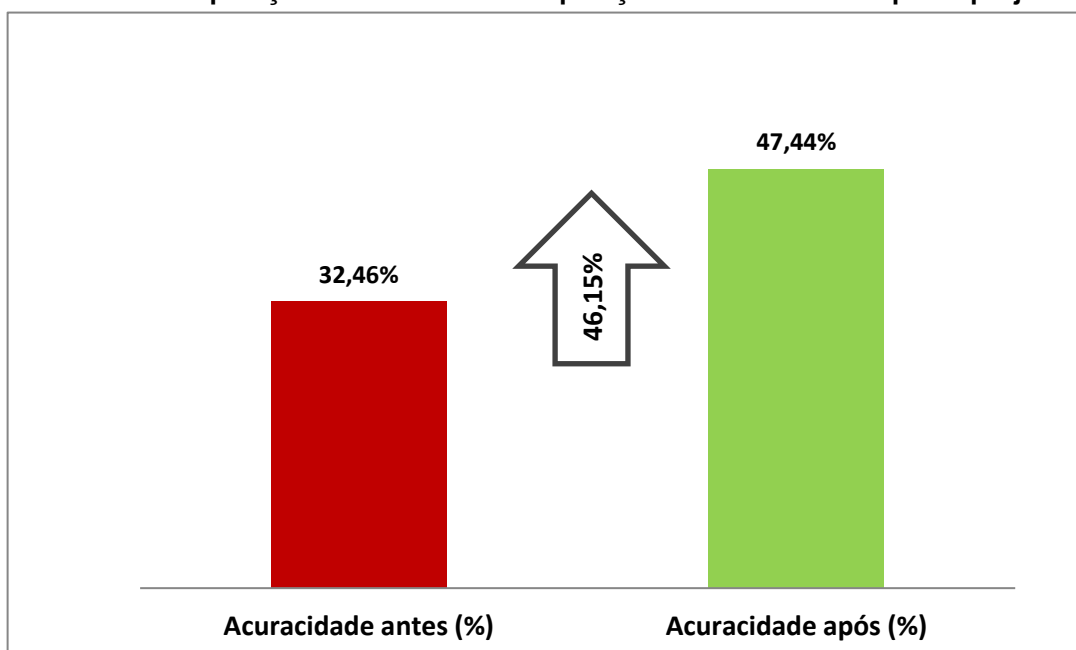
5.3 ACURACIDADE DE INVENTÁRIO

Para obter a confiabilidade do armazém utilizou-se a variável de acuracidade do inventário, mais precisamente abordado no trabalho como acuracidade do WMS. Através da comparação entre os níveis de acurácia antes e após o projeto é possível avaliar a evolução desta variável quanto à confiança nas informações sobre o estoque, sendo que a ampliação e as melhorias do WMS visaram aumentá-la.

A situação inicial apontou para uma alta acuracidade contábil, no valor de 99,3%, o que indica que as perdas financeiras devido a erros de inventário estavam baixas para a empresa, uma vez que a variação em valor (R\$) acusada pelo inventário foi baixa. Mas quando se observa cada SKU e as posições por ele ocupadas no armazém o inventário apontou inicialmente um alto descontrole, resultando em apenas 32,46% de posições com exatidão.

Esta mesma variável medida após a implementação do projeto apresentou melhora. Ao considerar o valor financeiro a evolução foi pouco significativa, visto que o resultado final foi de 99,47% que representa um aumento de 0,17%. Entretanto o resultado líquido do inventário é bastante importante para a empresa, visto que são informações sobre seus ativos. Porém, como o foco deste projeto é gerenciamento de armazém, medir a acurácia pela análise de cada item e posição do estoque fornece informações mais eficazes sobre o controle, uma vez que ao analisar o valor financeiro o desvio positivo de itens anula desvios negativo o que pode gerar uma distorção na análise, como foi observado quando a variação financeira se apresentou baixa, enquanto o desvio por itens estava alto.

Dessa forma, o Gráfico 9 apresenta o resultado da acurácia do WMS após o projeto, comparando-o com a situação inicial. A mudança mais representativa foi quanto à exatidão das posições que atingiu 47,44%.

Gráfico 9 - Comparação da acuracidade de posições do WM antes e após o projeto

Fonte: Autoria Própria (2017)

Os dados do Gráfico 9 indicam exatidão de 47,44% das posições do WMS na situação final. Esse resultado representa um aumento em 46,15% no índice, o que indica o bom desempenho das melhorias realizadas pelo projeto.

5.4 IMPACTOS DAS MELHORIAS REALIZADAS EM CADA VARIÁVEL

O projeto em estudo baseou-se na implementação de um plano de ação estruturado a partir da identificação de pontos críticos, para assim obter maior eficiência e eficácia no fluxo logístico, com foco no sistema que opera o armazém, o WMS.

Três fases foram necessárias para a realização do projeto, a primeira na qual foi levantado os pontos de ineficiência e com potencial de melhoria que serviram de base para a construção do plano de ação, a fase dois, onde o plano de ação foi desenhado e planejado. E, por fim, a fase três, na qual foram implementadas as propostas planejadas e foram acompanhados novamente os processos para então levantar os dados e permitir o estudo comparativo. As propostas de melhoria que garantiram os bons resultados, os quais foram apresentados nas Seções 5.2 e 5.3, estão relacionadas com cada uma das variáveis analisadas em diferentes níveis.

Deste modo o Quadro 6 apresenta a relação de cada proposta com as variáveis, sendo que uma relação alta representa muita interferência no resultado, enquanto a relação nula representa nenhuma interferência sobre o resultado.

Quadro 6 - Relação entre as propostas de melhorias e as variáveis

Proposta de Melhoria	Relação com Produtividade	Relação com Acuracidade
Ampliação de semiacabados para WMS	Alta	Alta
Redução de tipos de depósito	Alta	Baixa
Aplicação correta de UD's	Alta	Alta
Ajuste em <i>layout</i> (redução de fixas e classificação ABC)	Alta	Baixa
Padronizar atividades	Alta	Alta
Treinamento da equipe e divisão de tarefas	Alta	Alta

Fonte: Autoria Própria (2017)

O Quadro 6 expõe que apenas duas ações tiveram impacto pontual em uma variável, a redução de tipos de depósito e o ajuste em *layout* que influenciaram pouco no aumento de confiabilidade, mas muito em aumento de produtividade. Essas duas ações relacionam-se entre si, uma vez que a redução dos tipos de depósitos e de sua estratégia, a qual baseou-se em atrelar apenas um tipo de depósito (A01) às posições fixas e os demais (A02, A05 e OVA) as posições dinâmicas, influenciou e direcionou a mudança de *layout* do armazém. O aumento da produtividade deu-se pela alocação dos materiais de classe A e B em posições fixas e os demais em posições dinâmicas

e dessa forma tanto à guarda de material quanto a separação se tornaram mais produtivas.

As demais ações tiveram alto impacto em ambas as variáveis, o que indica assertividade nas propostas de melhoria, uma vez que com recursos e energias direcionadas para cada uma dessas ações os resultados recaíram sobre mais de um ponto crítico e não apenas o desencadeador.

A ampliação de novos itens para o WMS viu-se necessária para aumentar o controle sobre itens que possuíam alto giro no estoque (os semiacabados) e que ainda estavam em MM. Dessa forma, com o aumento da abrangência deste tipo de controle foi possível unificar a equipe de trabalho na separação e como consequência teve-se o aumento na produtividade.

Com relação à aplicação das UD's no armazém, atividade esta detectada como um ponto crítico devido à sua aplicação equivocada o que acarretava em gargalos e retrabalhos no processo, foram propostas melhorias que objetivaram o fluxo contínuo da etiqueta (UD) juntamente com o material e que resultaram em agilidade na lida com os materiais e nas etapas que exigiam a leitura da UD. Mas além da redução de tempos, a aplicação correta destas etiquetas impactou diretamente na acuracidade, dado que o ato de digitar o número da UD ao invés de bipar foi eliminado e como o bip funciona como um dispositivo a prova de erros reduziu-se as chances de erros no estoque.

A padronização das atividades faz com que colaboradores de todos os turnos realizem as operações da mesma forma e isso aliado ao treinamento é fundamental para alinhar a equipe com as mudanças e os objetivos do setor. Como houve alterações em algumas etapas do fluxo, a criação de novas instruções de trabalho se fez necessária para padronizar a atividade e também para dar suporte às dúvidas que surgissem durante sua execução. Treinar, direcionar responsabilidades e disponibilizar a instrução de trabalho tornou a equipe mais ágil e com confiança em suas tarefas e isso impactou tanto em produtividade quanto em confiabilidade do armazém.

6 CONCLUSÕES

Ao analisar os objetivos estabelecidos, conclui-se que o presente projeto possibilitou a ampliação e melhoria da tecnologia WMS no armazém em estudo, com foco nas variáveis de produtividade e acuracidade, atingindo seus objetivos.

Conforme abordado na revisão de literatura, a tecnologia WMS é uma das ferramentas disponíveis no mercado e utilizadas para melhorar o gerenciamento de armazém, visto que a atividade de gerenciar um armazém envolve várias variáveis e é de suma importância para o desempenho da operação como um todo. Dessa maneira, a utilização de tecnologias se faz necessária para garantir que as empresas se mantenham competitivas no mercado, já que os clientes estão cada vez mais exigentes e para isso as organizações precisam ter confiabilidade nos seus processos a fim de garantir que o produto chegue ao cliente no tempo certo, local e quantidade correto.

De acordo com o que foi apresentado no Capítulo 5, as ações realizadas pelo presente trabalho proporcionaram um aumento nas duas variáveis foco do estudo: produtividade e acuracidade. Com relação a produtividade, que foi fornecida pela capacidade da separação de pedidos, alcançou-se um aumento de 42,44% em relação à situação inicial, enquanto que na acuracidade do WMS o aumento foi de 46,15%. Dessa maneira, obteve-se maior agilidade no atendimento ao cliente (fábricas) e aumento na confiabilidade nas informações referentes ao estoque.

Sendo assim, pode-se afirmar-se que os objetivos estabelecidos para o presente projeto foram alcançados, uma vez que as duas variáveis (produtividade e acuracidade) foco deste projeto melhoraram seu resultado após a implementação das melhorias definidas a partir do mapeamento da situação inicial.

Para alcançar os resultados do presente projeto foi essencial a análise de todas as etapas do fluxo, para que assim fosse possível identificar os pontos críticos e então atuar sobre a causa raiz dos problemas a fim de corrigir todo o fluxo de materiais dentro do armazém, visto que para aumentar a confiabilidade e produtividade é necessário atuar em todo fluxo e não em apenas uma etapa do processo. Entretanto, ainda existem pontos de melhoria, já que este trabalhou não contemplou a ampliação de todos os itens do armazém em análise. Sendo assim, para trabalhos futuros pode-se terminar de ampliar os SKU's falantes para WMS, visto que

os resultados conseguidos com essa tecnologia são significativos para a organização conforme mostrado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, P. L. L. **Implantação de Tecnologias de Automação de Depósitos**: um estudo de casos. 2000. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais e distribuição física. Tradução de Hugo T. Y. Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 1993.

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

BANZATO, E. **Tecnologia da Informação aplicada à Logística**. São Paulo: Instituto IMAM, 2005.

BANZATO, E. et al. **Atualidades na armazenagem**. 3. ed. São Paulo: IMAM. 2010

BARROS, M. C. **Warehouse Management System (WMS)**: conceitos teóricos e implementação em um centro de distribuição. 2005. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2005.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial**: o processo de integração da cadeia de suprimentos. Tradução pela Equipe do Centro de Estudos em Logística e Adalberto Ferreira das Neves. São Paulo: Atlas, 2001.

BRANSKI, R. M.; LAURINDO, F. J. B. Tecnologia da informação e integração das redes logísticas. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 2, p.255-270, 2013.

CANDIDO, R. **Modelagem de Processo “Supply Chain” Informado usando Tecnologia RFID**: estudo de caso para a cadeia do agronegócio. 2013. 148f. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CHIANG, D. M., LIN C.; CHEN, M. The adaptive approach for storage assignment by mining data of warehouse management system for distribution centres. **Enterprise Information Systems**, v. 5, n. 2, p. 219-234, 2011.

CHOPRA, S; MEINDL, P. **Gestão da Cadeia de Suprimentos-Estratégia, Planejamento e Operações**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

COIMBRA FILHO, J. L.; DANTAS, M. L. C. Estratégias logísticas x Vantagem competitiva. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 18., 1998, Niteroi. **Anais...**1998. p.01.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFISSIONAL. **CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary**. 2013. Disponível em: <http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate>. Acesso em: 03 maio 2017.

DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais**: uma abordagem logística. 5.ed. São Paulo: Atlas S.A, 2010.

DOLAVALE, A. S; LEAL, J. E. **Riscos na Implantação de Warehouse Management System (WMS) em Centro de Distribuição**: estudo de caso. Rio de Janeiro, 2010. 101p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2010.

ESTEBAN, M. P. S. **Pesquisa qualitativa em educação**: fundamentos e tradições. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FLEURY, P. F.; WANKE, P. F.; FIGUEREDO, K. F. **Logística Empresarial**: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, A. T. P. **Implicações da utilização de Centros de Distribuição - CDs na Logística de Armazenamento e Transporte**: estudo de caso em uma grande empresa varejista de João Pessoa - PB. 96 f. Monografia (Curso de Graduação em Administração), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MCGINNIS, L. F. Research on warehouse operation: a comprehensive review. **European Journal of Operational Research**, Atlanta, v. 21, n.1, p. 1- 21, 2007.

LAURINDO, F. J. B. et al. O PAPEL DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI) NA ESTRATÉGIA DAS ORGANIZAÇÕES. **Gestão & Produção**, São Paulo, v. 8, n. 2, p.160-179, ago. 2001.

MARTINS, P.G.; ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MARTINS, P. G; ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MELLO, C. H. P. et al. Pesquisa-ação na engenharia de produção: Proposta de estruturação para sua condução. **Produção**, v. 22, n. 1, p.1-13, 2012.

MORA, M. C et al. Factory management and transport automation. In: CONFERENCE ON EMERGING TECHNOLOGIES AND FACTORY AUTOMATION, 2., 2003, Lisboa, Portugal. **Proceedings...** Valencia, Espanha: IEEE, 2003. p. 508.

MOURA, R. A. **Armazenagem**: do recebimento à expedição. São Paulo: IMAM, 1997. v. 2.

MOURA, R. A. **Armazenagem**: do recebimento à expedição em almoxarifados ou centros de distribuição. 5. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 2008, v. 2.

MUSETTI, M. A. A Engenharia e as Capacitações para a Logística Integrada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2001. p.95.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva**: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. 18. ed. São Paulo- SP: Campus, 1986.

POZO, H. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**: uma abordagem logística. São Paulo: Atlas, 2016.

RODRIGUES, P. R. A. **Gestão Estratégica da Armazenagem**. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2007.

ROODBERGEN, K J.; VIS, I. F. A. A survey of literature on automated storage and retrieval system. **European Journal of Operational Research**. Amsterdam, v.194, n.1, p.343 - 362, 2009.

SAHIN, E.; DALLERY; Y. Assessing the impact of inventory inaccuracies within a Newsvendor framework. **European Journal of Operational Research**, v. 197, n. 1, p. 1108 -1118, 2009.

SAKAI, J. **A importância da logística para a competitividade das empresas: estudo de caso na indústria do pólo de Camaçari**. 2005. 224 p. Dissertação (Mestrado Profissional) – Curso de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

SPAK, M. D. S.; FERREIRA, C. L. As vantagens do sistema WMS e o processo de implantação em uma rede varejista da cidade de Ponta Grossa. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Bahia. **Anais...** Bahia, 2009. p. 3.

SORIANO, F. F. **Gestão da armazenagem: uma análise do sistema de gestão WMS**. 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 12 ed. São Paulo: Cortez, 2003.

TINELLI, L. M. **Otimização do posicionamento de produtos acabados em armazéns inteligentes**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013.

TRINDADE, F. D. **Implementação de um Sistema WMS em uma empresa de bebidas**. Trabalho de Conclusão de Curso- Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2016.

WANKE, P. F. **Logística e transporte de cargas no Brasil: produtividade e eficiência no século XXI**. São Paulo: Atlas, 2010.

YAO, Y.; DRESNER, M. The inventory value of information sharing, continuous replenishment, and vendor-managed inventory. **Transportation Research**, Bethlehem, v.44, n.1, p.361-378, 2008.