



ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO LEAN NA GESTÃO DE ARMAZÉM

JOSÉ LUÍS FERREIRA GONÇALVES

julho de 2018

ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO LEAN NA GESTÃO DE ARMAZÉM

José Luís Ferreira Gonçalves
1130329

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO LEAN NA GESTÃO DE ARMAZÉM

José Luís Ferreira Gonçalves
1130329

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor Engenheiro João Augusto de Sousa Bastos, e coorientação científica do Professor Doutor Engenheiro Paulo Ávila.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Doutor Arnaldo Pinto

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Mestre João Augusto de Sousa Bastos

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Doutor Paulo António da Silva Ávila

Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor Samuel Moniz

Investigador Sénior, INESC TEC

Supervisor da Empresa

Engenheiro Pedro Cruz

AGRADECIMENTOS

À minha família, particularmente à minha mãe, por todo o apoio que me foi transmitindo ao longo de todo este período, esperando ter correspondido às expectativas.

À Joana que, sem a sua ajuda, a conclusão desta etapa não seria tão gratificante.

À empresa CIN, S.A., em especial ao Engenheiro Pedro Cruz, pela oportunidade e confiança depositada em mim.

Ao Engenheiro João Augusto Bastos pela disponibilidade, acompanhamento e interesse desde o primeiro momento em que abracei este projeto.

À equipa do Armazém de Matérias-Primas disponibilidade e auxílio que sempre demonstraram para comigo.

PALAVRAS CHAVE

CIN, *Lean*, Armazém, Abastecimento, Transporte Interno

RESUMO

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio (pertencente ao segundo ano do Mestrado em Engenharia Mecânica – Ramo de Gestão Industrial) do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Esta foi elaborada num estágio da CIN S.A., empresa da indústria de tintas e vernizes. Esta dissertação consiste no desenvolvimento de um projeto de análise e implementação de um modelo *Lean* na gestão de armazém.

Este projeto teve como objetivo analisar as dificuldades práticas no armazenamento e nas movimentações de uma elevada gama de produtos diferentes e combatê-las, tornando o processo mais fácil e eficiente. Os objetivos definidos foram a melhoria do aproveitamento do espaço disponível no armazém de matérias-primas da empresa e garantia de eficácia, eficiência e diminuição dos tempos de transporte das matérias-primas até as naves de fabrico.

O trabalho desenvolvido centrou-se nos processos internos, o armazenamento e o transporte interno. Para que o fluxo produtivo seja contínuo, o abastecimento deve estar alinhado com a produção para garantir que não há falha de nenhuma matéria-prima. Nesse sentido, foram estudados e analisados os processos do armazém de matérias-primas (receção, arrumação, separação e abastecimento às naves de fabrico).

Procedeu-se a uma análise dos problemas e dos pontos de potencial melhoria, nomeadamente no que diz respeito à modificação do *layout* do armazém de matérias-primas e a apresentação de uma nova solução para o transporte interno do armazém às naves de fabrico. Estas propostas de melhoria visaram beneficiar as condições de trabalho dos operários e reduzir os desperdícios de recursos.

A implementação e aplicação de uma filosofia *Lean* na CIN S.A. possibilitou atingir os objetivos inicialmente definidos, estes sendo uma melhor utilização do espaço disponível, diminuição de movimentações e conseqüente aumento da produtividade.

KEYWORDS

CIN, Lean, Warehouse, Internal processes, Supply

ABSTRACT

This master thesis was created within the scope of the Dissertation / Project / Internship course (part of the second year of the Masters Degree in Mechanical Engineering – Department of Industrial Management). This thesis was developed within an internship at CIN S.A., a company that operates in the paint and varnish industry. The proposal is therefore to develop a project to analyze and implement a *Lean* model in warehouse management.

This project aimed to analyze the practical difficulties in storing and moving a high range of products so as to combat them thus making the process easier and more efficient. The objectives were to improve the use of available space in the company's raw materials warehouse and ensure the efficacy, efficiency and shortening of the time frames between the transportation from raw materials and manufacturing ships.

The work developed focused on internal processes, storage and internal transportation. In fact, for the production flow to be continuous, the supply must be aligned with the production to ensure that there is no failure of any raw material. In this sense, the processes of the raw materials warehouse (reception, storage, separation and supply to manufacturing warehouses) were studied and analyzed.

An analysis of the problems and potential improvement points was performed regarding the modification of the layout of the raw materials warehouse and the presentation of a new solution for the internal transport of the warehouse to the craft. These improvement proposals aimed to benefit the working conditions of workers and reduce the waste of resources.

The implementation and application of a *Lean* philosophy in CIN S.A. made it possible to achieve the initially defined objectives, these being optimal use of available space, reduction of movements and consequent increase of productivity.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

AMP	Armazém de Matérias-Primas
CIN S.A.	Corporação Industrial do Norte S.A.
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ETAR	Estação de Tratamentos Residuais
FEFO	<i>First-Expire-First-Out</i>
FIFO	<i>First-In-First-Out</i>
HPDE	<i>High-Density Polyethelene</i>
IBC	<i>Intermediate Bulk Container</i>
I&D	Investigação e Desenvolvimento
JIT	<i>Just In Time</i>
JJ	<i>Junjo (materiais a sequenciar)</i>
LIFO	<i>Last-In-First-Out</i>
MP	Matéria-Prima
PL	Palete
RIFD	<i>Radio-Frequency Identification</i>
TFM	<i>Total Flow Management</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
WMS	<i>Warehouse Management System</i>

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Big-Bags</i>	Sacos de 1000 kg
<i>Granéis</i>	Produto transportado em grandes contentores sem embalagens fracionárias
<i>Gemba</i>	Chão de fábrica
<i>Lead Time</i>	Tempo de espera
Maquias Prontas	Zona de matérias-primas já preparadas para entrega
<i>Muda</i>	Desperdício
<i>Mura</i>	Variabilidade
<i>Muri</i>	Instabilidade
<i>Payback</i>	Recuperação do investimento
<i>Picking</i>	Separação
<i>Pull</i>	Puxar
<i>Push</i>	Empurrar
Retorno	Zona dedicada a matérias-primas que não foram usadas e posteriormente o aprovisionador as vai colocar no seu local de armazenagem
<i>Spaghetti</i>	Representação do fluxo físico
<i>Workshop</i>	Seminário

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – APRESENTAÇÃO DAS ETAPAS DO PROJETO.....	28
FIGURA 2 – ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	29
FIGURA 3 – OS DESPERDÍCIOS REPRESENTADOS PELOS TRÊS M’S (ENGINEERING 2013).....	35
FIGURA 4 – ILUSTRAÇÃO DOS SETE DESPERDÍCIOS (TOOLS. 2018).....	36
FIGURA 5 – FUNCIONALIDADES DO WMS (CAVALCANTI 2017)	38
FIGURA 6 – ARMAZENAGEM FIFO VS. LIFO (LEVEL 2017)	46
FIGURA 7 – À DIREITA ENCONTRA-SE AS PALETES DE DUPLA ENTRADA, ENQUANTO À ESQUERDA ESTÃO QUADRUPLA ENTRADA (LOGISCAL 2017)	46
FIGURA 8 – <i>BLOCK STACKING</i> (HYSTER 2018).....	47
FIGURA 9 – <i>SINGLE DEEP SELECTIVE PALLET RACK</i> (LIFT 2017)	47
FIGURA 10 – <i>DRIVE-IN RACK</i> (MECALUX 2018)	47
FIGURA 11 – <i>DRIVE-THROUGH RACK</i> (MECALUX 2018)	48
FIGURA 12 – <i>PALLET FLOW RACK</i> (CISCO-EAGLE 2018).....	48
FIGURA 13 – EQUIPAMENTO UTILIZADO (LINDE 2018).....	49
FIGURA 14 – USO DO EMPILHADOR VS. USO DO COMBOIO LOGÍSTICO (COIMBRA 2008)	51
FIGURA 15 – UNIDADE INDUSTRIAL DA CIN, MAIA, PORTO (CIN 2017)	63
FIGURA 16 – MAPA COM AS LOCALIZAÇÕES DAS DIVERSAS OPERAÇÕES DA CIN (CIN 2017)	64
FIGURA 17 – ZONAS QUE COMPÕEM O AMP (MAPS 2018).....	64
FIGURA 18 – JANELAS HORÁRIAS DE ENTREGA DE MATÉRIAS-PRIMAS.....	66
FIGURA 19 – ARMAZENAMENTO EM BLOCO	67
FIGURA 20 – ARMAZENAMENTO EM ESTANTES CONVENCIONAIS.....	67
FIGURA 21 – DISPOSIÇÃO ATUAL DO ARMAZÉM (DESENHO NÃO À ESCALA)	67
FIGURA 22 – EXEMPLO DA ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO DE UM PRODUTO.....	68
FIGURA 23 – TRANSPORTE DAS MATÉRIAS-PRIMAS COM RECURSO A UM EMPILHADOR.....	68
FIGURA 24 – QUADRO COM AS INFORMAÇÕES REFERENTES À REUNIÃO DIÁRIA	69
FIGURA 25 – ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO COM AUTOCOLANTE PARA RETIRAR AMOSTRA	71
FIGURA 26 – JANELAS HORÁRIAS DE ENTREGA DE MATÉRIAS-PRIMAS.....	72
FIGURA 27 – REPRESENTAÇÃO DAS ALTERAÇÕES ESPERADAS PARA O PROJETO DO ARMAZÉM	74
FIGURA 28 – FASES DO PROJETO DE MELHORIA.....	75
FIGURA 29 – FUNCIONAMENTO DOS <i>DRIVE-IN</i>	76
FIGURA 30 – FLUTUAÇÃO DO <i>STOCK</i> ENTRE JANEIRO DE 2015 E JUNHO 2017	76
FIGURA 31 – <i>LAYOUT</i> DA ZONA DE PESAGEM	78
FIGURA 32 – LOCALIZAÇÕES DAS ESTANTES CONVENCIONAIS NO NOVO <i>LAYOUT</i>	82
FIGURA 33 – ANTIGA ZONA DE BLOCO VS. <i>DRIVE-IN</i> EM FASE DE IMPLEMENTAÇÃO.....	83
FIGURA 34 – NOVA ZONA DO ARMAZÉM COM O <i>DRIVE-IN</i> DE CAPACIDADE INTERMÉDIA OPERACIONAL	84
FIGURA 35 – ZONA EXCLUSIVA DE <i>DRIVE-IN</i> PARA PRODUTOS ESPECÍFICOS	84
FIGURA 36 – REPRESENTAÇÃO DAS ALTERAÇÕES ESPERADAS PARA O PROJETO DO <i>MIZUSUMASHI</i>	86

FIGURA 37 – DESCRIÇÃO DOS PASSOS NECESSÁRIOS PARA IMPLEMENTAR UM MIZUSUMASHI (KAIZEN 2018)	88
FIGURA 38 – PLANTA DA FÁBRICA COM AS PRINCIPAIS NAVES DE CONSUMO DE MATÉRIAS-PRIMAS	89
FIGURA 39 – DIAGRAMA DE <i>SPAGHETTI</i> RESPEITANTE AO <i>MIZUSUMASHI</i> DE 5 ATRELADOS NA SIMULAÇÃO DE ENTREGA A UMA NAVE DE FABRICO DE CADA VEZ	90
FIGURA 40 – OTIMIZAÇÃO DA DISTÂNCIA PERCORRIDA DIARIAMENTE FACE A SOLUÇÃO ATUAL	91
FIGURA 41 – REPRESENTAÇÃO DO GANHO OPERACIONAL DIÁRIO NA SIMULAÇÃO DE ENTREGA A UMA NAVE DE FABRICO DE CADA VEZ.....	91
FIGURA 42 – OTIMIZAÇÃO DA DISTÂNCIA PERCORRIDA DIARIAMENTE FACE A SOLUÇÃO ATUAL	93
FIGURA 43 – REPRESENTAÇÃO DO GANHO OPERACIONAL DIÁRIO NA SIMULAÇÃO DE ENTREGAS A MAIS QUE UMA NAVE DE FABRICO EM SIMULTÂNEO	93
FIGURA 44 – DIAGRAMA DE <i>SPAGHETTI</i> RESPEITANTE AO <i>MIZUSUMASHI</i> DE 5 ATRELADOS NA SIMULAÇÃO DE ENTREGAS A MAIS QUE UMA NAVE DE FABRICO EM SIMULTÂNEO	94
FIGURA 45 – DIAGRAMA DE <i>SPAGHETTI</i> PARA AS DESLOCAÇÕES ENTRE A ESTAÇÃO 0 E A ESTAÇÃO 6 ..	95
FIGURA 46 – DEMOSTRAÇÃO DAS INCLINAÇÕES DO <i>BIG-BAGS</i>	97
FIGURA 47 – REPRESENTAÇÃO DOS ATRELADOS PARA O MODELO CONVENCIONAL DE TRANSPORTE DE <i>TROLLEYS</i> (LINDE 2018).....	99
FIGURA 48 – SIMULAÇÃO DAS DESCARGAS PARA ESTE SISTEMA DE <i>TROLLEYS</i>	99
FIGURA 49 – SISTEMA DE CARGA E DESCARGA AUTOMÁTICO (STILL 2018).....	100
FIGURA 50 – SIMULAÇÃO DAS CARGAS E DESCARGAS PARA O SISTEMA AUTOMÁTICO	101
FIGURA 51 – FLUXO DE MATERIAIS ENTRE AS ESTAÇÕES	101
FIGURA 52 – SIMULAÇÃO PARA AS OPERAÇÕES DE CARGA E DESCARGA ATRAVÉS DE TRANSPORTADORES	102
FIGURA 53 – SISTEMA DE <i>TROLLEYS</i> SEMIAUTOMÁTICO (STILL 2018).....	103
FIGURA 54 – ESPECIFICAÇÕES DOS <i>DECKS</i>	104
FIGURA 55 – <i>LAYOUT</i> A ADOTAR À ESTAÇÃO 0 COM DETALHE (DESENHO NÃO À ESCALA).....	105
FIGURA 56 – <i>LAYOUT</i> A ADOTAR À ESTAÇÃO 4 COM DETALHE (DESENHO NÃO À ESCALA).....	106
FIGURA 57 – <i>LAYOUT</i> A ADOTAR À ESTAÇÃO 5 COM DETALHE (DESENHO NÃO À ESCALA).....	107
FIGURA 58 – IMAGEM DE UMA GRUA DE INTERIORES (ALMESA 2010)	108
FIGURA 59 – IMAGEM REPRESENTATIVA DE COMO SERIA A OPERAÇÃO ATRAVÉS DE UM PORTA-PALETES ELEVATÓRIO (STILL 2018)	108
FIGURA 60 – IMAGEM REPRESENTATIVA DE COMO SERIA A OPERAÇÃO ATRAVÉS DE UM PORTA-PALETES ELEVATÓRIO (STILL 2018)	109
FIGURA 61 – IMAGEM REPRESENTATIVA DE COMO SERIA A OPERAÇÃO ATRAVÉS DE UM <i>TROLLEY</i> EXTENSÍVEL (FLEXQUBE 2018)	109
FIGURA 62 – ESTRUTURA DO MODELO ATUAL	111
FIGURA 63 – DESCRIÇÃO DO MODELO <i>MIZUSUMASHI</i>	112
FIGURA 64 – ESTRUTURA DO MODELO MISTO (RECORRENDO A UM EMPILHADOR E UM <i>MIZUSUMASHI</i>)	112
FIGURA 65 – MODELO MISTO COM RETORNO DE IBCS DE C1 E C3/C4	113
FIGURA 66 – OBRAS DA PAVIMENTAÇÃO DO PISO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO <i>MIZUSUMASHI</i>	115

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1- VANTAGENS E DESVANTAGENS PARA OS MÉTODOS DE ARMAZENAGEM DESCRITOS ACIMA	40
TABELA 2 – PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS DE CADA MÉTODO DE <i>PICKING</i>	42
TABELA 3 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DE CADA MÉTODO	44
TABELA 4 - VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE FLUXO	50
TABELA 5 – PRINCIPAIS PROBLEMAS DE <i>DESIGN</i> DE ARMAZÉM.....	54
TABELA 6 – CAPACIDADE DAS ESTRUTURAS DO AMP.....	65
TABELA 7 – DESCRIÇÃO DAS CORRESPONDÊNCIAS ENTRE AS ABREVIATURAS INTERNAS E OS SETORES DE FABRICO	69
TABELA 8 – SEQUÊNCIA DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO MOMENTO DE RECEÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS.....	70
TABELA 9 – CONFIGURAÇÃO DOS DRIVE-IN	77
TABELA 10 – LEGENDA DOS <i>DRIVE-IN</i>	77
TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS PELAS ESTANTES CONVENCIONAIS	80
TABELA 12 – TAXA DE USO E TAXA DE OCUPAÇÃO EM FUNÇÃO DAS ALTURAS DAS VIGAS NAS ESTANTES	81
TABELA 13 – SOMATÓRIO DAS LOCALIZAÇÕES OBTIDAS PARA CADA DIMENSÃO	81
TABELA 14 – LOCALIZAÇÕES OBTIDAS COM O NOVO <i>LAYOUT</i> FACE AS NECESSIDADES EXISTENTES	82
TABELA 15 – ANÁLISE A UMA SEMANA DE TRABALHO DO AMP	85
TABELA 16 – DISTÂNCIAS ENTRE AS PRINCIPAIS NAVES DE FABRICO	87
TABELA 17 – CORRESPONDÊNCIA DO NOME PARA CADA POSSÍVEL ESTAÇÃO	88
TABELA 18 – DADOS CONSIDERADOS PARA A CONFIGURAÇÃO DAS ROTAS.....	89
TABELA 19 – ESTUDO DA QUANTIDADE DE VIAGENS DIÁRIAS EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE ATRELADOS	89
TABELA 20 – REPRESENTAÇÃO DO HORÁRIO A ENTREGAS PARA O MIZUSUMASHI	92
TABELA 21 – HORÁRIO PARA O MIZUSUMASHI COM TODAS AS FUNÇÕES PREVISTAS.....	96
TABELA 22 – SIMULAÇÃO DO HORÁRIO DO MIZUSUMASHI COM TODAS AS FUNÇÕES PREVISTAS PARA MÁIS CONDIÇÕES CLIMATÉRICAS	96
TABELA 23 – DADOS COMPARATIVOS DAS QUATRO SIMULAÇÕES	113

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	Contextualização	27
1.2	Objetivos	27
1.3	Metodologia	28
1.4	Organização do relatório	29
2	ENQUADRAMENTO TEÓRICO	33
2.1	Filosofia <i>Lean</i> na Armazenagem	33
2.1.1	Três M's: Muda, Mura, Muri	35
2.1.2	Os sete desperdícios	35
2.2	Gestão de Armazém	37
2.2.1	Métodos de armazenagem disponíveis	39
2.2.2	Métodos de picking	41
2.2.3	Métodos de definição de rotas	43
2.2.4	Métodos de armazenagem	45
2.2.5	Tipos de materiais de armazenagem	46
2.2.6	Sistemas de armazenamento com paletes	47
2.2.7	Equipamento para apoio ao armazenamento	48
2.2.8	Quantidade tradicional vs. Quantidade de fluxo	49
2.2.9	Mizusumashi	50
2.2.10	Definição de Layouts	52
2.3	Atividade de Armazenagem	54
2.4	Síntese do Enquadramento Teórico	57
3	CASO DE ESTUDO	63
3.1	Apresentação da empresa	63
3.2	Apresentação do estado inicial	64
3.2.1	Descrição dos processos do AMP	65
3.2.2	Armazenamento e entregas	67
3.3	Gestão de Armazém de Matérias-primas	68

3.3.1	Análise	68
3.4	Visão	73
3.5	Projeto de melhoria	74
3.5.1	Seleção de um novo método de armazenamento	75
3.5.2	Alocação das matérias-primas ao Drive In	76
3.5.3	Alocação das matérias-primas à zona de pesagem	78
3.5.4	Dimensionamento das estantes	80
3.5.5	Resultados	83
3.6	Modelo de Logística Interna	84
3.6.1	Descrição do modelo atual	84
3.6.2	Análise do modelo atual	85
3.6.3	Visão	85
3.6.4	Projeto	86
3.6.5	Definição do Layout	104
3.6.6	Soluções para manobrar os trolleys nas Estações 4 e 5	108
3.6.7	Simulações dos cenários propostos	110
3.6.8	Resultados da proposta de Mizusumashi	115
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	119
4.1	CONCLUSÕES	119
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS	120
	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	123
	ANEXOS	129
	Anexo 1	129
	Anexo 2	132
	Anexo 3	132
	Anexo 4	134
	Anexo 5	139
	Anexo 6	140
	Anexo 7	144

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Objetivos

1.3 Metodologia

1.4 Organização do relatório

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A presente dissertação está enquadrada no âmbito da disciplina de DPEST – Dissertação / Projeto / Estágio, disciplina anual do 2º ano do mestrado de Engenharia Mecânica ramo de Gestão Industrial do ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto.

O trabalho de estágio foi desenvolvido na empresa CIN S.A. – Corporação Industrial do Norte, líder a nível ibérico no fabrico de tintas e vernizes.

Com o crescimento no mercado nacional e internacional, a CIN, necessitou de melhorar a sua eficiência particularmente a nível operacional. Atendendo ao aumento dos consumos de matérias-primas nas suas unidades de fabrico tornou-se fundamental redefinir os processos e o modo de funcionamento do armazém de matérias-primas e das entregas às respetivas naves de fabrico, de modo a ser mais eficiente. Assim, procurou-se diminuir o tempo de *picking* (recolha de material) e aumentar a capacidade de armazenamento do armazém de matérias-primas central. Simultaneamente, procurou-se eliminar os armazéns nas naves de fabrico, e deste modo, obter-se mais espaço para o aumento das linhas de produção. Paralelamente, pretendia-se aumentar a frequência das entregas através de um *Mizusumashi* (trem logístico interno) com várias viagens durante o dia a todas as naves de fabrico.

Com este projeto a CIN, pretendeu-se melhorar o desempenho do modelo fluxo logístico de abastecimento da fábrica com o propósito último de alcançar um aumento de produtividade.

1.2 Objetivos

Este projeto incidiu na análise e implementação de um modelo *Lean* de gestão de armazém para o armazém de matérias-primas da empresa CIN S.A. Os objetivos concretos foram:

1. Centralizar num único espaço a pesagem dos sólidos das 5 naves industriais;
2. Desenho de um novo *layout* para o armazém de matérias-primas;
3. Normalizar tarefas do fluxo logístico interno;
4. Definir e parametrizar o modelo de comboio logístico;
5. Melhorar condições operacionais de trabalho;

6. Aumentar a produtividade.

Associado ao primeiro objetivo deste projeto, procurou-se numa primeira fase, perceber como era feita a ocupação dos espaços de armazenagem pelas várias naves, e propor a concentração todos esses espaços no novo armazém. Neste novo espaço, para além de armazenar as matérias-primas, pretendeu-se realizar a separação dos produtos de acordo com a ordem de fabrico.

O segundo objetivo incidiu sobre a desenho do espaço físico do armazém, permitindo que as matérias-primas estejam organizadas de acordo com a sua rotação, ou seja, as que têm maior saída estejam mais próximas para o número de movimentações seja minimizado.

Numa terceira fase do projeto, procurou-se implementar a normalização de tarefas. Ou seja pretende-se que os operadores sigam um procedimento standard para que a sua produtividade seja superior.

Numa quarta fase procurou-se estudar e definir o melhor percurso a adotar pelo comboio logístico, a sua cadência, as paragens e as suas funções.

Por fim, após a análise e desenho das propostas de melhoria, procedeu-se à implementação das propostas.

1.3 Metodologia

Na realização do presente trabalho de projeto, a metodologia adotada seguiu os seguintes passos (ver Figura 1):

- Inserção no ambiente da empresa e recolha de dados;
- Participação em *workshops* diários e semanais na empresa;
- Pesquisa bibliográfica relacionada com o caso de estudo;
- Análise da situação atual;
- Criação de proposta de modelo de gestão de armazém de matérias-primas;
- Apoio na parametrização do sistema de informação (WMS);
- Definição e parametrização do comboio logístico;
- Avaliação dos resultados obtidos e a normalização de tarefas.

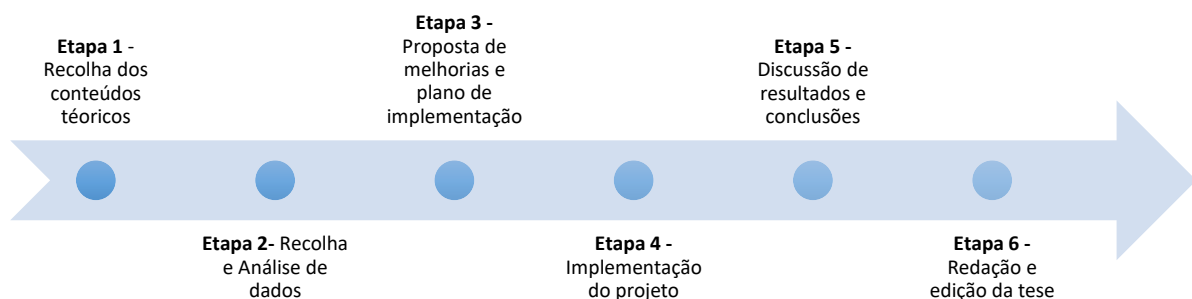


Figura 1 – Apresentação das etapas do projeto

1.4 Organização do relatório

A presente dissertação é constituída por 5 capítulos (Figura 2) que se encontram divididos do seguinte modo:

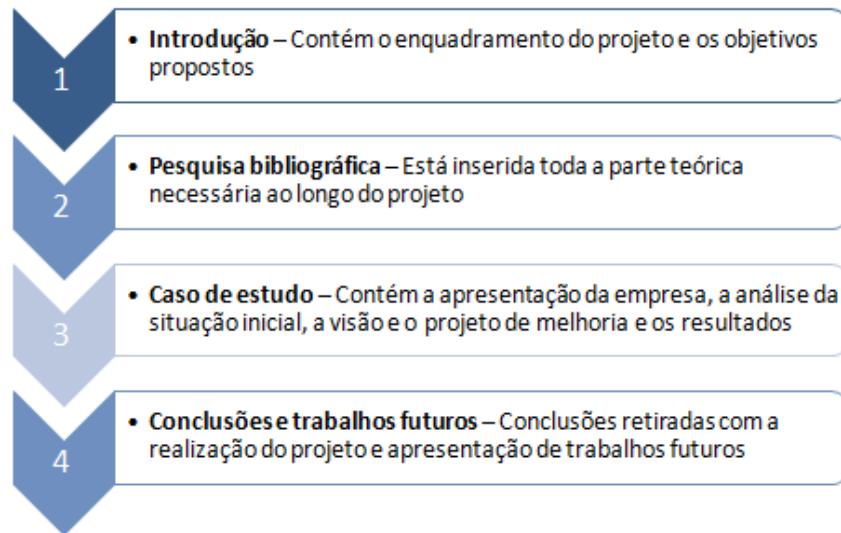


Figura 2 – Organização da dissertação

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 Filosofia *Lean* na Armazenagem
- 2.2 Armazém
- 2.3 Atividade de Armazenagem
- 2.4 Síntese do Enquadramento Teórico

2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Filosofia *Lean* na Armazenagem

O *Just in Time* (JIT) pode definir-se como um conjunto específico de atividades para alcançar um volume superior de produção com o mínimo de *stock* possível, seja este de matérias-primas, produtos semiacabados ou produto final.

O principal objetivo da implementação do JIT é garantir o fornecimento dos materiais necessários no momento correto, utilizando os recursos disponíveis de um modo mais eficaz e eficiente. Com a aplicação do JIT consegue-se evitar filas de espera, diminuir-se o tempo do processo e minimizam-se os defeitos e as quebras de produção (Sayer and Williams 2012).

A armazenagem habitualmente implica custos elevados já que inclui várias atividades que não acrescentam valor (Dharmapriya and Kulatunga 2011). No entanto, esta atividade desempenha um papel fundamental na cadeia de abastecimento, portanto, qualquer melhoria no armazém possibilita uma redução dos custos da empresa e a possibilidade de oferecer um melhor serviço ao cliente (Roodbergen, Vis et al. 2015).

Assim, é necessário melhorar as operações de um armazém eliminando as suas ineficiências (Dotoli, Epicoco et al. 2015). A constante diminuição do desperdício é um processo participativo, como tal a abordagem *Kaizen* (melhoria contínua) é uma peça chave na produção *Lean* (Dotoli, Epicoco et al. 2015). O *Kaizen* implica uma busca contínua por ideias capazes de melhorar todas as áreas da organização, com o principal objetivo de substituir desperdícios por atividades que acrescentam valor (Rewers, Trojanowska et al. 2016).

A primeira vez que os conceitos “*Lean*” foram introduzidos foi pela mão de (Womack, Jones et al. 1990) com o objetivo de descrever a filosofia e as práticas laborais dos fabricantes japoneses de automóveis, em particular o TPS (*Toyota Production System*). Os mesmos observaram que a filosofia da Toyota se baseava numa abordagem cujo principal foco era a melhoria contínua dos processos e que consistia numa variedade de métodos e ferramentas para o conseguir. O *Lean* é uma ferramenta de gestão que pode ser aplicada a qualquer empresa, sistema ou processo. O seu objetivo é identificar as áreas críticas, eliminar os seus desperdícios e ações/movimentações desnecessárias de modo a posteriormente implementar medidas que resultem em melhorias (Hicks 2007).

Na situação da armazenagem em que é necessário a existência de *stocks* para ser possível atender aos pedidos dos clientes, há uma grande dificuldade em conseguir implementar corretamente os princípios *Lean*. Os principais objetivos deste conceito segundo Wright and Lund (2006) são:

- Redução de custos e *stocks*;
- Mudar de um sistema “*push*” para um sistema “*pull*” com base nas diferentes procuras e requisitos que os clientes têm;
- Desenvolver melhores relações com os fornecedores;
- Melhorar continuamente os processos de trabalho (*Kaizen*);
- Desenvolver uma mão-de-obra que seja polivalente, flexível e trabalhe em equipa.

Este conceito após ser entendido por toda a cadeia de valor é agora designado “*Lean Consumption*”. Neste modelo o foco principal mantém-se na eficiência e na contínua redução de *stocks* e de custos, acrescentando-se agora o objetivo de fornecer apenas o que o cliente pede, onde o cliente pede e na data pedida.

Uma empresa que queira aplicar os princípios “*Lean Consumption*” segundo (Womack and Jones 2005) deve:

- Trabalhar junto dos clientes de modo a resolver os seus problemas e garantir que todos os bens e serviços se encontram operacionais;
- Evitar desperdícios de tempo para o cliente e para o consumidor;
- Fornecer somente as quantidades pedidas;
- Criar valor exatamente onde este é necessário;
- Criar valor exatamente quando este é necessário;
- Reunir soluções, continuamente, de modo a reduzir tempo e as complicações dos clientes. Com isto, a empresa deve ir ao encontro das necessidades do cliente e assegurar serviços para que os possam satisfazer. Para este objetivo ser alcançado os fornecedores e os consumidores devem ter boas linhas de comunicação e fazerem em conjunto um planeamento a longo prazo.

O desperdício, que não acrescenta valor ao cliente provém por norma de sete fontes: excesso de produção, inventário, erros e defeitos, espera, excesso de processamento e movimentações desnecessárias (Rewers, Trojanowska et al. 2016).

O conceito *Lean* para funcionar, deve ser enraizado na cultura da empresa e estar em concordância com a sua visão e com os objetivos estabelecidos. Para garantir o sucesso desta cultura na empresa é fundamental uma gestão duradoura, conseguir envolver os colaboradores no projeto e quer as chefias quer os operadores devem alterar a sua mentalidade (Jaca, Santos et al. 2012).

2.1.1 Três M's: Muda, Mura, Muri

O conceito de *muri* refere-se às dificuldades na execução. Este conceito aplica-se à dificuldade de execução de tarefas caso as condições corretas de trabalho não forem asseguradas. O excesso de movimentos e de esforço por parte dos operadores representa um desperdício.

O conceito de *mura* refere-se à variabilidade. Esta aplica-se à estabilidade e à consistência dos processos produtivos e da resposta à procura. Um processo produtivo que não tenha *mura*, tem a capacidade de absorver variações abruptas no mercado ao mesmo tempo que mantém a produção sob controlo.

O conceito de *muda* refere-se ao desperdício. No panorama da gestão de produção, o desperdício diz respeito a tudo que possa ser evitado ou eliminado. Na definição inserem-se transportes, movimentos de materiais, pessoas e excesso de produção, todos estes representam desperdícios (Figura 3).

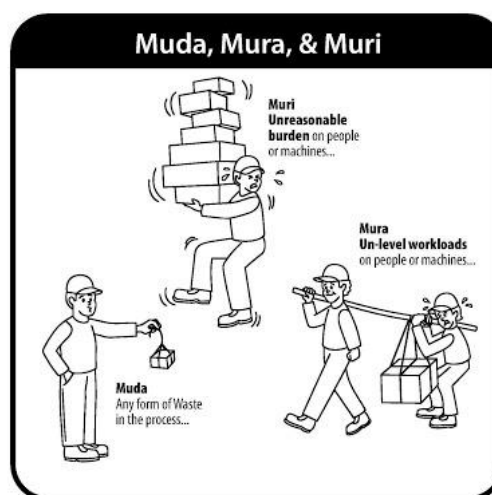


Figura 3 – Os desperdícios representados pelos três M's (Engineering 2013)

2.1.2 Os sete desperdícios

Com a forte competitividade que se vive atualmente nos mercados e na indústria, cada vez mais as empresas procuram minimizar os seus desperdícios de modo a conseguirem maximizar o seu lucro. Um dos locais onde se pode atacar a redução de custos é nas tarefas que não acrescentam valor, que não originam lucro, e deste modo devem ser eliminadas.

Segundo o conceito de *Lean Manufacturing* do *Kaizen*, os principais desperdícios que se podem observar no *Gemba* são sete (Figura 4) e explicados pela ordem da figura segundo (Coimbra 2008).

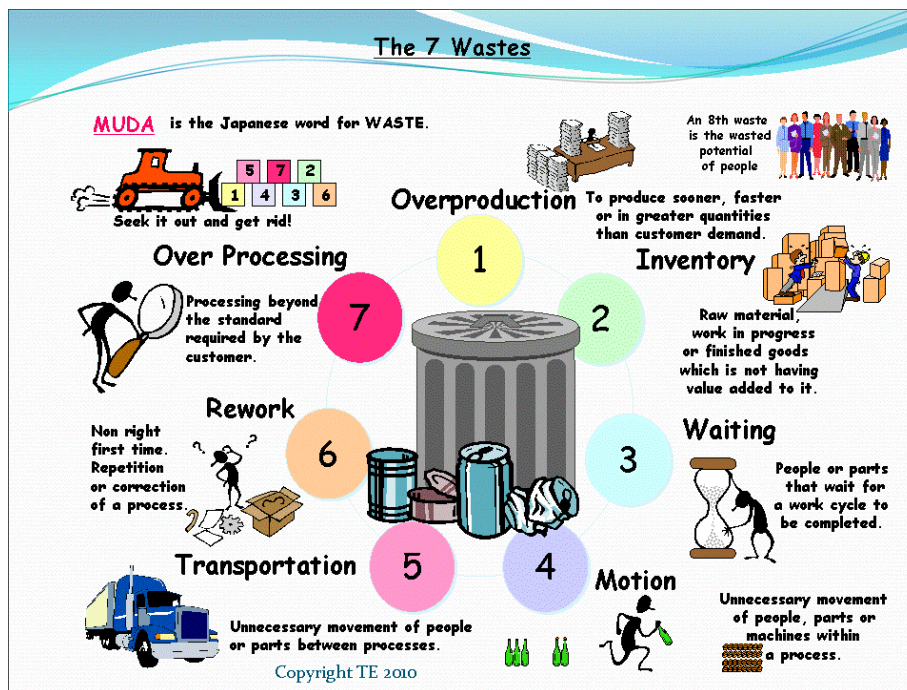


Figura 4 – Ilustração dos sete desperdícios (Tools. 2018)

- 1- **Produção excessiva** – Ocorre devido à falta de planeamento ou à má gestão de capacidade de produção de acordo com a sua procura.
- 2- **Inventário** – Tem por base previsões de vendas e não a procura real do mercado contendo bastantes custos associados, como a desvalorização dos ativos, custos de armazenagem e o risco de acumular produtos sem saídas.
- 3- **Espera por máquina** – A espera é motivada por uma variedade de motivos desde a falta de material, ordens de fabrico, etc. Quando existe mão-de-obra disponível e não há produção, há custos associados (a sua formação, integração e o seu salário).
- 4- **Movimento** – Por norma a mão-de-obra acrescenta valor caso esteja a trabalhar. No caso de os operadores terem de realizar diversas movimentações de modo a conseguirem produzir, a movimentação destes tem um custo para a empresa e não geram valor.
- 5- **Transporte** – Ocorre quando há movimentação de produtos é uma operação que não gera valor, deste modo, o transporte por si próprio representa um desperdício.
- 6- **Defeitos** – Perda de qualidade a nível interno e externo, implicam custos com materiais, mão-de-obra, equipamentos e custos de imagem da empresa perante os clientes.
- 7- **Excessos de processamento** – Operações desnecessárias e não acrescentam valor no fabrico de um produto.

2.2 Gestão de Armazém

No panorama atual presencia-se cada vez mais a uma elevada competição no mercado. Um fator chave para o sucesso de uma empresa é a disponibilização dos materiais no momento certo. Como tal, para muitas empresas que necessitam de um elevado número de matérias-primas compensa terem inventário, mesmo com os custos elevados que o mesmo acarreta (Roodbergen, Vis et al. 2015). Porém, a quantidade de materiais em armazém deve ser sempre a menor possível (Closs and Browsersox 2010).

Os inventários existem já que há um desfasamento no tempo entre o momento da procura e o momento em que o produto é concebido, bem como, a altura em que há procura de materiais e o momento do seu abastecimento. Assim sendo, com a existência de *stocks* consegue-se atenuar as variações na procura, bem como tentar minimizar o incumprimento de datas por parte dos fornecedores (Crespo 2010).

Por norma, o armazém serve como um local para se guardar os materiais mas ao mesmo tempo é capaz de providenciar outros serviços, como por exemplo (Closs and Browsersox 2010):

- **Consolidação** – recebe materiais de fornecedores distintos, preparando-os nas quantidades pedidas para a realização de uma só encomenda para um destinatário;
- **Separação** – recebendo um só carregamento e separando o mesmo para entregar posteriormente a mais que um destinatário;
- **Acomodar a produção** – usado quando existem produtos que são produzidos durante todo o ano, porém, só são vendidos numa época em específico do ano civil, ou produtos que tem consumo durante todo o ano, mas produzidos apenas em datas específicas;
- **Serviços de valor acrescentado** – rotulagem e embalagem;
- **Logística inversa** – atuar como centro de devolução de produtos com defeitos e produtos com retorno (ex.: materiais) (Baker and Canessa 2009).

Cada vez mais, a gestão do armazém recorrem a um sistema de gestão de armazém – WMS (Closs and Browsersox 2010) devido as quantidades e diversidades de artigos que existem, bem como o grau de complexidade de alguns processos associados.

Com este sistema é possível monitorizar a movimentação e armazenagem dos materiais, e assim, potenciar uma melhor arrumação dos mesmos (Dotoli, Epicoco et al. 2015).

Estes sistemas de gestão de armazém são uma aplicação informática que se baseia numa base de dados orientada para melhorar a eficiência e a produtividade de um

armazém. O seu objetivo principal é controlar o movimento, a armazenagem, o transporte e o *picking* de materiais dentro de um armazém. Com este sistema consegue-se ter o registo de todas as operações realizadas e das transações que ocorrem no armazém, e deste modo, ter o inventário sempre atualizado.

Habitualmente estes sistemas WMS são programas personalizáveis, ou seja, dependendo das características de cada armazém é possível adaptar o mesmo, sendo uma grande vantagem para armazéns que lidam com quantidades muito elevadas de encomendas. Caso esta gestão fosse efetuada com um sistema manual, seria praticamente impossível uma atualização diária, das operações realizadas, do nível de *stock* existente e a exata localização dos artigos.

Com um WMS a empresa à partida conseguirá (Figura 5):

- Uma diminuição de custos de mão-de-obra;
- Maior capacidade de atendimento ao cliente pois haverá menores tempos de ciclo e uma redução de erros;
- Redução da quantidade de artigos armazenados e racionalização de espaços e equipamentos necessários na armazenagem;
- Potenciar a capacidade de armazenagem.

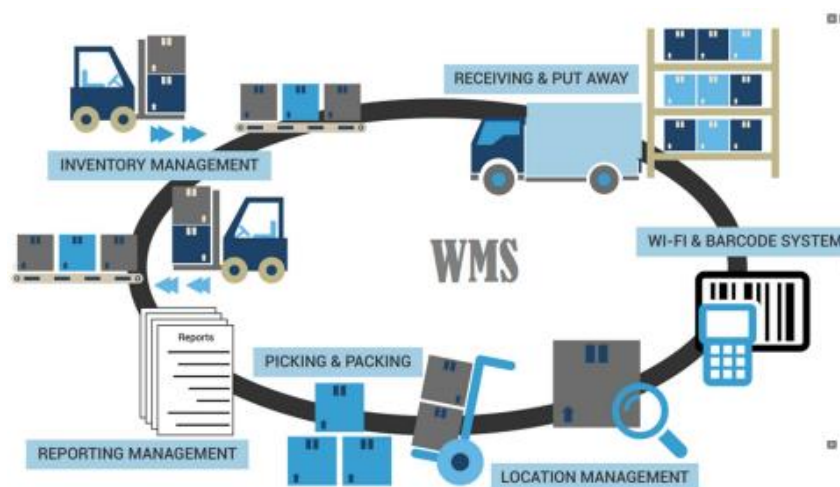


Figura 5 – Funcionalidades do WMS (Cavalcanti 2017)

O sistema WMS não consegue seguir em tempo real a informação quanto às operações e necessitam recorrer a um humano para introduzir essa informação, quer manualmente quer recorrendo a um código de barras. Deste modo, como a informação não é introduzida diretamente esta sempre sujeito a erro humano (Poon, Choy et al. 2009).

Existem sistemas de monitorização de rádio frequência que permitem a obtenção de informação das referências, local ou estado, estando neste caso a informação constantemente atualizada (Chen, Cheng et al. 2013). Com estes sistemas o operador é

direcionado durante as suas tarefas e fornece informação em tempo real aos sistemas centrais de dados (Closs and Brower 2010).

Chen, Cheng et al. (2013) verificaram as vantagens da integração de um sistema RFID (*Radio-Frequency Identification*) num centro de distribuição, atestando as melhorias no seu desempenho.

2.2.1 Métodos de armazenagem disponíveis

Os métodos de armazenagem são responsáveis por definir a disposição que os artigos irão ter no armazém, sendo que existem vários métodos para a atribuição dos locais de armazenagem.

Segundo Petersen and Aase (2004) os principais métodos utilizados na armazenagem são: armazenagem aleatória, armazenagem por classes e armazenagem baseada na procura. Posteriormente a estes métodos (De Koster, Le-Duc et al. 2007) acrescenta a armazenagem com localização mais próxima e a armazenagem dedicada.

- **Armazenagem aleatória** – a todos os artigos recebidos são distribuídas aleatoriamente um local no armazém. A probabilidade de todos os locais vazios serem ocupados é igual (De Koster, Le-Duc et al. 2007). As viagens tornam-se mais curtas se a armazenagem aleatória estiver organizada por zonas de atividade, caso isso não se suceda as viagens por norma são mais longas.
- **Armazenagem baseada na procura** – consiste na arrumação dos artigos de acordo com a sua frequência de procura. Desta forma, os produtos com maior volume de saída ficam localizados em locais mais acessíveis enquanto os produtos com menos saída ficam em locais com menos acessibilidade no armazém. Caso este método fosse utilizado, existiriam condições desfavoráveis como a perda de eficiência e de flexibilidade no armazém pois em cada nova encomenda seria necessário redefinir quantidades altas de *stock* e atualizar a informação de modo sistemático (De Koster, Le-Duc et al. 2007).
- **Armazenagem por classes** – neste método é possível conciliar vários métodos como a armazenagem baseada na procura, armazenagem aleatória e armazenagem dedicada. O princípio deste método baseia-se numa Análise de *Pareto*, ou seja, classificar todos os artigos em *stock* em três classes de acordo com critérios específicos, sendo por norma divididos de acordo com a sua popularidade. A cada classe é atribuída uma zona específica no armazém, e nessa área são armazenados aleatoriamente.
- **Armazenagem com localização mais próxima** – neste tipo de armazenagem neste tipo de armazenagem os operadores podem selecionar o local onde querem armazenar o artigo. Por norma, a primeira localização vazia será a

selecionada para a armazenagem. Assim, as estantes mais próximas da zona de operação estejam completas enquanto as mais afastadas tendem a estar vazias (De Koster, Le-Duc et al. 2007).

- **Armazenagem dedicada** – nesta armazenagem o princípio é armazenar os artigos num local fixo. O artigo é sempre armazenado no mesmo local, sendo que mais nenhum artigo poderá estar alocado aquela posição, mesmo quando a posição se encontra vazia, (Tompkins 1994).

Neste tipo de armazenagem existe a necessidade de reservar espaço suficiente para ser possível armazenar o nível máximo de *stock* de cada artigo, sendo esta uma grande desvantagem pois origina um elevado desperdício de espaço. Por outro lado, a familiarização dos locais por parte dos operadores é uma vantagem. Os artigos devem ter o fator do seu peso em consideração, alocando os mais pesados em baixo e os mais leves em baixo. Os operadores irão conseguir desenvolver uma boa sequência de recolha sem terem que fazer grande esforço ao armazenar os produtos de acordo com o seu peso e a sua rota (De Koster, Le-Duc et al. 2007).

Na Tabela 1 é possível verificar as principais vantagens e desvantagens de cada método de armazenagem.

Tabela 1- Vantagens e desvantagens para os métodos de armazenagem descritos acima

Método	Vantagens	Desvantagens
Armazenagem aleatória	Fácil de aplicar	Necessidade de um sistema informático para localizar o <i>stock</i>
	Não necessita informação adicional	Pode existir dispersão nos artigos com maior rotação, levando a mais movimentações
	Requer, por norma, menos espaço que as restantes soluções	Criação de congestionamento quando mais que um operador tem de operar na mesma área
	Otimiza a dispersão dos vários artigos	
Armazenagem baseada na procura	Tempos de viagem reduzidos	Baixa flexibilidade atendendo a ser um local para cada artigo Grande quantidade de dados Necessidade de movimentações periódicas dos artigos para se ajustar à procura

	Tempos de viagem reduzidos	
	Baixo número de movimentações desnecessárias	
Armazenagem por classes	Maior facilidade de implementação do que armazenagem baseada na procura	Necessidade de movimentações periódicas dos artigos para se ajustar à procura
	Maior poupança quando comparado com utilização de rotas	
	Facilidade na implementação	
Armazenagem com localização mais próxima	Não requer informação adicional	Existência de congestionamento quando mais que um operador tem necessidade de recolher artigos na mesma área.
	Requer, por norma, menos espaço que restantes métodos	
	Otimiza a dispersão dos vários artigos	
	Não é necessário atualizar a localização dos artigos	Artigos de maior rotação podem não estar localizados nos locais mais próximos da saída
Armazenagem dedicada	Local está cativado mesmo para artigos que não se encontram em <i>stock</i>	
	Maior facilidade dos operadores para aprenderem a localização dos artigos	Menor ocupação do espaço

2.2.2 Métodos de picking

A tarefa de *picking* consiste na separação e atendimento dos pedidos ao armazém. Para a realização desta operação, estão disponíveis várias alternativas quanto à recolha de artigos. Estas alternativas são responsáveis pela determinação dos artigos que serão colocados na lista de *picking* e como devem ser recolhidos dos seus locais de armazenagem. Os principais métodos de *picking* dividem-se essencialmente nas quatro categorias seguintes:

- **Picking discreto** ou *Pick-to-Order* segundo (Rushton, Croucher et al. 2010) – trata-se do método mais comum na recolha de artigos. O seu princípio é recolher todos os artigos referentes a uma encomenda, e para isso o operador percorre

todo o armazém até ter recolhido todos os artigos dessa encomenda. Neste conceito também é possível recolher simultaneamente para várias encomendas, no qual o operador coloca os artigos de cada cliente em compartimentos diferentes. É um método que apresenta menos resultados para pequenas encomendas devido ao tempo que é necessário para os trajetos de *picking*.

- **Picking por lote** ou *Batch Picking* – é um método que recorre à recolha de todos os artigos numa só viagem e agrupa-los por lotes. Os artigos recolhidos são para vários clientes. É um método comum particularmente quando se trata de pequenas encomendas e com este é possível haver uma poupança de tempo pois as distâncias de viagem são inferiores. Em todo o caso, no fim, os artigos têm que ser separados de acordo com as necessidades dos clientes (Rushton, Croucher et al. 2010).
- **Picking por zona** ou *Zone Picking* – neste método o armazém é dividido em várias zonas, alocando trabalhadores específicos dedicados a cada uma das zonas. Neste método consegue-se melhorias como a distância percorrida por cada trabalhador ser inferior uma vez que só tem de percorrer a sua área, o melhor conhecimento dos locais dos artigos por parte de cada operador e a redução do tráfego. A sua principal desvantagem é a possibilidade dos artigos de uma determinada encomenda estarem divididos e no fim terem que ser todos agrupados antes de serem expedidos (De Koster, Le-Duc et al. 2007).
- **Picking por onda** ou *Wave Picking* - a recolha destes artigos é agendada e é realizada em diversos períodos ao longo do período laboral. Por norma esta recolha é realizada de modo a coordenar as funções da separação e expedição das encomendas (Ackerman 2012).

Na Tabela 2 encontram-se identificados os principais métodos de *picking* bem como as principais vantagens e desvantagens de cada método.

Tabela 2 – Principais vantagens e desvantagens de cada método de *picking*

Método	Vantagens	Desvantagens
<i>Picking</i> discreto	É um método simples, com um tempo de resposta rápido para a preparação dos pedidos e é fácil detetar eventuais erros do operador	Requer mais movimentos que as outras soluções, portanto é um método pouco eficiente
<i>Picking</i> por lote	Reduz os desequilíbrios nas cargas de trabalho	Aumenta a probabilidade de colisão entre operadores
	Este método permite a redução do tempo de viagem,	Para encomendas de maiores dimensões e que necessitem de

	<p> aumentando assim a produtividade</p>	<p> maiores movimentações a produtividade do trabalhador é inferior</p>
	<p> Maior facilidade para os operadores memorizarem a localização dos artigos, sendo mais eficientes</p>	<p> Maior probabilidade de falha no momento de detetar erros, visto que há um maior número de operadores a trabalhar em cada encomenda</p>
<p> <i>Picking por zona</i></p>	<p> Com a familiaridade dos operadores com as localizações, podem alterar a localização dos artigos com maior procura para um local mais próximo do local de recolha</p>	<p> Como as encomendas podem ser diversificadas, alguns operadores podem estar sobrecarregados enquanto outros estão sem trabalho</p>
	<p> Evita colisões entre operadores</p>	
<p> <i>Picking por zona</i></p>	<p> As encomendas podem ser programadas de modo a serem satisfeitas num certo momento do dia, permitindo assim maximizar as operações de recolha e transporte</p>	<p> É mais eficiente se for gerido através de um WMS</p>

2.2.3 Métodos de definição de rotas

Com os métodos de definição de rotas usados no *order-picking* pretende-se determinar qual a melhor sequência de recolha de artigos para uma certa encomenda e identificar qual é o trajeto mais curto entre as localizações dos artigos a recolher e o depósito da recolha (Henn, Koch et al. 2012).

Segundo Henn, Koch et al. (2012) existem muitos algoritmos de otimização para solucionar o problema da escolha da rota mais adequada. Porém, os algoritmos fornecidos são complexos e nem sempre são entendidos pelos utilizadores. Deste modo, recorre-se a métodos heurísticos embora estes nem sempre consigam dar o trajeto mais curto, permitem sim a obtenção de trajetos aceitáveis, fáceis de memorizar e de implementar.

Segundo De Koster, Le-Duc et al. (2007) pode-se recorrer aos seguintes métodos heurísticos para ser possível definir a rota de *picking* a usar pelos operadores:

- **Forma de S** (*S-Shape*) – implica que o operador tenha a necessidade de percorrer na íntegra o corredor que contenha no mínimo um item a recolher. Os corredores que não têm itens necessários não são percorridos. Por último, quando o operador efetuar a última recolha vai para o depósito da recolha.
- **Método de retorno** (*Return Method*) – o operador entra e sai dos corredores pelo mesmo lado, desta maneira, tal como ocorre no “*S-Shape*” quando não há itens a recolher num determinado corredor não há necessidade de o percorrer.
- **Método de ponto médio** (*Midpoint Method*) – o método divide os corredores em 2. Se for necessário recolher na parte da frente do corredor o operador entra pela parte da frente, caso seja na parte de trás o operador deve aceder pela parte de trás. Assim, apenas tem de percorrer metade do corredor.
- **Maior intervalo** (*Largest Gap*) – é um método muito parecido ao do “*Midpoint Method*” o operador que recolha artigos de um corredor entra e sai pelo mesmo lado, só no primeiro e no último é que são percorridos na íntegra. O intervalo representa a separação de qualquer recolha que esteja próxima, isto é, entre a primeira recolha num corredor da frente e a última recolha do corredor e o lado de trás. Este método proporciona melhores rotas que o “*Midpoint Method*” embora a sua implementação seja mais complexa.
- **Combinado** (*Combined*) – os corredores tanto são percorridos na íntegra como parcialmente, assim sendo, o operador pode entrar e sair pelo mesmo lado. Trata-se de uma combinação do método “*S-Shape*” com o método “*Return Method*”.
- **Otimizado** (*Optimized*) – Combina o melhor de cada método anterior descrito, por causa das restrições que cada um deles tem, tentando deste modo, encontrar a melhor rota possível. A mais curta.

Na Tabela 3 é possível ver as principais vantagens e desvantagens de cada um dos métodos acima descritos.

Tabela 3 – Vantagens e desvantagens de cada método

Método	Vantagens	Desvantagens
Forma de S	Não é necessário percorrer os corredores que não têm itens a recolher	É necessário percorrer na totalidade um corredor que contenha no mínimo um item
Método de retorno	Não é necessário percorrer os corredores que não têm itens a recolher	

	Pode entrar e sair pelo mesmo lado	
Método de ponto médio	Divide os corredores em 2, podendo entrar pela frente ou por trás, dependendo do que dá mais jeito	
Maior intervalo	Entra e sai pelo mesmo lado na recolha dos artigos	Necessidade de percorrer o primeiro e o último corredor na totalidade Mais complexo de implementar
Combinado	Pode ser percorrido na íntegra ou parcialmente	
Otimizado	Utiliza o melhor dos métodos anteriores	Ainda não é a solução perfeita

2.2.4 Métodos de armazenagem

São três os métodos básicos de gestão de inventário, o FEFO, o FIFO e o LIFO.

FEFO: o acrónimo vem do termo em inglês *first-expire-first-out* que em português se traduz para “o primeiro que expirar é o primeiro que sai”. Este método indica que os primeiros itens com prazo de validade a expirar são os primeiros a serem retirados.

FIFO: o acrónimo vem do termo em inglês *first-in-first-out* que em português se traduz para “o primeiro que entra é o primeiro que sai”. Este método indica que os primeiros itens a serem armazenados são os primeiros a serem retirados. Com isto, no fim de um determinado período os produtos que estão no inventário são sempre os últimos produtos a terem sido armazenados.

LIFO: o acrónimo vem do termo em inglês *last-in-first-out* que em português se traduz para “o último que entra é o primeiro que sai”. Com este método, os últimos produtos a serem colocados no armazém são os primeiros a ser retirados. Neste método, no fim de um período no inventário vão estar os artigos armazenados no início do período que não foram recolhidos.

O método de armazenagem para o FIFO e para o LIFO está representado na Figura 6.

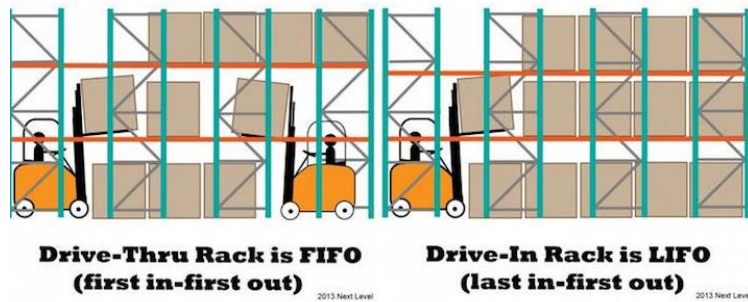


Figura 6 – Armazenagem FIFO vs. LIFO (Level 2017)

2.2.5 Tipos de materiais de armazenagem

A base mais conhecida a nível mundial para as cargas unitárias é a palete. Esta consiste numa plataforma horizontal, por norma afixada numa superestrutura e uma plataforma inferior que permite com que seja transportada por equipamentos de transporte de materiais, como os empilhadores e os porta-paletes (manuais e elétricos). A sua estrutura básica contém uma cobertura instalada sobre os seus suportes cuja altura é reduzida ao valor mínimo.

Encontram-se disponíveis dois tipos principais de palete como é possível ver na Figura 7.

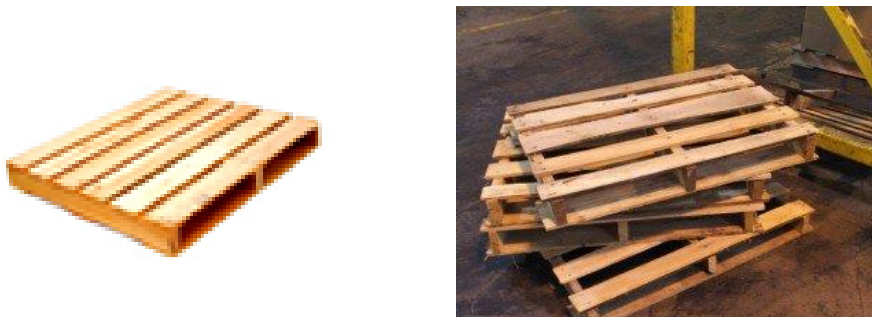


Figura 7 – À direita encontra-se as paletes de dupla entrada, enquanto à esquerda estão quadrupla entrada (Logiscal 2017)

O material mais comum na sua construção é a madeira, por ser facilmente recuperável e o seu custo ser baixo. Há dois tipos de palete de madeira, a madeira dura (*Hardwood*) ou a madeira macia (*Softwood*), sendo que a escolha entre as duas depende da capacidade da carga necessária bem como os requisitos da carga e da durabilidade esperada e das condições a que esta está sujeita durante a sua armazenagem e durante o seu manuseamento (Rosaler 2002).

Existem paletes que recorrem a outros materiais como madeira comprida, aço e alumínio e plástico, neste último caso especialmente o polietileno de alta densidade, mais conhecido na indústria como HPDE (Twede, Selke et al. 2014).

As principais dimensões de paletes são:

- 1200 x 800 mm² (Paleta Europeia)
- 1200 x 1200 mm² (Paleta Americana)
- 1200 x 1000 mm² (Paleta Industrial)

2.2.6 Sistemas de armazenamento com paletes

Estão disponíveis vários sistemas no mercado ajustados à medida de cada empresa e do tipo de materiais que se pretende armazenar. Em seguida estão apresentados os mais comuns:

Empilhar em bloco (Block Stacking) – este método refere-se a cargas que estão empilhadas uma sobre a outra e armazenadas no chão do armazém. Neste sistema não é possível utilizar o sistema FIFO como método de armazenagem pois a última paleta a entrar é a primeira a sair (Figura 8).



Figura 8 – Block Stacking (Hyster 2018)



Figura 9 – Single Deep Selective Pallet Rack (Lift 2017)

Estantes convencionais (Single Deep Selective Pallet Rack) – Oferece acesso a todas as paletes armazenadas. Este sistema pode ser configurado de várias maneiras de modo a satisfazer várias alturas. É um sistema usado em vários armazéns atualmente (Figura 9).

Prateleira Drive-In (Drive-In Rack) – A armação é em colunas metálicas verticais com trilhos para suportar cargas. Pode armazenar vários andares e os empilhadores entram por baixo da estrutura com uma velocidade reduzida de modo a colocar as cargas. Um modo fácil de identificar este sistema é a utilização do sistema LIFO como método de armazenagem.

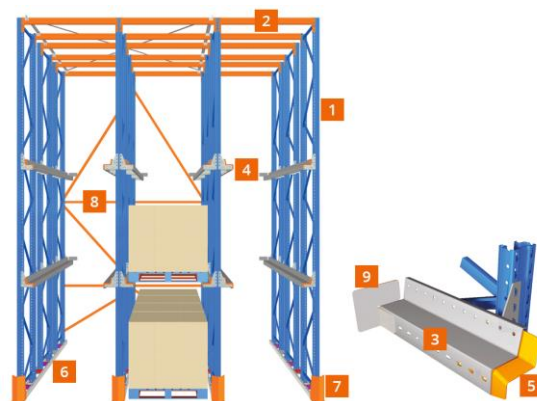
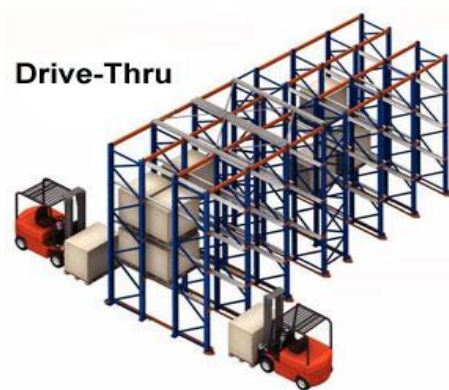


Figura 10 – Drive-In Rack (Mecalux 2018)

Este sistema está representado na Figura 10.



Prateleira *Drive-Through* (*Drive-Through Rack*) – Funciona do mesmo modo da prateleira *drive-in*, porém permite acesso por ambos os lados, permitindo assim a utilização do sistema FIFO como método de armazenagem (Figura 11).

Figura 11 – *Drive-Through Rack* (Mecalux 2018)

Prateleira de fluxo de paletes (*Pallet Flow Rack*) – Tem um funcionamento similar ao *Drive-Through*, no entanto, as cargas são transportadas através de tapetes rolantes desde um extremo da estrutura até ao outro. Quando uma carga é retirada da linha onde foi armazenagem a carga que se encontrava na segunda posição avança por efeito da gravidade para o primeiro lugar.

Este sistema encontra-se na Figura 12.

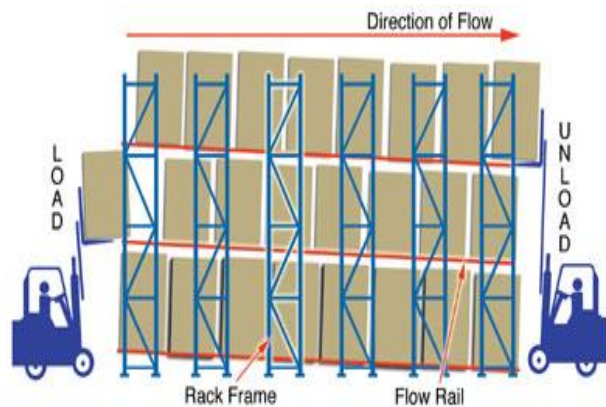


Figura 12 – *Pallet Flow Rack* (Cisco-Eagle 2018)

Roodbergen, Vis et al. (2015) referem que a escolha dos equipamentos depende das características do produto e da frequência da sua procura.

2.2.7 Equipamento para apoio ao armazenamento

Existem vários tipos de equipamentos para armazenagem. A função de alguns é a movimentação de cargas dentro do armazém e outros servem para a organização das cargas dentro do armazém. A escolha dos equipamentos a usar cabe por norma aos *designers* pois antes de tomarem uma decisão, selecionam os tipos de sistema de armazenagem e a movimentação de materiais a realizar bem como, o nível de automação do armazém (Gu, Goetschalckx et al. 2010).

Os equipamentos mais comuns (Figura 13) são transportadores hidráulicos ou porta-paletes elétricos, comboios logísticos e empilhadores, sendo este último não só o mais

utilizado como também o que possivelmente é o mais antigo entre os veículos utilizados para manusear materiais.



Figura 13 – Equipamento utilizado (Linde 2018)

2.2.8 Quantidade tradicional vs. Quantidade de fluxo

O método tradicional de organização da logística interna é baseado em otimizar a logística sem demasiadas preocupações sobre as necessidades da produção ao nível da eficiência (Coimbra 2008) com os seguintes princípios:

- Minimizar o transporte interno, que resulta no fornecimento das linhas em altas quantidades em cada transporte;
- Minimizar a área necessária para armazenamento de materiais e peças;
- Uso de empilhadores para manusear paletes e contentores;
- Minimizar o trabalho de voltar a embalar ou desembalar para as linhas de produção;
- Planear em larga escala a produção de modo a minimizar os tempos de *setup* e aumentar a eficiência.
- Por sua vez, o método de quantidade de fluxo baseia-se em princípios completamente diferentes como:
- Fornecer somente as quantidades necessárias de modo a aumentar a flexibilidade e a eficiência nas linhas de produção;
- Organizar as áreas de *picking* para fornecer os contentores de dimensões corretas frequentemente e de modo mais eficiente;
- Usar equipamentos de transporte apropriados para realizar as entregas em rotas já definidas com um *lead-time* fixo;
- Trabalhar com os fornecedores e com os clientes para se usar as mesmas dimensões de contentores de modo a não existirem subtarefas (Kilic, Durmusoglu et al. 2012) entre a receção e a entrega à produção. Assim, é possível entregar o material necessário, no local indicado, na quantidade necessária e com a qualidade necessária;
- Planear as ordens dos clientes e criar condições para suavizar os pedidos dos fornecedores recorrendo ao nivelamento.

Na Tabela 4 é possível ver as principais vantagens da utilização da quantidade de fluxo face à solução tradicional.

Tabela 4 - Vantagens da utilização da quantidade de fluxo

Armazenamento tradicional	vs.	Quantidade de fluxo
Fraca proteção	Proteção de peças	Boa proteção
Dificuldade na aplicação	Aplicação do FIFO	Bom para a aplicação
Difícil de aceder	Dificuldades de acesso	Fácil acesso
Múltiplas localizações de armazenamento	Quantidade de localizações para um item	Uma localização dedicada
Existe	Risco de queda das peças	Não existe
Por lote	Produção	Por fluxo

2.2.9 *Mizusumashi*

No modelo TFM (*Total Flow Management*), o *Mizusumashi* (trem logístico interno) é o elemento que está encarregue pela movimentação de materiais e de informação dentro da fábrica (Coimbra 2008).

O propósito deste sistema é a normalização de materiais e a eliminação de desperdícios. O *Mizusumashi* é um dos sistemas mais importantes a nível de criar fluxo interno na logística, funcionando como um serviço de transporte num aeroporto (Coimbra 2008).

Este sistema opera do mesmo modo que o serviço de transporte de aeroporto e tem as seguintes características:

- *Mizusumashi Shuttle* só para em supermercados;
- O seu ciclo é calculado do mesmo modo, através de medições ao trabalho feito ao longo de várias paragens e adicionando o tempo de viagem;
- A este nível de organização, os contentores a serem transportados dentro do shuttle é equivalente a clientes ou passageiros.

Este sistema é caracterizado do abastecimento típico, recorrendo a empilhadores, por estes trabalharem numa rota pré-definida. No caso do sistema tradicional, o abastecimento é feito através da receção de uma encomenda, existindo deste modo a

reposição dos materiais por norma em paletes quando é necessário reabastecimento (determinado pelos colaboradores ou pelo supervisor). Neste sistema há um desaproveitamento dos recursos uma vez que os empilhadores têm que fazer várias viagens de retorno em vazio (Coimbra 2008).

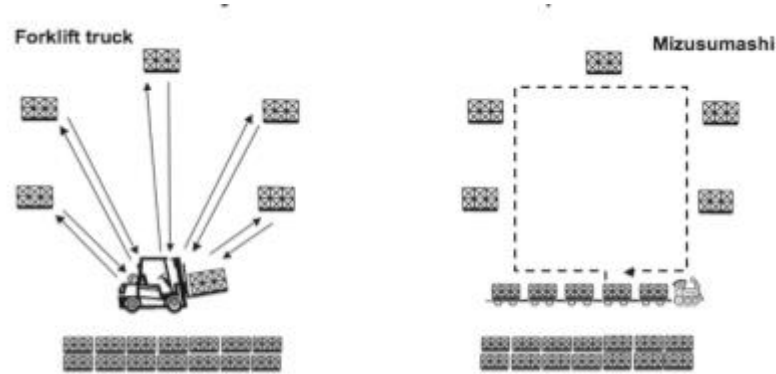


Figura 14 – Uso do empilhador vs. Uso do comboio logístico (Coimbra 2008)

É possível ver na Figura 14 um padrão na rota do *Mizusumashi* que usa as células logísticas e serve três linhas de produção recorrendo a um pequeno comboio (Coimbra 2008).

A aplicação deste sistema é mais simples de utilizar que o sistema tradicional e consegue proporcionar um serviço constante entre os supermercados e os pontos onde são necessários os produtos (Coimbra 2013).

Nestas situações a normalização tem um papel crucial (Kilic, Durmusoglu et al. 2012), verificaram que a carga na zona de armazenagem e na zona de abastecimento das células deve ser periódica e que o trabalho do *Mizusumashi* deve ser executado de modo ordenado e repetitivo.

Segundo Coimbra (2008) os pontos a seguir descritos devem ser normalizados em relação ao trabalho do *Mizusumashi*:

- Desenho da rota no *layout*;
- O tempo de ciclo da rota;
- As tarefas ao longo da rota;
- Os tempos de cada tarefa.

Os seguintes passos devem ser levados em conta no momento da decisão de uma rota, segundo (Coimbra 2013):

- Listar as tarefas executadas;
- Realizar uma estimativa dos tempos de cada tarefa;
- Desenhar uma rota circular;

- Construir um *Mizusumashi* apropriado;
- Fazer uma viagem de experiência com o *Mizusumashi* vazio;
- Garantir a preparação dos supermercados;
- Selecionar o melhor operador para realizar a tarefa;
- Implementar o comboio por um período de quatro ou cinco dias;
- Construir a instrução de trabalho final;
- Treinar o operador até ter prática e consiga desempenhar o trabalho corretamente;

2.2.10 Definição de Layouts

Uma das decisões mais importantes e complexas de uma organização é o desenho de um armazém pois este acarreta um alto impacto a nível estratégico e a nível de custos logísticos. O desenho de armazéns, embora possa parecer ser uma área referente à logística é na realidade, uma atividade que é bastante influenciada pelo marketing, pelos objetivos da empresa, pelo seu plano de negócios e pelo nível de serviço do cliente, entre outros fatores (Rushton, Croucher et al. 2010).

O processo de desenhar/redesenhar um armazém é um processo maioritariamente iterativo (Rushton, Croucher et al. 2010), complexo e dependente de características que variam de organização para organização. Muitas empresas não têm um processo formal e organizado para o desenho de *layout*.

De modo a se apresentar uma estrutura base quanto ao desenho de *layouts* (Baker and Canessa 2009) resumiram todas as metodologias propostas no âmbito teórico e cruzaram-nas com a sequência de etapas seguida por sete empresas. Por fim, obtiveram a seguinte estrutura comum com onze passos:

1. Descrever as condições do sistema;
2. Definir e obter informação;
3. Analisar a informação;
4. Selecionar as unidades de armazenamento;
5. Determinar os processos e métodos de funcionamento;
6. Estimar os tipos de equipamentos e características;
7. Calcular a capacidade do equipamento e quantidades;
8. Definir serviços e operações auxiliares;
9. Preparar *layouts* possíveis;
10. Avaliar e aferir alternativas;
11. Escolher o *layout* a usar.

Gu, Goetschalckx et al. (2007) apresentam uma alternativa em que se regem por um conjunto de cinco grandes grupos de decisões para o desenho de armazém. Esta opção surgiu após um estudo de 250 artigos relacionados com o tema.

- 1. Desenho conceptual do armazém (*Overall Structure*)** – O desenho conceptual do armazém abrange a decisão de quantos departamentos funcionais são necessários num armazém. Para isso, é necessário definir quantos departamentos deverá ter o armazém, que tecnologias utilizar e como devem ser efetuadas as ordens de *picking*. Esta decisão deve ter em conta as condições de armazenamento, rendimento e a minimização dos custos. Para sustentar estas deliberações, recorre-se a aproximações, métodos qualitativos e métodos quantitativos.
- 2. Dimensionar o armazém e os seus departamentos (*Sizing and Dimensioning*)** – As decisões que estão contidas nesta área tem um grande impacto a nível dos custos de construção, de inventário, de reabastecimento e no manuseamento de materiais.
- 3. Dimensionar o *layout* detalhado de cada departamento (*Department Layout*)** – Nesta área decide-se o *layout* a adotar em cada departamento do armazém sendo definido o padrão de armazenamento de paletes, o *layout* do departamento e a sua automatização.
- 4. Selecionar o equipamento a instalar no sistema (*Equipment Selection*)** – é decidido o nível de automação do armazém, o tipo de armazenamento e que tipo de sistema de manuseio de materiais a ser adotado. São decisões complicadas que afetam quase todas as outras, bem como o investimento e a comportamento no armazém. A identificação das alternativas de equipamento para um dos requisitos de armazenamento ou recolha específica e a seleção dentro delas são decisões muito comuns.
- 5. Escolher as estratégias operacionais (*Operation Strategy*)** – Têm efeitos importantes na maioria do sistema e não costumam ser alterados por norma. Estas decisões abrangem a estratégia de armazenamento e a estratégia a adotar no *order-picking*.

Mesmo estas decisões devem ter um certo grau de flexibilidade do *layout* do armazém desde o início do projeto visto que existem tarefas que são realizadas no armazém que não se encontram dentro das suas tarefas e, portanto, o *layout* selecionado poderá conter erros.

Na Tabela 5 estão apresentados de modo sintético os principais problemas existentes no momento de desenhar um armazém (Gu, Goetschalckx et al. 2007).

Tabela 5 – Principais problemas de *design* de armazém.

Problemas de <i>design</i>	Decisões
Estrutura global	Fluxo de materiais
	Identificação das secções
	Localização das secções
Dimensionamento	Dimensões do armazém
	Dimensões das secções
<i>Layout</i> da secção	Padrão dos blocos de empilhamento de paletes
	Orientação dos corredores
	Quantidade e dimensões dos corredores
	Localização das entradas e saídas
Seleção dos equipamentos	Nível de automação
	Seleção do equipamento de armazenamento
	Seleção do equipamento de manuseamento dos materiais
Estratégia operacional	Seleção da estratégia de armazenamento
	Seleção dos métodos de <i>order-picking</i>

2.3 Atividade de Armazenagem

A armazenagem é um nível chave para a cadeia de abastecimento. É uma atividade que não acrescenta valor ao produto, tem custos associados, mas é uma atividade que é “um mal necessário” já que permite ter o produto certo, no sítio onde é necessário no momento do seu consumo. Para Rushton, Croucher et al. (2010), o seu principal objetivo é a simplificação do movimento de bens através da cadeia de abastecimento até chegar ao cliente final.

Smith (1998) refere que armazéns são uma parte fundamental do sistema da grande maioria das cadeias de abastecimento uma vez que permitem ter o produto protegido e acessível quando necessário. Os armazéns geram elevados custos associados, entre 2-5% dos custos totais das empresas (Frazelle 2002).

Estes são a base de economias de produção, transporte e aprovisionamento (Keller and Keller 2014).

Num determinado momento do ciclo de uma empresa a adaptação/readaptação dos armazéns aos requisitos da cadeia de abastecimento, da qual são parte integrante, pode ser chave sendo que é necessário ter cuidado no novo *layout* a adotar porque uma parte significativa dos custos de armazenagem é definida neste momento (Rouwenhorst, Reuter et al. 2000).

Para Keller and Keller (2014) os armazéns acrescentam valor à cadeia logística através de conseguir:

- Providenciar aos clientes a seleção do produto;
- Redução do *lead-time* através do *cross-docking*;
- Armazenamento de produto para suprimir a procura do cliente e servir de proteção contra variações da procura e do ciclo de tempo;
- Sequenciar materiais e componentes de vários operadores logísticos para abastecer as linhas de produção;
- Realizar operações mais acessíveis de produção e montagem de *kits*.

As principais atividades de armazenagem até ao produto ser expedido para os clientes são:

1- Receção – Esta operação que é o primeiro contacto do produto com o armazém tem três suboperações muito importantes.

Inicia-se esta operação ao dar a entrada física no sistema dos produtos que são recebidos no armazém. De seguida, assegura-se que o tipo, a quantidade e a qualidade do produto estão de acordo com as especificações das ordens realizadas pela empresa aos fornecedores. O último processo é direccionar os produtos para a secção de armazenagem ou para outras áreas da empresa onde estes produtos são necessários (Frazelle 2002).

2- Pré-embalagem (opcional) – Ocorre para os produtos que são recebidos no armazém a granel, quer se trate de matéria-prima ou já de produto final. Subsequentemente, têm de ser embalados de modo individual ou agregados a outros produtos (Frazelle 2002). É uma operação que é opcional e pode ser realizada posteriormente antes dos materiais serem expedidos.

3- Put-Away – Trata-se de um termo técnico que se traduz pela ação de arrumar os artigos e dispor os mesmos na sua posição de armazenagem. Nesta operação está incluído o manuseamento do material, verificação do seu local de armazenagem e a colocação do mesmo no local de armazenagem (Frazelle 2002). Esta operação muitas vezes implica percorrer algumas distâncias consideráveis, particularmente quando o sistema de armazenagem é aleatório. Existem modos de diminuir a distância percorrida e os erros de colocação do produto no local designado através do planeamento dos trajetos em sintonia com o *layout* do armazém e com a respetiva rotação do produto em causa (Liebeskind 2005).

4- Armazenagem – É basicamente o processo inverso do *Put-Away* (Liebeskind 2005). Esta ação refere-se à permanência física dos produtos no armazém enquanto não há pedidos para a sua expedição, ou melhor, quando os produtos se encontram em espera. De modo a otimizar a gestão de um sistema de

armazenagem é necessário criar e aplicar métodos atendendo a variantes como o tamanho, tipo e qualidade do produto e as características de manuseamento (Bidgoli 2010).

5- Order-Picking – É um termo técnico para se referir à seleção e recolha dos produtos no armazém, sendo este também conhecido como preparação das ordens (Frazelle 2002). É o processo mais importante num armazém (Ross 2015). Por norma é um processo manual embora existam atualmente tecnologias, como sistemas de informação e equipamentos, que ajudam a melhorar os níveis de produtividade e a diminuir a margem de erro (Rushton, Croucher et al. 2010). É das principais atividades a nível de consumo de tempo e recursos no armazém, sendo, portanto, uma das mais importantes a ter em conta no momento da conceção do *layout* do armazém.

6- Embalar e/ou etiquetar (opcional) – É um processo que consiste em embalar ou etiquetar individualmente os artigos após o *picking* tal como ocorre no processo pré-embalagem. Os artigos encontram-se sempre disponíveis para se necessário serem agrupados e embalados (Frazelle 2002). Não é uma operação obrigatória uma vez que nem todos os produtos passam por este processo antes de serem expedidos para o cliente.

7- Divisão e agregação – É uma operação que é realizada após o *picking* caso haja mais que um artigo na encomenda. Os artigos são agrupados em lotes e distribuídos individualmente por cada cliente (Frazelle 2002).

8- Expedição – Trata-se do último processo de armazenagem e nele verificam-se se todas as encomendas estão completas e verificar se os produtos cumprem os parâmetros de qualidade necessários antes de serem embalados. O processo inclui também a preparação da documentação de transporte e por fim o seu embarque nos transportes mais adequados (Frazelle 2002).

9- Cross-Docking – É um processo que não se enquadra dentro das operações básicas de armazenagem. Foi criado no início do milénio pela *Walmart* e está a ter altos níveis de implementação na indústria porque consegue reduzir os custos de inventário e o tempo de expedição.

Neste processo os produtos rececionados passam diretamente para a expedição e, por isso, como os produtos não chegam a ser armazenados conseguem-se três benefícios: baixar os custos de inventários, obter mais espaço na área de armazenagem e reduzir os *lead-times* dos tempos de expedição (Li 2007).

2.4 Síntese do Enquadramento Teórico

A correta gestão de armazém é um fator chave para uma empresa poder ser mais competitiva no mercado. Deste modo é importante que as funções de gestão do armazém estejam bem definidas, que exista um Sistema de Informação adequado para se atingir uma utilização eficiente dos recursos, uma redução dos custos de mão-de-obra, e se possa potenciar a capacidade útil de armazenagem.

Dos métodos de gestão de armazém apresentados, todos têm vantagens e constrangimentos. Os constrangimentos ajudam a definir qual é o melhor método de armazenagem para a gama de produtos que se pretende armazenar. Para além disso, existem fatores como a dispersão nos artigos de maior rotação, a possibilidade da criação de congestionamento numa determinada área ou a necessidade periódica de movimentações dos artigos de modo a ajustar-se à procura que podem ser elementos importantes no momento da tomada de decisão.

As quatro principais categorias de *picking* diferenciam-se principalmente por modo como as recolhas são efetuadas.

O *picking* discreto distingue-se pelo operador ter de percorrer o armazém de modo a recolher todos os artigos duma encomenda sendo um método que gera desperdício quando se trata de encomendas pequenas.

O *picking* por lote permite recolher todos os artigos numa viagem agrupando-os por lote sendo este método adequado para se atingir uma redução de tempos quando se tratam de encomendas pequenas.

O *picking* por zona divide o armazém em zonas, ficando um operador responsável por cada zona, com este método conseguem-se melhorias quanto à distância percorrida, visto que o operador apenas percorre a sua área e permite ainda um conhecimento mais aprofundado dos produtos da sua área.

Por fim, o *picking* por onda distingue-se por ter horários definidos e ser realizado várias vezes ao longo do período laboral.

Os métodos de definição de rotas pretendem determinar a melhor sequencia para a recolha de artigos bem como identificar o trajeto mais curto entre as localizações dos artigos dessa encomenda.

Dos métodos heurísticos expostos o em Forma de S é o único que implica que o operador tenha necessidade de percorrer na íntegra o corredor que contenha no mínimo um item a recolher. O método de retorno destaca-se pelo operador poder entrar e sair dos corredores pelo mesmo lado, não havendo necessidade de o percorrer na íntegra quando não há itens a recolher. O método de ponto médio divide

os corredores em dois, sendo que o operador apenas tenha de percorrer a metade do corredor em que tem itens a recolher.

O método de maior intervalo permite que o operador recolha artigos de um corredor e possa entrar e sair desse corredor do mesmo lado apenas tem de percorrer na íntegra o primeiro e o último corredor que percorre. O método combinado permite com que os corredores sejam percorridos na íntegra como parcialmente. Por último, o método otimizado combina o melhor de cada um dos outros métodos, tentando sempre atingir a rota que seja mais curta.

Existe no mercado vários sistemas de armazenamento, ajustados à medida de cada empresa e do tipo de materiais que a empresa necessita de armazenar.

Destes métodos destaca-se o sistema *Drive-In*, *Drive-Through* e as prateleiras de fluxo de paletes.

No sistema *Drive-In* o acesso é apenas realizado por um único lado, sendo que é capaz de armazenar vários paletes em vários andares. A colocação das cargas é feita através de um empilhador que têm de operar a baixa velocidade. O sistema *Drive-Through* tem o mesmo princípio de armazenamento do sistema *Drive-In*, no entanto o sistema *Drive-Through* permite a entrada de paletes por um lado e a saída por outro. O sistema de prateleira de fluxo de paletes funciona de uma maneira semelhante ao sistema *Drive-Through*, no entanto as cargas são transportadas através de tapetes rolantes desde um extremo da estrutura até ao outro.

De modo a criar o melhor desenho possível de armazém existem cinco grandes grupos de decisões. O desenho conceptual do armazém, o dimensionamento do armazém e dos seus departamentos, o layout detalhado de cada armazém, os equipamentos que se pretende instalar no sistema e ainda as estratégias operacionais.

Dentro das principais decisões destes cinco grupos de decisão encontram-se o fluxo de materiais, as dimensões do armazém e das secções, a orientação dos corredores as quantidades e dimensões de corredores e os equipamentos de manuseamento dos materiais.

A armazenagem é um elo chave na cadeia de abastecimento. Esta atividade não acrescenta valor ao produto final, no entanto tem custos associados. Recorrendo à armazenagem é possível ter o produto certo no local necessário no momento indicado.

As principais atividades de armazenagem para a maioria das empresas até à expedição para os clientes são a receção, *put-away*, armazenagem, *order-picking*, divisão e agregação e por última expedição.

Existe ainda casos de empresas mais vocacionadas para o retalho que podem adotar a atividade de *cross-docking*. Este processo já está nas operações básicas de armazenagem e baseia-se nos produtos rececionados passarem diretamente para

expedição. É um processo com elevados níveis de implementação pois permite reduzir os custos com inventário e custos de expedição.

Caso de Estudo

- 3.1 Apresentação da empresa**
- 3.2 Gestão de Armazém de Matérias-primas**
- 3.3 Visão**
- 3.4 Projeto de melhoria**
- 3.5 Modelo de Logística Interna**

3 Caso de Estudo

Neste capítulo é feita a apresentação do caso de estudo referente ao projeto de estágio com a descrição da empresa e a exposição do trabalho realizado.

3.1 Apresentação da empresa

A empresa que deu origem à CIN S.A. foi criada após a fundação da Companhia Industrial do Norte, SARL, fundada em 1917.



Figura 15 – Unidade industrial da CIN, Maia, Porto (CIN 2017)

Nove anos mais tarde, em 1926, é fundada a CIN (Corporação Industrial do Norte, S.A.), sendo esta a empresa-mãe do grupo CIN, designação até hoje sem alterações. A principal atividade é a produção e comercialização de tintas, vernizes e produtos afins. A empresa está no topo do mercado nacional desde 1992 e na península ibérica desde 1995

Desde 1990 que a CIN faz parte do *Coatings Research Group Inc.* Sendo a única empresa nacional deste setor que faz parte do Conselho Europeu de Fabricantes de Tintas, CEPE.

Em 2016, de acordo com a *Coatings World Magazine*, a CIN ocupava o 53º lugar do ranking mundial de produtores de tintas e vernizes, sendo um lugar bastante prestigioso e obtido através da sua imagem internacional.

São três as áreas de negócio: os Produtos Decorativos, *Protective Coatings* e Indústria.

Dentro dos decorativos estão inseridas tintas e vernizes de base aquosa e solventes para decoração de paredes interiores e exteriores, janelas, caixilhos, entre outras. Por norma estes produtos são usados durante a construção ou reparações na construção civil. Trata-se do segmento mais importante da CIN.

Os *Protective Coatings* destinam-se à produção anticorrosiva de estruturas e equipamentos de aço e betão quando expostos a ambientes agressivos (químicos, marítimos e rurais); bem como o revestimento de pavimentos comerciais e industriais.

Os produtos de Indústria são direcionados às indústrias do metal, madeira, plásticos, vidros, transporte e repintura de veículos de cariz industrial. Nesta segmentação estão as tintas líquidas de base solventes bem como as de base aquosa.

A CIN tem uma forte estratégia de internacionalização com 10 unidades industriais divididas por 2 continentes (Europa e África), 3 centros de Investigação & Desenvolvimento (I & D) e 14 centros de armazenamento e distribuição, conseguindo assim distribuir os seus produtos a 40 países da Europa, América, Ásia e África (Figura 16).



Figura 16 – Mapa com as localizações das diversas operações da CIN (CIN 2017)

Em Portugal existe um centro de distribuição, uma unidade produtiva que produz exclusivamente tintas em pó (CIN Indústria) e outra unidade produtiva que fabrica para todas as suas áreas de negócio.

3.2 Apresentação do estado inicial

O armazém de matérias-primas (AMP) está localizado na parte posterior das instalações da CIN, na Maia. Na Figura 17 estão identificadas as duas áreas que compõem o AMP.



Figura 17 – Zonas que compõem o AMP (Maps 2018)

A zona representada a vermelho corresponde à zona exterior e o quadrado a amarelo diz respeito à zona interior do AMP. A zona exterior encontra-se dividida em duas zonas de bloco, em que não existem estruturas. Quanto à zona interior, está dividida em cinco espaços distintos colocados em três naves que são compostos por estruturas de armazenamento. Na Tabela 6 estão demonstradas as capacidades das zonas agora descritas do AMP no presente ano.

Tabela 6 – Capacidade das estruturas do AMP

Zona	Capacidade
Exterior Bloco	Não está delimitada
Exterior Estruturas	556
Interior Estruturas	690
Interior Bloco	729

Quanto às estruturas e as zonas de bloco, existem zonas especificamente destinadas para certos tipos de matérias-primas. Por outro lado, as zonas interiores estão reservadas para matérias-primas líquidas ou com especificações de temperatura e a matérias-primas em pó. A zona exterior destina-se a matérias-primas líquidas estando dividida em duas zonas (materiais inflamáveis e materiais inócuos).

O armazém de matérias-primas é responsável pelas receções das matérias-primas enviadas pelos fornecedores e este transporte por norma é feito através de camiões.

3.2.1 Descrição dos processos do AMP

Os fluxos do armazém são seis: a receção, a arrumação, o *picking*, as separações e as entregas e por fim as pesagens (necessário apenas em algumas ordens de fabrico).

- **A receção** inicia-se quando chega um camião à portaria da CIN, o encarregado do armazém é avisado via telefone que, dependendo de vários fatores (ex.: data marcada para a entrega da encomenda), autoriza ou não a descarga. A mercadoria é rececionada em paletes compostas por várias unidades inteiras que podem corresponder a sacos, *big-bags* ou caixas de cartão. O camião é descarregado recorrendo a um empilhador e as paletes são colocadas na zona de receção. Posteriormente, efetua-se à confirmação física da mercadoria, verificando a conformidade face à nota de receção.
- **A arrumação** é realizada nas posições indicadas pelas etiquetas em estantes convencionais ou em bloco, utilizando um empilhador. O método de armazenagem utilizado no AMP é baseado na procura e é o WMS que faz a gestão das posições conforme as características da paleta (ex.: peso e dimensão)

não havendo uma localização fixa para a matéria-prima. No caso de não existirem locais livres o WMS atribui a posição “*overflow*” e a palete permanece na zona de receção. Se a atribuição dos produtos for feita para a zona de bloco, o WMS não distingue os vários corredores, sendo que é o operador a determinar o local onde deve arrumar.

- **O Picking** é realizado no método *picking by order*. Deste modo, o WMS gera uma *pick list* que garante o FEFO e indica a quantidade a e a localização de onde recolher cada matéria-prima bem como a ordem de *picking*. A ordem de *picking* é importante uma vez que pretende que as matérias-primas sejam recolhidas inversamente à sua entrada na produção, evitando desse mais um passo e ordená-las após a conclusão do *picking*.
- **Expedição e entrega** têm dois tipos:
 - Fornecimento de outras unidades do grupo em que a expedição é feita com a carga do camião respetivo e a entrega das guias de remessa e de transporte;
 - Abastecimento dos armazéns fabris realizado em horários de entrega definidos (Figura 18);

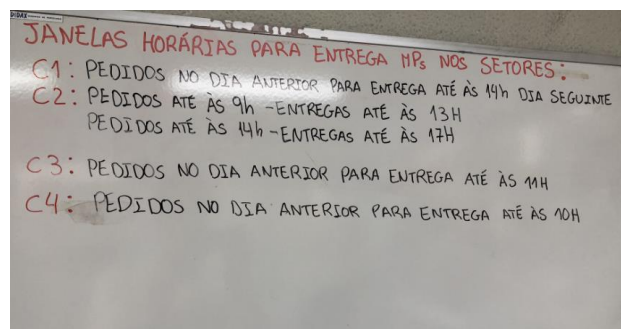


Figura 18 – Janelas horárias de entrega de matérias-primas

Ambas as operações são realizadas com um empilhador a gasóleo, transportando uma única paleta de cada vez.

- **Pesagem** é uma atividade realizada para uma ordem de fabrico que necessita de várias matérias-primas com quantidades diferentes. Em muitas situações é necessário pesar algumas matérias-primas dentro da unidade em fornecida. Por exemplo, se a ordem de fabrico necessita de 425 kg de uma matéria-prima, cuja unidade de armazenamento pesa 20 kg, será necessário fazer o *picking* de 21 sacos e pesar mais 5kg. Esta quantidade parcelar é identificada vulgarmente como maquia.

3.2.2 Armazenamento e entregas

O armazenamento das MP é feito recorrendo a armazenamento em bloco (Figura 19) ou em estantes convencionais (Figura 20). No primeiro caso é reservado para as MP de grande *stock* e para o segundo caso são MP de menor quantidades.



Figura 19 – Armazenamento em bloco



Figura 20 – Armazenamento em estantes convencionais

Na Figura 21 está representada a disposição física do armazém no início do estágio.

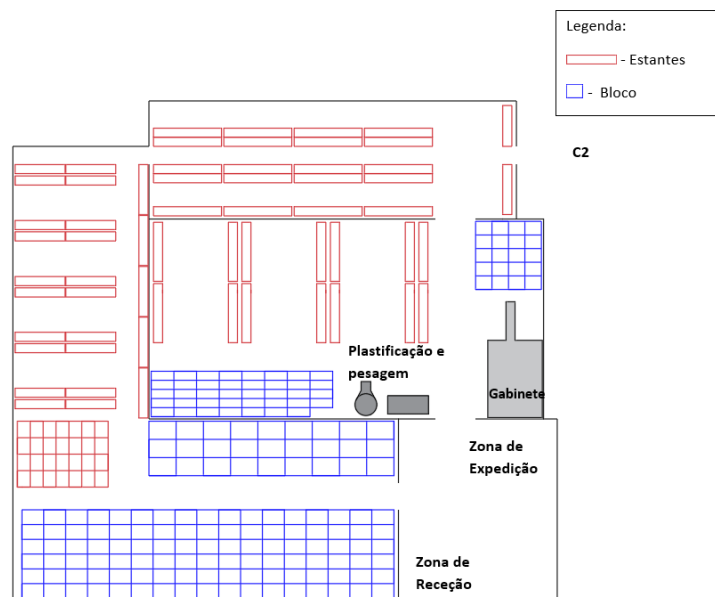


Figura 21 – Disposição atual do armazém (desenho não à escala)

No caso das estantes convencionais, a atribuição da localização onde as matérias-primas serão armazenadas é definida através do WMS sendo que este entra com as restrições como a categoria de armazenagem (ex.: tóxico, metálico, inflamável) no momento da alocação do local. O exemplo destas localizações encontra-se na Figura 22. Os primeiros três algarismos indicam a rua, os segundos três números indicam a posição e os últimos dois números a preto indicam o nível em que está a paleta. Por

fim, os dois dígitos a branco indicam o *check-digit* da localização. Este número é utilizado como confirmação no momento de arrumação e do *picking*.



Figura 22 – Exemplo da etiqueta de identificação de um produto

As entregas são realizadas através de empilhadores (Figura 23), sendo que este meio de transporte apenas pode levar uma paleta de cada vez. Na sua viagem de retorno este vem vazio, ou seja, a eficácia desta solução é mais baixa do que outras que existem no mercado.



Figura 23 – Transporte das matérias-primas com recurso a um empilhador

3.3 Gestão de Armazém de Matérias-primas

3.3.1 Análise

Nesta secção serão abordados assuntos referentes ao modelo operacional da gestão do armazém da CIN S.A.

3.3.1.1 Descrição das políticas de reaprovisionamento

As políticas de aprovisionamento iniciam-se nas compras de matérias-primas que são realizadas diretamente a fornecedores, maioritariamente sem a existência de agentes, conseguindo desse modo ter um melhor preço e um contacto direto com o criador de valor na *supply chain* (cadeia de abastecimento). No entanto, as encomendas requerem uma quantidade mínima, sendo exigível espaço de armazenagem.

O custo das matérias-primas representa 80% do custo do produto final, sendo que os restantes 20% dizem respeito à mão de obra e os custos fixos das instalações. Há matérias-primas que são adquiridas em bolsa ou por quotas que exigem um maior espaço de armazenagem, face às restrições inerentes da negociação e compra.

3.3.1.2 Descrição dos fluxos

Quando se começou a implementar a filosofia *Kaizen*, a empresa começou a implementar alterações quanto ao modo de operação. Começou-se a utilizar o sistema *pull* sendo que seria o processo de enchimento (*pacemaker*) a definir o que seria produzido tendo em conta a sua capacidade para encher. Optou-se por esta solução em detrimento de um sistema *push* em que a nave central “empurrava” o material para a zona de enchimento. Com estas alterações o modo como o AMP operava sofreu um impacto significativo. Na Tabela 7 estão descritos os diversos setores e as suas abreviaturas internas utilizadas no quotidiano.

Tabela 7 – Descrição das correspondências entre as abreviaturas internas e os setores de fabrico

Abreviatura CIN	Setor
C0	Armazém de matérias-primas
C1	Fabrico da Nave Central
C2	Fabrico de tintas aquosas (Novaqua)
C3 e C4	Fabrico de Brancos e Vernizes
C5	Fabrico de Diluentes

O AMP realiza diariamente inúmeras tarefas como a receção de matérias-primas em formato de paletes ou de graneis, verificação da qualidade dos produtos, identificação das MP, separação, entrega e expedição e também controlo de inventário.

Logo que começa o expediente há uma reunião designada por *kaizen* diário com a duração de 10 minutos em que se informa a quantidade de paletes que estão previstas nesse dia bem como, a quantidade de paletes recebidas no dia anterior e a média separação realizada por homem/hora, visível na Figura 24.

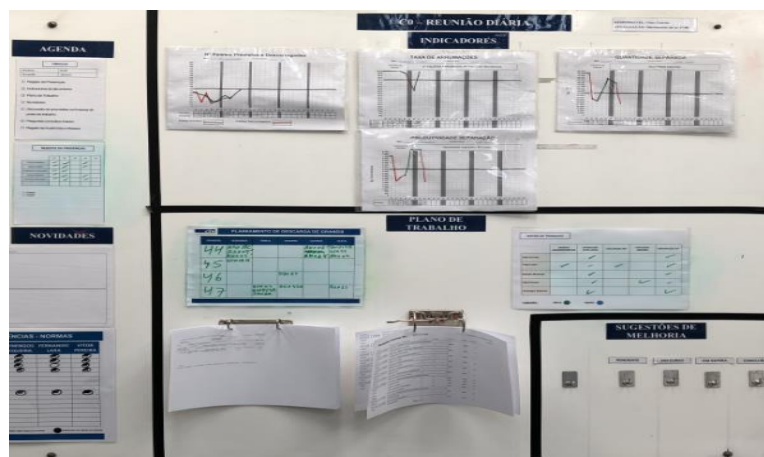


Figura 24 – Quadro com as informações referentes à reunião diária

No fim desta curta reunião, um elemento da equipa vai fazer a contagem de granéis existente (caso estejam próximos do valor mínimo o chefe do AMP fica responsável por fazer um pré-pedido de compra dessa matéria-prima). Ao mesmo tempo, outro elemento realiza um mini inventário (gerado todos os dias de modo aleatório) às matérias-primas sólidas bem como, o controlo do número total de paletes existentes nas várias naves de produção.

Quando existem entregas a granel para descarregar, um elemento irá ser alocado para essa descarga enquanto os restantes realizam as separações previstas para o dia. Na descarga de granéis, o camião-cisterna apresenta-se na secretaria da CIN. De seguida, realiza-se o contacto entre a secretaria e o AMP, após este contacto, se for possível realizar a descarga no momento é dada a ordem para o mesmo entrar e se dirigir à zona de descarga, caso contrário fica em espera de que seja possível entrar. No momento em que a o AMP permite a entrada do camião, o responsável do AMP imprime a nota de receção do produto e imediatamente após a impressão faz ma comparação da sua nota de receção com a guia do fornecedor. Após esta verificação o camião é pesado na báscula e regista-se o seu peso de chegada. É então recolhida uma amostra para controlo no laboratório sendo que se aguarda até que o laboratório indique que a amostra esteja boa para se proceder à descarga do produto. No caso de a amostra não corresponder à qualidade que deveria ter a descarga é rejeitada. Após a descarga, o camião é novamente pesado na báscula e é impresso o seu talão de pesagem, controlando-se a quantidade de produto que foi descarregada. Como última etapa, dá-se a entrada da matéria-prima no ERP.

No que toca a receções de matérias-primas, esta é dividida em descarga de paletes e descarga de granéis, sendo os procedimentos de cada uma das descargas diferentes. A receção de matérias-primas em paletes consiste na junção de duas etapas que são realizadas separadamente. Numa primeira fase, são descarregadas as paletes dos camiões na zona exterior do armazém como indicado na Tabela 8.

Tabela 8 – Sequência das atividades realizadas no momento de receção das matérias-primas

Sequência	Atividade realizada
1	O camião chega à CIN
2	A portaria contacta o responsável do AMP e indica o número da encomenda das matérias-primas existentes no camião
3	Introdução do número de encomenda referido na etapa anterior no ASW, de modo a imprimir a nota de receção
4	C0 permite a entrada do camião, se entrega prevista
5	Após o camião estar estacionado na zona exterior do AMP, o condutor desloca-se ao gabinete onde entrega as guias do fornecedor para estas

	serem comparadas com a nota de receção.
6	Após se verificar que todos os dados correspondem, procede-se à descarga do conteúdo para a zona exterior do armazém
7	Validação da receção no ERP que faz interface com o WMS confirmando a receção
8	Por último, imprime-se as etiquetas referentes à identificação que incluem o nome interno do produto e a respetiva localização dentro do armazém através do WMS e são coladas nas paletes.

Nalguns casos é necessário retirar uma amostra para se fazer o controlo de qualidade no laboratório. Esta informação é recebida no momento em que é dada a entrada dos produtos, sendo o relatório de inspeção automaticamente impresso, caso seja necessário. Para a maioria dos produtos em que é necessário retirar amostras há uma folha com pequenas indicações como cor, espessura entre outros fatores. Deste modo, o funcionário que retira a amostra consegue fazer uma análise preliminar. Nesta tarefa é ainda necessário colocar um autocolante cor-de-laranja com a inscrição “amostra” na etiqueta com o nome interno do produto (Figura 25).



Figura 25 – Etiqueta de identificação do produto com autocolante para retirar amostra

A segunda etapa da receção das matérias-primas diz respeito à identificação das mesmas e à recolha de uma amostra (caso esta seja necessária) recorrendo a ferramentas adequadas para a arrumação das respetivas matérias-primas nos devidos locais.

As separações, salvo raras exceções, são realizadas após a impressão dos pedidos realizados até ao fim do dia anterior para C2, C3, C4 e C5. Para C1 faz-se a separação com um dia de antecedência. Para além destas separações, existem separações necessárias realizar para as restantes fábricas do grupo, estando estas ou não em solo nacional.

O método de *picking* utilizado é o *picking by order*. Deste modo, o WMS gera a *pick list* garantido o FEFO, indicando a quantidade a recolher de cada matéria-prima e a sua respetiva localização bem como a ordem a seguir no *picking*. A ordem de *picking* tem

de ser o inverso à entrada na produção, não sendo necessário ordená-las após o *picking*.

A quantidade que as naves encomendam de matéria-prima pode ser em forma de palete inteira e/ou em forma de unidades inteiras. Quando há pedidos sob a forma de unidades inteiras o WMS dá prioridade a paletes que já tenham sido manipuladas previamente.

Por último, as paletes são plastificadas de modo a proteger e facilitar a carga durante o transporte a carga e colocadas na zona de expedição.

Entre as 10h30 e as 11h e novamente às 15h e às 15h30 é realizada a volta das amostras por parte de um elemento do AMP. Nesta operação, a pessoa responsável para a sua execução leva as amostras retiradas em C0 e em todas as naves de fabrico até ao laboratório para serem analisadas, no retorno da viagem traz os resultados das análises entregues na viagem anterior. A entrega de matérias nas várias naves tem horários definidos (Figura 26).

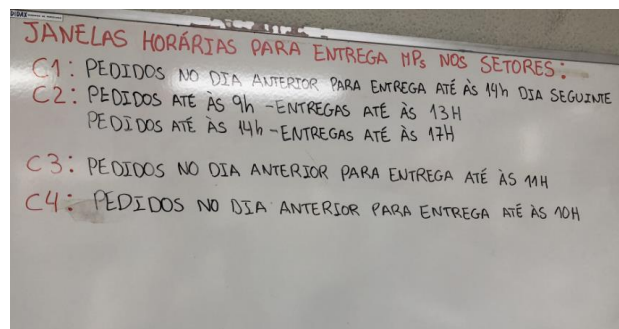


Figura 26 – Janelas horárias de entrega de matérias-primas

3.3.1.3 Controlo de Inventário

O controlo de inventário é efetuado recorrendo ao WMS, que rastreia todas as transações efetuadas no armazém. Este programa tem uma interface com o ERP. Para além disso, este mesmo programa é responsável pela atribuição das localizações de arrumação e sugere rotas de separação em função de regras e algoritmos armazenados no sistema.

3.3.1.4 Gestão das Entregas

De modo a evitar o congestionamento de veículos e a limitar os tempos de espera, existe um sistema de agendamento de entregas em que o dia da entrega é fixado e indicado pelo Gestor de Compras, com base na Janela de Entregas de Fornecedores. Poderão ser aceites exceções fora desta Janela de Entregas, excepcionalmente, desde que previamente acordado. O pedido enviado pelo Departamento de Compras indica:

- A (s) ordem (s) de compra a entregar pelo Fornecedor;
- O número de paletes/unidades/Kg a entregar por referência;
- A data de entrega.

As entregas deverão ser programadas para o seguinte horário:

- De 2ª a 5ªfeira das 8h10 às 15h00;
- Sexta-feira: entre as 8h10 e as 12h00

Dentro deste horário, o AMP tem em funcionamento o número de cais e equipas de receção necessários para assegurar as entregas dos Fornecedores. Existe também um limite máximo de 100 PL/dia acordado entre o departamento de compras e o departamento de operações.

3.3.1.5 *Resumo dos problemas identificados na gestão do Armazém de Matérias-primas*

Os principais problemas do AMP são morosidade nas cargas/descargas uma vez que não existe cais de descarga. Para além disso, no AMP também existe falta de locais de armazenamento e ao serem localizados em bloco podem danificar as matérias-primas. Há também várias movimentações realizadas no momento do *picking* por causa dos locais não estarem definidos com base na rotação do produto e por não haver uma padronização nas funções, sendo que atualmente todos fazem tudo, e o processo de *picking* ainda é bastante manual.

Para além destes problemas as entregas são lentas e ineficientes uma vez que são realizadas recorrendo a empilhadores, necessitando assim de várias viagens e regressando sempre em vazio. Por fim, o WMS é bastante antigo e complicado nas configurações sendo assim complexo para o utilizador.

3.4 *Visão*

Com vista a atingir os objetivos desenhados no início do projeto de estágio foi construída um modelo conceptual ou visão do estado futuro do funcionamento do modelo de armazenamento da CIN. A visão futura representada na Figura 27 aponta para um armazém com cais de carga/descarga e um *layout* que recorrendo a um sistema capaz de armazenar uma maior quantidade de produtos. Estes itens serão armazenados em melhores condições e será realizada uma nova distribuição das matérias-primas pelas estantes convencionais de modo a reduzir as movimentações. Por último está prevista a construção de uma zona de preparação com vista a diminuir esforços por parte dos operadores no momento do *picking*.

A última etapa deste projeto consiste na implementação de um trem logístico *Mizusumashi*, com o objetivo de se criar um fluxo regular de entregas das matérias-primas às naves de fabrico.

Face às necessidades existentes de aumentar e melhorar o nível de serviço do AMP foi necessário verificar que oportunidades de melhoria existiam. Foram identificadas as seguintes necessidades de melhoria:

- Implementação de um cais de carga e descarga;
- Novo método de armazenamento de produtos de alta rotação e dimensão até 1,2x1,2x1,2 m e 1200 kg por PL em detrimento de armazenamento em bloco;
- Novo *layout* para maior otimização do espaço;
- Criação de uma zona de preparação e separação das matérias-primas de modo a libertar os armazéns existentes nas naves de fabrico;
- Implementação de novas práticas no funcionamento do armazém;

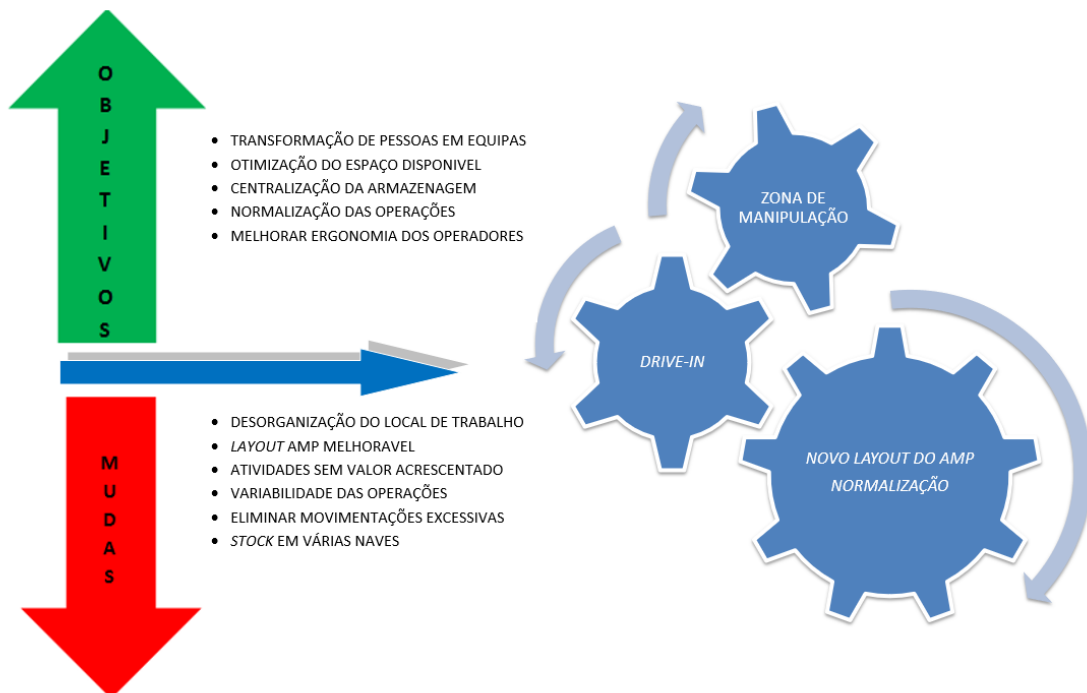


Figura 27 – Representação das alterações esperadas para o projeto do armazém

3.5 Projeto de melhoria

O projeto de melhoria, iniciou-se com a seleção de um novo método de armazenamento, seguido da alocação das matérias-primas aos locais respetivos de acordo com o método selecionado. Posteriormente, foi estabelecido o plano de alocação das matérias-primas a permanecer na zona de pesagem; e por último, o dimensionamento do sistema de armazenamento convencional no interior do AMP (Figura 28).

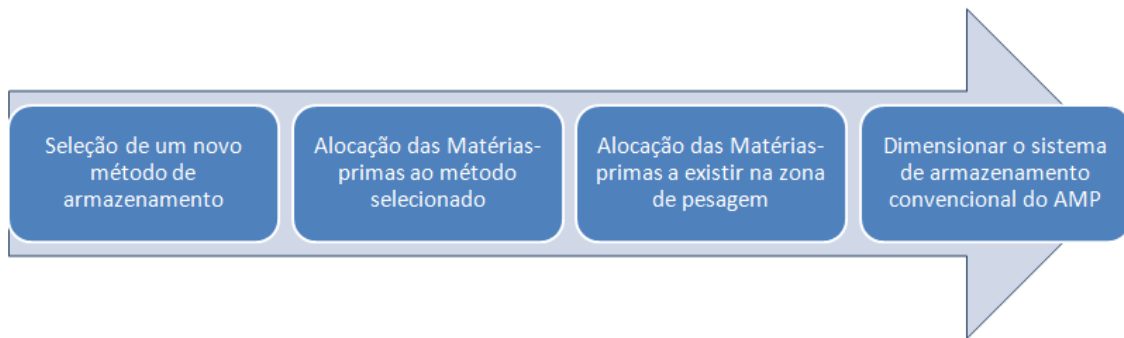


Figura 28 – Fases do projeto de melhoria

3.5.1 Seleção de um novo método de armazenamento

De acordo com os especialistas, para produtos de alta rotação e com certas restrições (a nível de peso e altura e o serem fornecidos em paletes de madeira) os melhores sistemas para implementar são os sistemas *Drive-In* e *Drive-Through*. Estes são compostos por colunas metálicas verticais com trilhos para suportar as cargas, podendo armazenar em vários andares com os empilhadores a circular no interior da estrutura de modo a colocar as cargas.

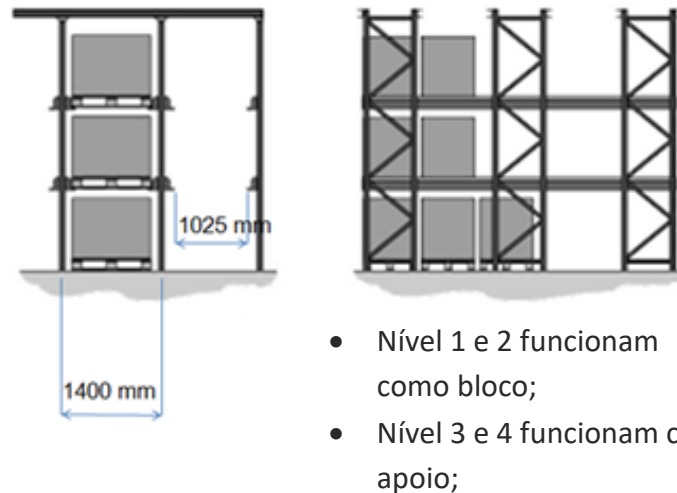
As principais diferenças dos dois sistemas é que o *Drive-In* apenas permite o acesso por um dos lados enquanto o sistema *Drive-Through* permite o acesso por ambos os lados.

Atendendo ao novo *layout* definido para o armazém de matérias-primas e às restrições de espaço, o método selecionado foi o *Drive-In*.

Ao todo existirão 4 *Drive-In* para rentabilizar o espaço existente.

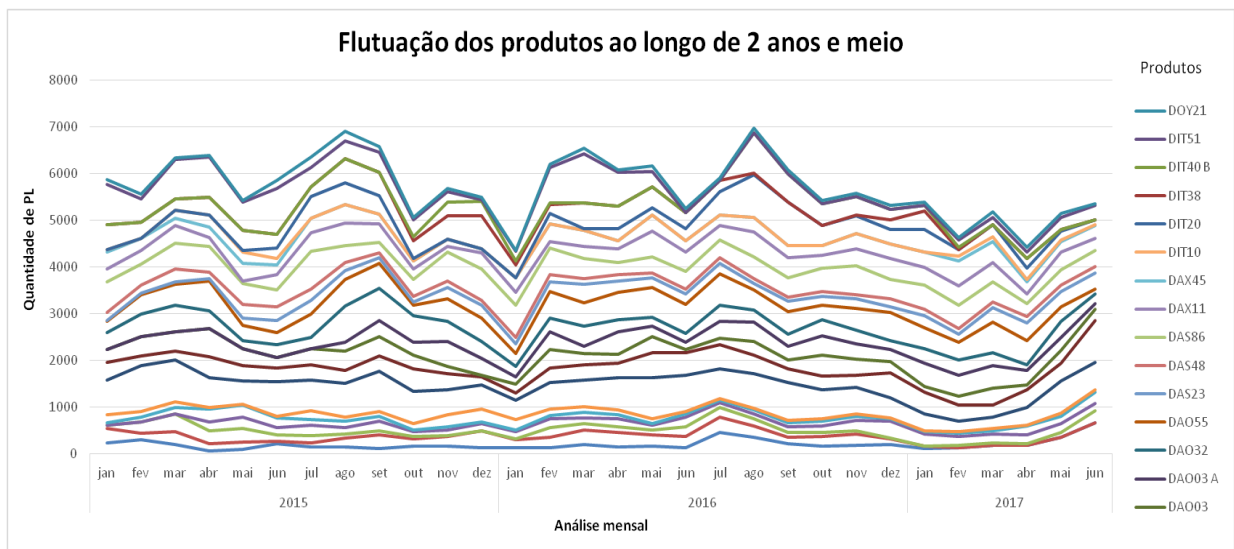
O primeiro será num local isolado de todas as matérias-primas de modo a ser de uso exclusivo para os produtos pigmentos metálicos específicos uma vez que estes têm de se encontrar hermeticamente fechado num local seco e com temperaturas entre 5 a 30 °C. Este terá 4 níveis e capacidade para 85 PL.

Os restantes terão também 4 níveis (Figura 29) e capacidades de 12, 16 e 20 paletes por *Drive-In* a que corresponde 108, 256 e 340 paletes no total dos *Drive-In* disponíveis.

Figura 29 – Funcionamento dos *Drive-In*

3.5.2 Alocação das matérias-primas ao *Drive In*

As matérias-primas a alocar aos *Drive-In* foram obtidas através de uma análise de consumos dos produtos de maior rotação que existiram em *stock* entre janeiro de 2015 e junho de 2017 (Figura 30) e que se enquadravam com as restrições do equipamento.

Figura 30 – Flutuação do *stock* entre janeiro de 2015 e junho 2017

Após verificar-se os produtos que mais vezes e em maior quantidade se encontravam em *stock* passou-se para a atribuição aos *Drive-In* disponíveis. Foi efetuada uma análise numérica para apoiar a decisão da alocação.

Tabela 9 – Configuração dos Drive-In

Produto	BWC48	BWC57 A	BWC67	BWD55	BWD71	BWO56	DA116	DAC35	DAO03	DAO03 A	DAO32	DAO55	DAS23	DAS48	DAS86	DAX11	DAX45	DIT10	DIT20	DIT38	DIT40 B	DIT51	DOY21
dias	624	517	571	548	618	595	644	640	618	462	644	641	632	644	632	644	641	194	465	497	311	413	637
N < 12 (D1)	463	338	454	440	565	534	30	144	268	96	230	127	372	582	79	184	276	141	218	179	187	81	636
N < 16 (D2)	548	452	547	526	609	595	60	282	368	243	346	200	551	643	156	359	407	190	265	233	208	115	637
N < 20 (D3)	577	505	556	548	618	595	121	418	480	270	473	284	620	643	263	487	527	194	307	305	231	163	637
N ^o > 20	47	12	15	0	0	0	523	222	138	192	171	357	12	1	369	157	114	0	158	192	80	250	0
N ^o > 24 (2x01)	35	0	6	0	0	0	439	121	37	84	97	259	8	0	282	75	26	0	80	168	49	203	0
N ^o > 28 (D1+D2)	25	0	0	0	0	0	354	41	15	45	65	188	0	0	185	5	16	0	62	97	21	174	0
N ^o > 32 (2xD2)=(D3+D1)	14	0	0	0	0	0	266	33	5	6	33	119	0	0	109	0	0	0	48	38	18	134	0
N ^o > 36 (D2+D3)	8	0	0	0	0	0	156	20	0	0	18	52	0	0	27	0	0	0	41	26	17	105	0
N ^o > 40 (2xD3)	4	0	0	0	0	0	73	16	0	0	2	16	0	0	16	0	0	0	35	6	15	80	0
N > 52 (2xD3+D1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0
N > 56 (2xD3+D2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
N > 60 (3xD3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
N > 72 (3xD3+D1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cobertura de ocorrencias (%)	96,0	97,7	97,4	96,0	98,5	100,0	100,0	96,9	97,6	90,3	97,2	97,5	98,1	99,8	100,0	99,2	97,5	97,9	100,0	92,4	95,2	99,3	99,8

Através de uma análise do *stock* ao longo de 2,5 anos verificou-se que das 23 MP selecionadas para o *Drive-In* presente na Tabela 9 com a configuração desenhada prevê-se que esta, na pior das hipóteses, ocupado no mínimo em 90% do tempo total.

Este valor da taxa de ocupação foi calculado para o número de dias em que cada produto tinha o seu valor mais elevado de *stock* dividido pelo total de dias do período em análise. A Tabela 9 encontra-se em Anexo 1 para uma melhor visualização.

Para um maior aproveitamento dos *Drive-In* que existem disponíveis foi utilizada a combinação de mais que um *Drive-In* para as matérias-primas de maior quantidade. O resultado apresentado abaixo foi o melhor de 4 cenários idealizados, sendo também o único em que era possível a implementação face às dimensões dos *Drive-In* disponíveis.

O resultado obtido foi o seguinte:

- *Drive-In* 10 – DOY 21;
- *Drive-In* 20 – BDW 55; BWD 71; DWO 56; DAS 48 e DIT 10;
- *Drive-In* 30 – BWC 57 A; BWC 67; DAS 23;
- *Drive-In* 10+20 – BWC 48; DAO 03 A; DAX 11; DAX 45;
- *Drive-In* 2x20 – DAC 35;
- *Drive-In* 20+30 – DAO 32; DAS 86; DIT 38;
- *Drive-In* 2x30 – DIT 38; DAO 55; DIT 40 B;
- *Drive-In* 2x30+10 – DA 116; DIT 20;
- *Drive-In* 3x30 – DIT 51.

Tabela 10 – Legenda dos *Drive-In*

<i>Drive-In</i>	Capacidade
10	12
20	16
30	20
10+20	12+16
2x20	16+16
20+30	16+20
2x30+10	20+20+12
3x30	20+20+20

3.5.3 Alocação das matérias-primas à zona de pesagem

A nave de pesagem foi planeada para separar no armazém central as MPs para cada fabrico na quantidade desejada em detrimento da solução atual em que enviam em sacos ou em PL completas. Assim sendo, pretendeu-se atingir principalmente dois objetivos, obter-se mais espaço nas naves de fabrico para estas poderem ser aumentadas e assim melhorar a produtividade, e centralizar a localização dos materiais. O conceito presente no novo armazém é:

1. Localizações fixas com reposições frequentes;
2. MPs classificadas em termos de frequência A, B, C;
3. Garantir o acesso a todas as MPs do tipo A;
4. Definir zona de materiais a sequenciar (JJ);
5. Definir zona de retorno de materiais;

Com a centralização pretende-se que tudo que é material e preparação de produtos no AMP permita as seguintes funções por parte do operador logístico:

1. Separar unidades inteiras e paletes inteiras;
2. Repor *stock* de supermercado do armazém de pesagem;
3. Arrumar maquinas e produtos com retorno;
4. Separar para o JJ maquinas de produtos B e C;
5. Trabalhar com o empilhador e porta-paletes;
6. Construir Kit a enviar para a zona de expedição;

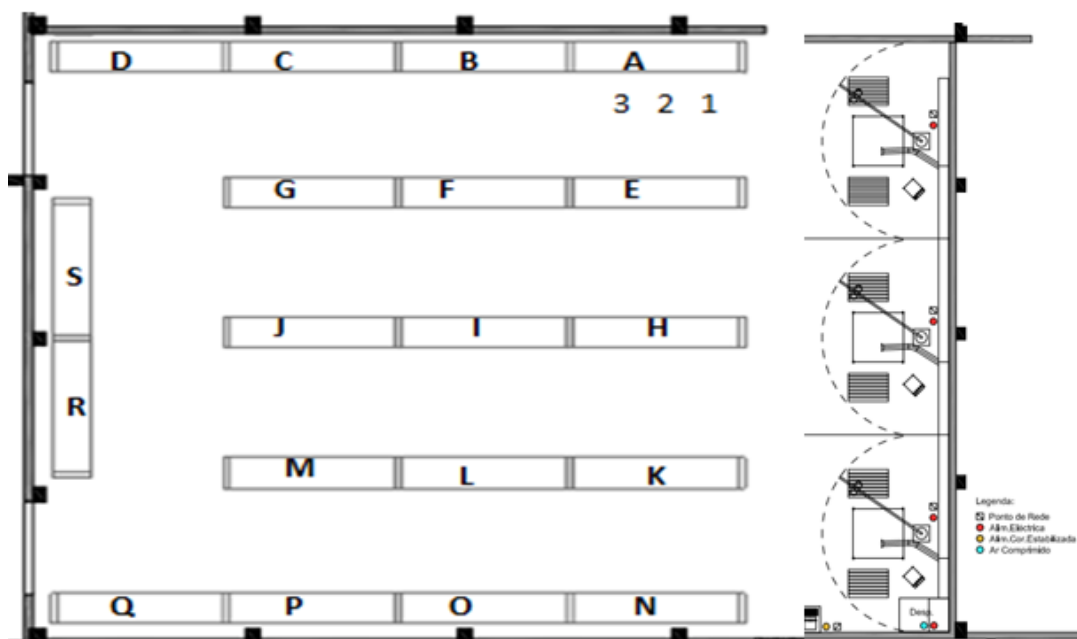


Figura 31 – Layout da zona de pesagem

Na Figura 31 pode-se ver o *layout* da zona de pesagem em se consegue observar a disposição e as três células de pesagem, com uma balança de solo (1500 Kg) e onde serão manobradas as matérias-primas recorrendo a um manipulador de sacos ao centro com sistema de exaustão. À esquerda ficará a zona para a paleta a preparar e à direita o *stock* com paletes vazias. Para além disto existirá uma balança móvel que pesará capacidades até 60 Kg.

Com o *layout* assim definido é possível garantir que um porta-paletes elevatório opera nas estantes centrais, visto serem corredores mais estreitos e nos corredores dos extremos podem manobrar empilhadores.

No modelo apresentado existem 19 estantes convencionais com 4 níveis e 3 alvéolos cada. Existe um total de 228 localizações disponíveis para 250 produtos.

Foram consideradas as seguintes restrições adicionais:

- Necessidade de 18 localizações para o JJ (que serão as estantes A, B, C pela sua proximidade à zona de operação);
- Necessidade de 6 localizações para as maquinas prontas (será a estante N devido à proximidade desta à zona onde é realizada a separação);
- Necessidade de 12 localizações para o retorno (em que foram alocadas as estantes R e S).

Com o *layout* definido (ver Figura 31) é possível garantir que com recurso a um porta-paletes elevatório é possível aceder a todas as localizações até ao 2º nível bem como a localizações de dupla paleta e duplo saco. Deste modo, pretende-se obter maior facilidade de movimentação por ocasião da reposição de *stock*. Também se garante que as localizações definidas para os produtos de elevada rotação nunca se encontrem vazias.

Para o 1º e 2º nível serão colocadas as matérias-primas (quer a nível de paleta completa, quer saco quer maquia) com base na classificação ABC (sendo A maior rotação), isolar as matérias-primas de cor (preferencialmente na 1ª ou 3ª de cada estante) uma vez que estas facilmente poderão contaminar as restantes matérias-primas.

Para o 3º nível pretende-se também colocar sacos e/ou paletes de classe B nas posições que fiquem vazias.

Sem acesso através de porta-paletes o 4º nível está reservado para matérias-primas de classe B e C (ou seja, de baixa rotação) e da 3ª e 4ª paleta para matérias-primas de elevada rotação.

Perante as condições indicadas, foi realizada uma análise de *Pareto* relativa à relevância de cada produto e à quantidade necessária do respetivo consumo histórico. A proposta de distribuição física dos produtos pelas estantes do AMP é apresentada na Tabela 11. Nesta proposta é possível verificar que os produtos com cores de acordo com a legenda, são colocados nas posições dos extremos das estantes de modo a não contaminar outros produtos sem pigmentos de cor.

Tabela 11 – Distribuição das Matérias-Primas pelas estantes convencionais

Estante	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	legenda das cores
A	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	VAZIO
B	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	ESTRATEGICOS
C	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	Ocupado
D	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	AMARELO
E	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	AZUL
F	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	CASTANHO
G	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	PRETO
H	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	VERDE
I	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	VERMELHO
J	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	MAGENTA
K	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	VIOLETA
L	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	LARANJA
M	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	JJ
N	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	RETORNO
O	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	MAQ. PRONTAS
P	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	
Q	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	
R	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	
S	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	

Legenda: O 1º número indica o nível; O 2º número indica a posição no nível

3.5.4 Dimensionamento das estantes

Com a implementação do novo *layout*, o posicionamento do armazém mudou (Anexo 1), e deste modo foi necessário fazer um novo dimensionamento das estantes convencionais do interior.

Para se conseguir ter um número padrão nas alturas das vigas horizontais das estantes de modo a garantir um bom equilíbrio da estrutura, fez-se o dimensionamento de modo a que cada corredor tenha apenas uma dimensão para cada nível. Para isso foi necessário primeiramente fazer medições a 85 produtos diferentes candidatos a estantes convencionais e verificar se havia alguma alteração face à altura em sistema.

Para além da dimensão que a paleta completa tivesse somou-se mais 0,1 metros a cada uma como coeficiente de segurança para ser mais fácil manobrar em cada localização.

Dos produtos candidatos às estantes convencionais, encontravam-se em *stock* no momento desta análise 71% deles sendo que o dimensionamento foi realizado com base nos produtos existentes.

O número mínimo de localizações (caso cada estante apenas tivesse um nível) seria de 149, no entanto para os produtos que foram analisados, perante o *stock* existente seriam necessárias 265 localizações de armazenagem. Após o dimensionamento das estantes (em que foi considerada a época em que o *stock* de cada produto analisado era superior, quer fosse esta fosse na época baixa ou na época alta) obteve-se um total de 519 localizações disponíveis.

Através das medições realizadas foram selecionadas as dimensões de 0,8; 1,3; 1,5; 1,8 e 2,2 metros para o dimensionamento das estantes convencionais.

Na Tabela 12 apresentam-se a taxa de uso e a taxa de ocupação de cada uma destas dimensões.

Tabela 12 – Taxa de uso e taxa de ocupação em função das alturas das vigas nas estantes

Dimensões usadas	0,80	1,30	1,50	1,60	1,80	2,20	Total
Percentagem de Uso	12%	15%	39%	9%	11%	14%	100%
Percentagem de Ocupação	4%	18%	47%	8%	7%	17%	100%

Tabela 13 – Somatório das localizações obtidas para cada dimensão

Soma (locais)	10	47	125	20	18	45	265
---------------	----	----	-----	----	----	----	-----

- A percentagem da Taxa de Uso foi calculada através do número de ocorrências de cada dimensão face ao total de produtos (Tabela 12 e Tabela 13);
- A percentagem da Taxa de Ocupação foi calculada através da divisão do número de espaços necessários para cada dimensão pelo seu *stock* máximo (Tabela 12 e Tabela 13).

Na Figura 32 consegue-se ver as localizações disponíveis face ao novo *layout*. A altura máxima para todos os níveis de uma estante será sensivelmente 5,6-5,8 metros de acordo com o esquema atual. O máximo de níveis será de 4 por estante.

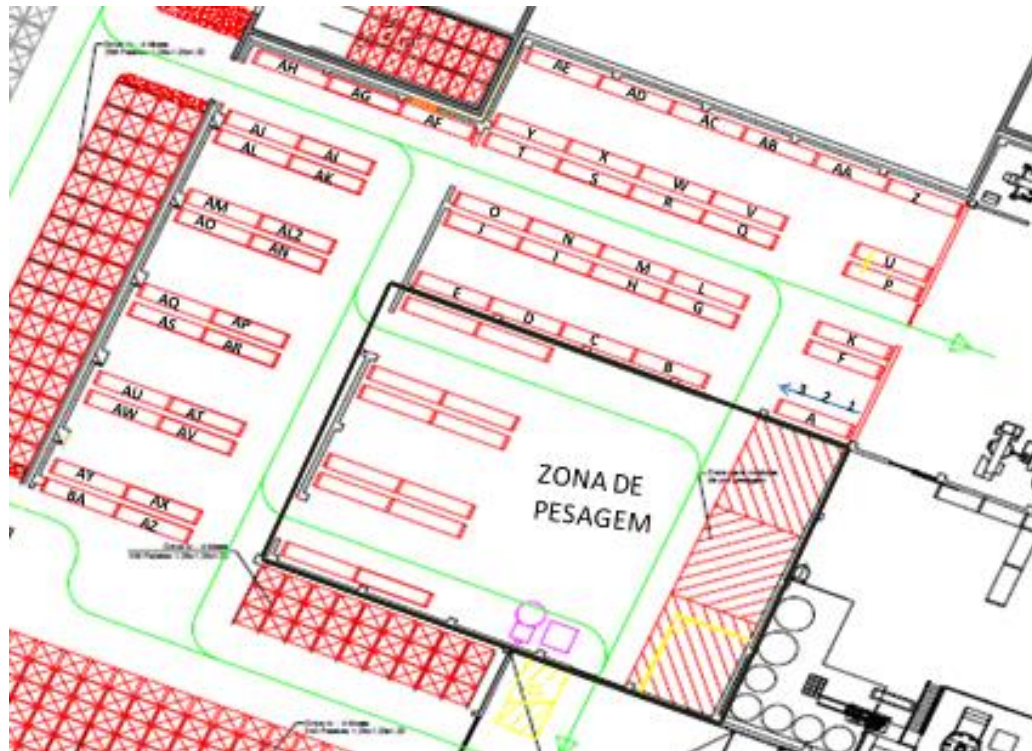


Figura 32 – Localizações das estantes convencionais no novo layout

Face às quantidades de localizações necessária para os produtos que foram medidos, foi possível não só satisfazer as mesmas como também criar mais localizações para mais produtos podendo estas ser consultadas no Anexo 2.

Tabela 14 – Localizações obtidas com o novo layout face as necessidades existentes

H	Locais	Total de locais (3 por nível)	Necessidade face aos produtos disponíveis	Taxa de ocupação
0,8	40	120	10	8%
1,3	32	96	47	49%
1,5	90	270	125	46%
1,6	16	48	20	42%
1,8	14	42	18	43%
2,2	24	72	45	63%

A altura de cada viga é de 0,16 metros (medida verificada nas vigas existentes atualmente) e foram obtidas 13 alturas de vigas distintas (Anexo 3).

Para além do fator altura tem de se ter em conta que cada alvéolo só pode ter no máximo 2400Kg e por cada estante há um peso máximo de 12000Kg. Assim sendo, os produtos mais pesados devem ficar no primeiro nível, uma vez que estarão sob o chão.

Foi criada uma zona de uso exclusivo para produtos de atmosfera controlada (com 1,5 metros de altura) e com 3 níveis, posto isto, foram atribuídas às estantes U e P uma vez que fica numa “ilha” sem contacto com as restantes MP.

3.5.5 Resultados

Até ao fim do estágio foi concluída a implementação dos *Drive-In*, sendo que o restante projeto ainda está em fase de construção.

É possível verificar uma melhoria no número de locais de arrumação e da maior qualidade de arrumação, diminuindo a probabilidade de danificar paletes e ou sacos no momento da arrumação e da separação. Obteve-se uma maior centralização permitindo desse modo que as matérias-primas de maior rotação estejam no mesmo local, indo ao encontro do método de armazenagem baseado na procura e assim diminuir o número de movimentações dos operadores e dos equipamentos no momento das arrumações (Figura 33, Figura 34 e Figura 35). Foi criada ainda uma norma para a utilização dos *Drive-In* bem como a realização de um *Workshop* para a sensibilização dos operadores para o método para a utilização dos mesmos (Anexo 4).



Figura 33 – Antiga zona de bloco vs. *Drive-In* em fase de implementação

Por último, estes novos locais de armazenamento foram confirmados no WMS de forma a garantir o controlo das matérias-primas, indo ao encontro do objetivo de diminuição de movimentações e melhoria das rotas do *picking*.



Figura 34 – Nova zona do armazém com o *Drive-In* de capacidade intermédia operacional



Figura 35 – Zona exclusiva de *Drive-In* para produtos específicos

3.6 Modelo de Logística Interna

De seguida é apresentado o estudo realizado na definição do novo modelo de logístico interna.

3.6.1 Descrição do modelo atual

A logística interna atualmente é assegurada através de empilhadores. Sendo que as operações de *picking* e de carga e descarga de camiões são realizadas através de um empilhador elétrico, e as entregas das separações às naves de fabrico são realizadas recorrendo a dois empilhadores a gasóleo. Nas naves de fabrico, as operações são realizadas através empilhadores para a zona de fabrico e de porta-paletes elétricos para o produto acabado para o cais no caso da nave central (C1, C3 e C4) enquanto para a Novaqua (C2) estas operações são realizadas maioritariamente recorrendo a empilhadores elétricos.

3.6.2 Análise do modelo atual

Durante uma semana foi realizada uma análise às distâncias percorridas diariamente nas entregas a cada setor bem como o valor médio de paletes transacionadas para cada nave fabril como é possível ver na Tabela 15.

Tabela 15 – Análise a uma semana de trabalho do AMP

	C1	C2	C3 e C4	C5	I&D	∑ PL	∑ Km	
Km	Tempo	2 min	35-40s	3 min:20	1min:30	5min:30		
	Distância (C0)	0,2	0,06	0,4	0,13	0,9		
	Dia							
Nº Viagens	02-fev	39	15	14	0	2	70	32,20
	05-fev	20	13	44	0	0	77	44,76
	06-fev	36	12	14	6	1	69	30,40
	07-fev	48	14	5	0	3	70	30,28
	08-fev	20	18	24	1	2	65	33,22
	09-fev	28	16	21	1	2	68	33,78
	Total	191	88	122	8	10	419	204,64
	Média						71,00	34,11
Peso por setor	46%	21%	29%	2%	2%			
média PL dia	32	15	21	2	2			

É possível verificar que os setores com maior peso são o C1, C2, C3 e C4 em que o local de entrega do C3 e C4 é o mesmo. A média de paletes diárias entregues às naves fabris na semana de análise foi de 71 e a sua distância média diária foi de 34,11 km, com valor máximo na semana de 44,76 km e mínimo de 30,28.

As entregas atualmente, como referido no tópico anterior são realizadas através de dois empilhadores, e estes a realizar uma média de 34,11 km diários é um desperdício quer a nível de recursos, de tempo e de combustível uma vez que cada empilhador pode apenas entregar uma paleta de cada vez com o seu regresso em vazio. No ano de 2017 foi realizada outra análise (Anexo 5) só dos setores C1, C3 e C4 e é possível verificar um aumento cerca 11% nas viagens em 2018.

3.6.3 Visão

A nova visão da CIN S.A. (Figura 36), para melhorar os desperdícios existentes nas entregas de matérias-primas passa pela implementação de um comboio logístico que consiga reduzir os tempos de entrega, diminuir os custos de operação e consiga realocar recursos para outras funções.

Com a utilização de um único comboio logístico apenas seria necessário um elemento para operar o comboio, conseguindo assim obter-se um modelo mais eficiente e com maior capacidade a nível operacional.

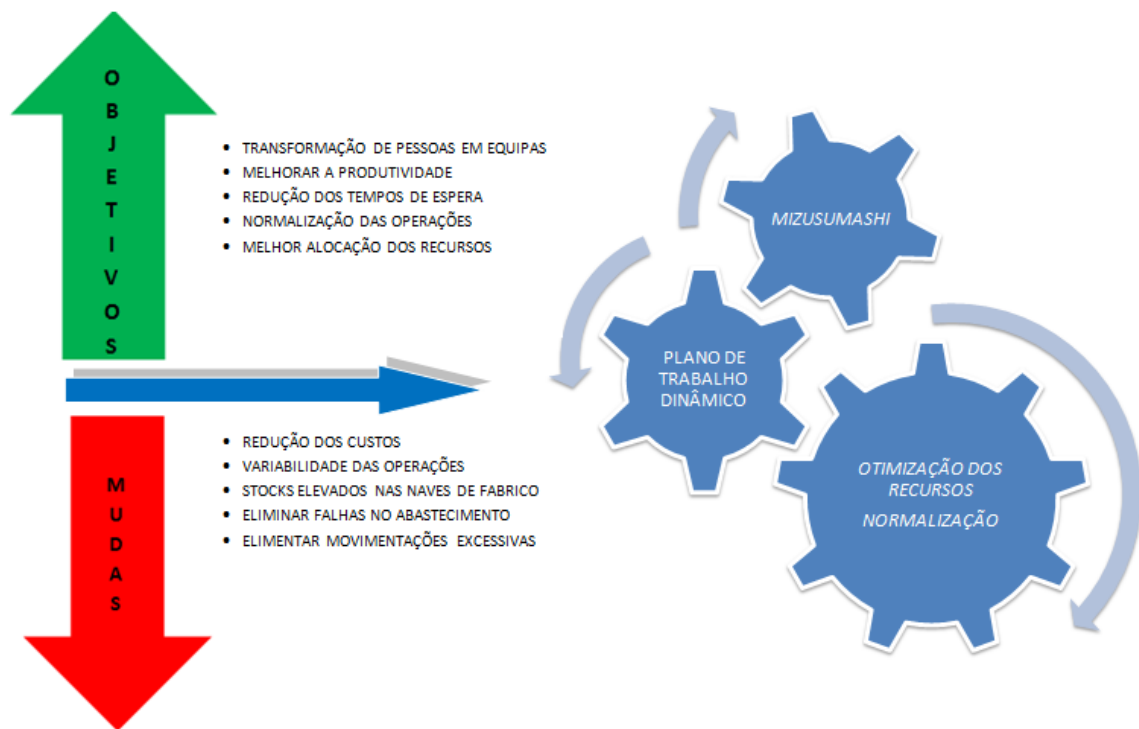


Figura 36 – Representação das alterações esperadas para o projeto do *Mizusumashi*

3.6.4 Projeto

De seguida é apresentado o projeto do modelo proposto para o comboio logístico interno.

3.6.4.1 Especificações do projeto do comboio logístico

Nesta primeira fase seguem-se as especificações que o *Mizusumashi* terá de ter para ser possível a sua implementação na CIN S.A.

1- Peso:

- Peso máximo por palete: 1600 kg
- Peso médio por palete: 643 kg
- Peso mínimo: 15 kg
- Distribuição do n.º de paletes transportadas em função do peso:

<= 200 Kg	22 %
>200 Kg e <= 600 Kg	28 %
>600 Kg e <=850 Kg	10 %
>850 Kg e <=1000 Kg	28 %
> 1000 Kg	10 %

2- Pontos de paragem:

Tabela 16 – Distâncias entre as principais naves de fabrico

Paragem	Distância (metros)	Distância Acumulada
0	-	-
C2	55	55
C5	25	80
C1	130	210
C3/ C4	210	420
0	420	810

3- N.º paletes a transportar para as Naves:

- Média: 42 paletes
- Máximo: 60 paletes
- Mínimo: 30 paletes

4- Dimensão paleta

- Maior: 1400 mm x 1100 mm
- Altura máxima: 1250 mm
- Americana 1130 x 1130
- Euro 1200 x 800
- Outras: 1200x1200

5- Tipo de carga

- Sólidos
- Líquidos (mais instáveis no transporte)

6- Declive num dos trechos do trajeto

3.6.4.2 Avaliação de Soluções de Mizusumashi.

Primeiramente apresentam-se os passos que se devem seguir na implementação de um *Mizusumashi* (Figura 37).

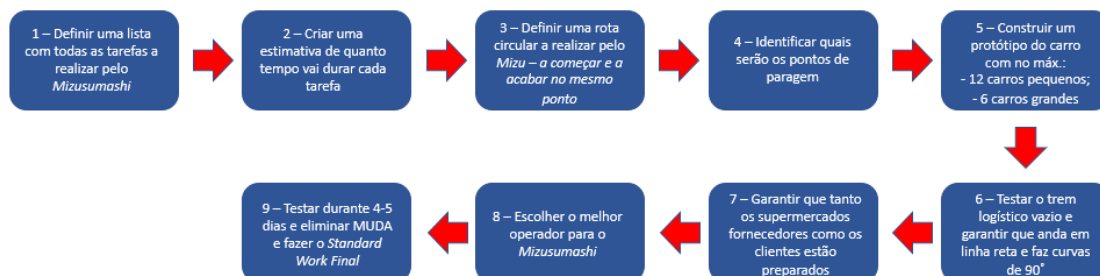


Figura 37 – Descrição dos passos necessários para implementar um Mizusumashi (Kaizen 2018)

O principal objetivo do *Mizusumashi* é ser capaz de entregar as Matérias-Primas às naves de fabrico de maior consumo, Estação 3, Estação 4 e Estação 5 e após esse objetivo ser atingido começar então a melhoria do mesmo, procurando acrescentar as recolhas dos resíduos e possivelmente entregas entre mais naves.

A Estação 2 foi retirada de análise, uma vez que se encontra no mesmo edifício que o armazém de matérias-primas, e é possível fazer o abastecimento a esse setor pelo interior, com uma distância a percorrer entre 25-30 metros sendo por isso, um desperdício a nível de rotas e de recursos criar uma rota para abastecer esta nave.

Na Tabela 17 entram-se os nomes a adotar no resto do estudo para cada possível estação do *Mizusumashi* e a sua localização na Figura 38.

Tabela 17 – Correspondência do nome para cada possível Estação

Estação 1	AMP (C0)
Estação 2	Novaqua (C2)
Estação 3	Solventes (C5)
Estação 4	Nave central (C1)
Estação 5	Branco e Vernizes (C3 e C4)
Estação 6	Parque de resíduos

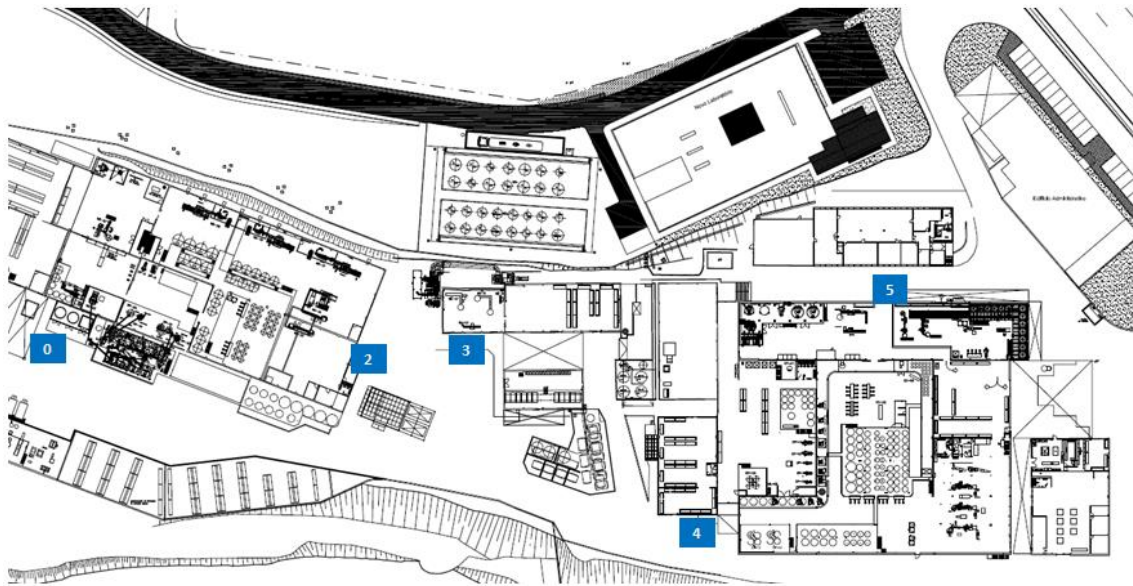


Figura 38 – Planta da Fábrica com as principais naves de consumo de matérias-primas

As especificações utilizadas para o trator foram do modelo proposto por um fornecedor à CIN bem como o tempo de *setup* dos *trolleys* que foi através de um vídeo da mesma empresa. Foram considerados os tempos de pausa dos colaboradores bem como os *kaizens* diários dos vários setores (Tabela 18).

Tabela 18 – Dados considerados para a configuração das rotas

Velocidade do trator	10 km/h = 2,78 m/s
Setup por trolley	40 segundos
Distância de uma volta completa	1000 m
Horário laboral	8 h

Foram utilizadas inicialmente duas metodologias para saber qual a mais rentável tentando obter a menor distância percorrida. A primeira foi entregando exclusivamente a um ponto de consumo de cada vez e na segunda, em cada entrega ir a mais que um ponto de cada vez.

De seguida apresenta-se na Tabela 19 o número de viagens realizadas pelo *Mizumashi* diariamente atendendo ao número de atrelados que seja selecionado.

Tabela 19 – Estudo da quantidade de viagens diárias em função do número de atrelados

1ª opção (Quantidade de atrelados)	3,0	4,0	5,0	6,0
Estação 3	1,0	0,8	0,6	0,5
Estação 4	13,0	9,8	7,8	6,5
Estação 5	8,7	6,5	5,2	4,3
Total de Viagens	23,0	17,0	14,0	12,0

3.6.4.3 Estudo das rotas e horários

Inicialmente foi realizado o estudo realizando entregas e retorno em vazio a uma nave de fabrico de cada vez em que foram realizadas experiências entre 3 a 6 atrelados. Verificou-se que para este cenário a melhor solução seria 5 atrelados porque é a única opção que satisfaz o requisito de se transportar a quantidade necessária a no horário laboral.

Apresenta-se de seguida o resumo da primeira simulação com entregas e retorno em vazio a uma nave de fabrico de cada vez.

A azul é possível ver as viagens do AMP para os locais de entrega e a vermelho o regresso, sem carga, para o AMP (Figura 39).

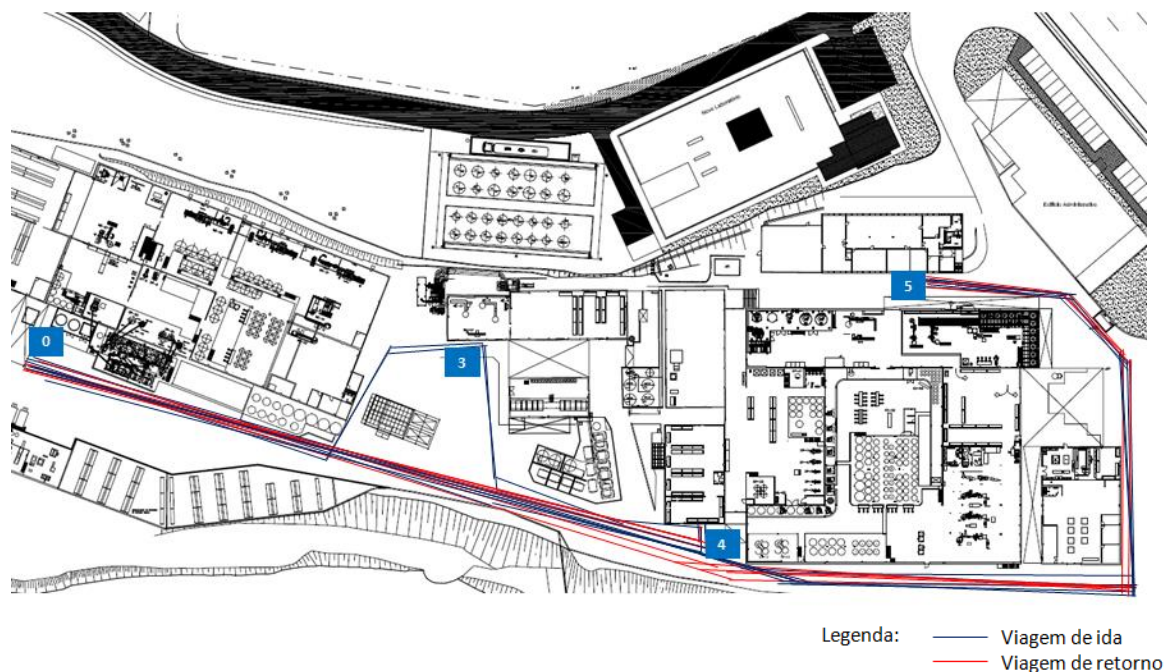


Figura 39 – Diagrama de *Spaghetti* respeitante ao *Mizusumashi* de 5 atrelados na simulação de entrega a uma nave de fabrico de cada vez

A melhoria a nível operacional obtida à medida que se ia aumentando o número de atrelados encontra-se representada nas Figura 40 e Figura 41.

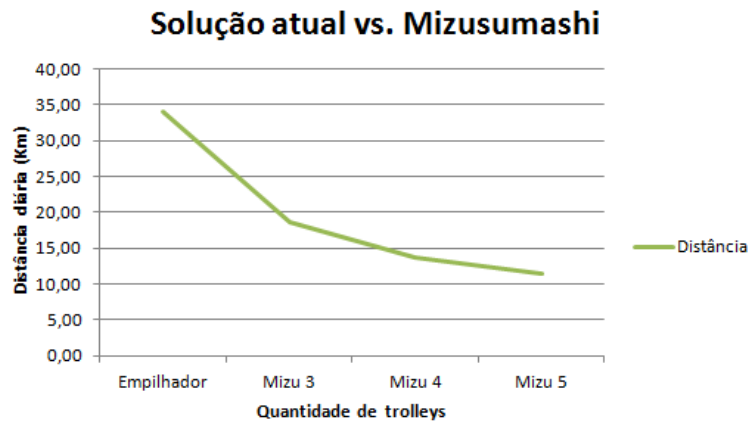


Figura 40 – Otimização da distância percorrida diariamente face a solução atual

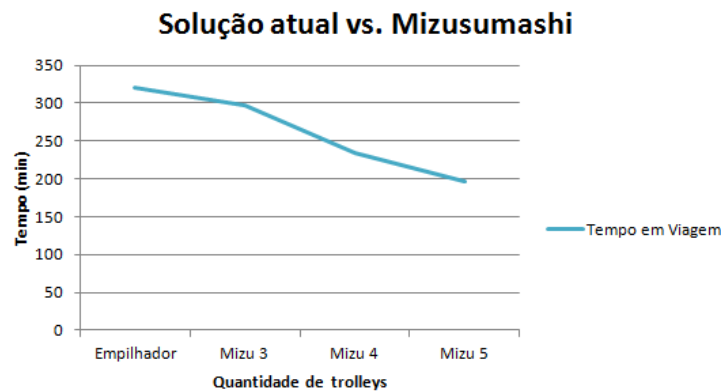


Figura 41 – Representação do ganho operacional diário na simulação de entrega a uma nave de fabrico de cada vez.

Posteriormente foi realizado um estudo que definia entregas a mais que uma nave de fabrico em simultâneo de modo a nenhuma nave entrar em rotura de matérias-primas. Foram ainda realizadas simulações de cenários de dimensionamento de trens logísticos com capacidade entre 3 a 6 atrelados. Estas simulações apontaram como a melhor solução novamente a de 5 atrelados (que é a única opção que cumpre a quantidade a transportar na duração temporal de um turno).

Para este teste os pressupostos desta simulação foram: em todas as viagens ir a mais que uma nave de fabrico até ao ponto em que fica só a Estação 4 para abastecer, que é a que tem maiores necessidades de abastecimento.

A simulação que obteve melhores resultados foi a que apresentava cinco atrelados e era realizada com intervalos de entrega a cada 30 minutos ao longo de todo o dia e com mais que uma paragem em cada rota. As entregas são feitas em simultâneo com 3 PL para a Estação 4 e 2 para a Estação 5 e 3 paletes para a Estação 5 e uma para a Estação 4 até ao momento em que é só necessário fornecer a Estação 4 que é a que tem uma necessidade superior.

A Estação 2 foi retirada da análise uma vez que a quantidade média processada nesta estação, de apenas 3 paletes, não justifica o investimento nas infraestruturas necessárias para que fosse abastecida através do *Mizusumashi*.

Com a eliminação da Estação 3 obtém-se maior flexibilidade, podendo concluir-se as entregas mais cedo e havendo alguma folga para mais operações.

Na Tabela 20 encontra-se a solução a adotar quanto aos pontos de entrega e os horários a seguir.

Tabela 20 – Representação do Horário a entregas para o Mizusumashi

Pausas	Configuração horária	T espera origem	Mizu 5	Pts entrega	Qt PL	Dist	Tempo T	Tempo M	Tempo total	Tempo Min	tempo pl/voltar	T total	
	09:00	09:15	5PL	Estação 7-9	3 PL 9	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
	09:30	09:45	5PL	Estação 7-9	3 PL 7	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
	10:00	10:15	5PL	Estação 7-9	3 PL 9	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
P. almoço	10:30	10:45	5PL	Estação 7-9	3 PL 7	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
	11:00	11:15	5PL	Estação 7-9	3 PL 9	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
	11:30	11:45	5PL	Estação 7-9	3 PL 7	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
Almoço	13:00	13:15	5PL	Estação 7-9	3 PL 9	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
	13:30	13:45	5PL	Estação 7-9	3 PL 7	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
	14:00	14:15	5PL	Estação 7-9	3 PL 9	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
	14:30	14:45	5PL	Estação 7-9	3 PL 7	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
Lanche	15:00	15:15	5PL	Estação 7-9	1 PL 9	26 de 9	451	325	200	525	9,00	6	15,00
	15:30	15:45	5PL	Estação 7-9	5 PL 7	451	325	200	525	9,00	6	15,00	
	16:00	16:11	5PL	Estação 7	5 PL 7	39 de 7	260	188	200	388	7,00	4	11,00

Distância total percorrida	11344	11,344	km	Tempo em Viagem	191,00
----------------------------	-------	--------	----	-----------------	--------

Legenda dos campos da Tabela 20

Tempos em minutos;

Distância em metros;

Qt PL: Quantidade de paletes

Tempo T: Tempo de Transporte

Tempo M: Tempo de Manipulação, considerando 40 segundos por palete

Tempo Total: Tempo T +Tempo M

Tempo Min: Tempo arredondado por excesso para minutos

Tempo para voltar: Tempo de regresso em vazio

T espera origem: Tempo de espera na estação de origem.

O ganho na solução apresentada agora face à solução atual está representado na Figura 42 e na Figura 43.

É possível ver também que a solução que obtém um maior ganho atendendo à distância percorrida é um *Mizusumashi* de 5 atrelados.

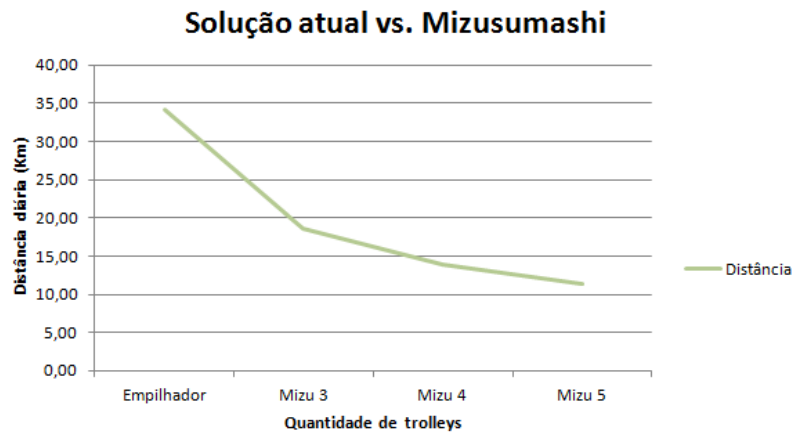


Figura 42 – Otimização da distância percorrida diariamente face a solução atual

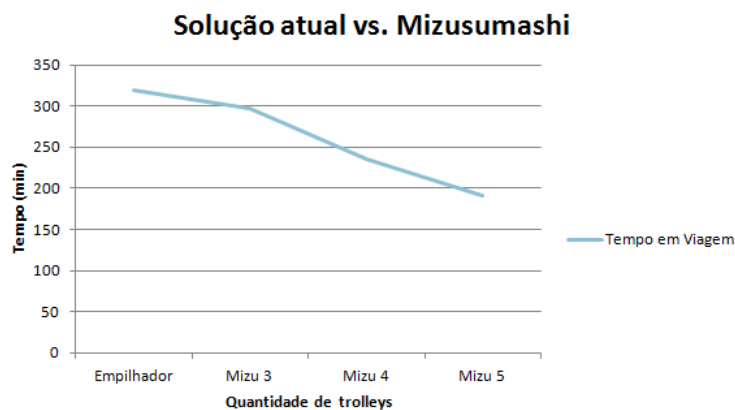


Figura 43 – Representação do ganho operacional diário na simulação de entregas a mais que uma nave de fabrico em simultâneo

É possível o diagrama de *spaghetti* respeitante ao *Mizusumashi* com 5 atrelados de entregas a mais que um ponto de fabrico com regresso em vazio (Figura 44).

A azul é possível ver as viagens do AMP para os locais de entrega e a vermelho o regresso, sem carga, para o AMP.

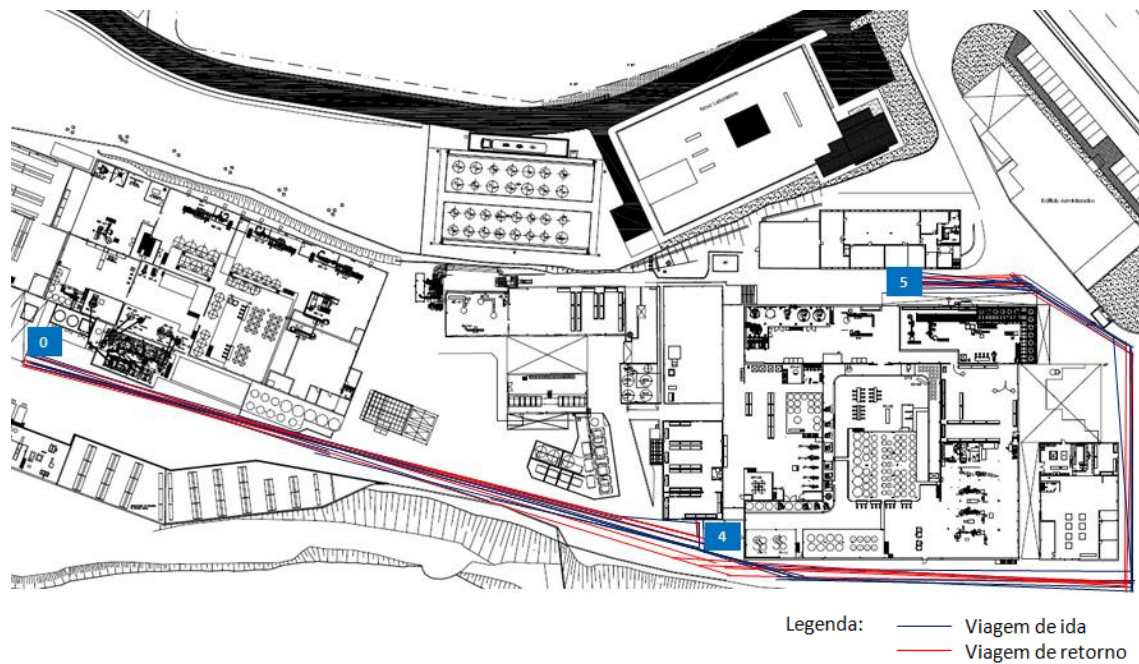


Figura 44 – Diagrama de *Spaghetti* respeitante ao *Mizusumashi* de 5 atrelados na simulação de entregas a mais que uma nave de fabrico em simultâneo

A melhor solução para o caso de estudo é um *Mizusumashi* de 5 atrelados, com entregas à Estação 4 e Estação 5 e com intervalos de entrega a cada 30 minutos.

Uma vez que existem cerca de 15 minutos em média de espera entre a preparação e o início da entrega seguinte tentou-se otimizar o *Mizusumashi*, incumbindo-o de mais uma função, nas viagens de regresso trazer os resíduos e os IBC de devolução ao fornecedor que se foram obtendo através dos processos de fabrico das naves onde estão as Estações 4 e 5.

Para definir onde seriam entregues o resíduo obtido das Estações 4 e 5 realizou-se um estudo quanto à viabilidade da existência de uma Estação 6 ou então aproveitar a Estação 0 que funcionaria também como local para entrega de resíduos.

Implicações da criação da Estação 6

- + Descarga dos resíduos na ETAR;
- Investimento numa estação que teria um menor aproveitamento (cerca de 15 paletes transacionadas diariamente entre as naves e a ETAR);
- Criação de mais movimentações;

Uma vez que esta estação seria muito próxima da Estação 0, sendo que a ETAR é em frente ao AMP (Figura 45) não faz sentido a criação de uma nova estação de descarga dos resíduos e dos IBCs. Essa operação deve ser feita na Estação 0, que sofreria um pequeno ajuste, em vez de 5 *decks* de carga, teria 10. Sendo 5 deles usados para as descargas dos resíduos, em que o operador da ETAR teria que os ir buscar à Estação 0

de empilhador. Os restantes 5 *decks* de carga seriam para o carregamento das MP a entregar às naves.

A proximidade entre as Estações (6 e 0) e as movimentações que o operador da ETAR terá de realizar diariamente (Figura 45).

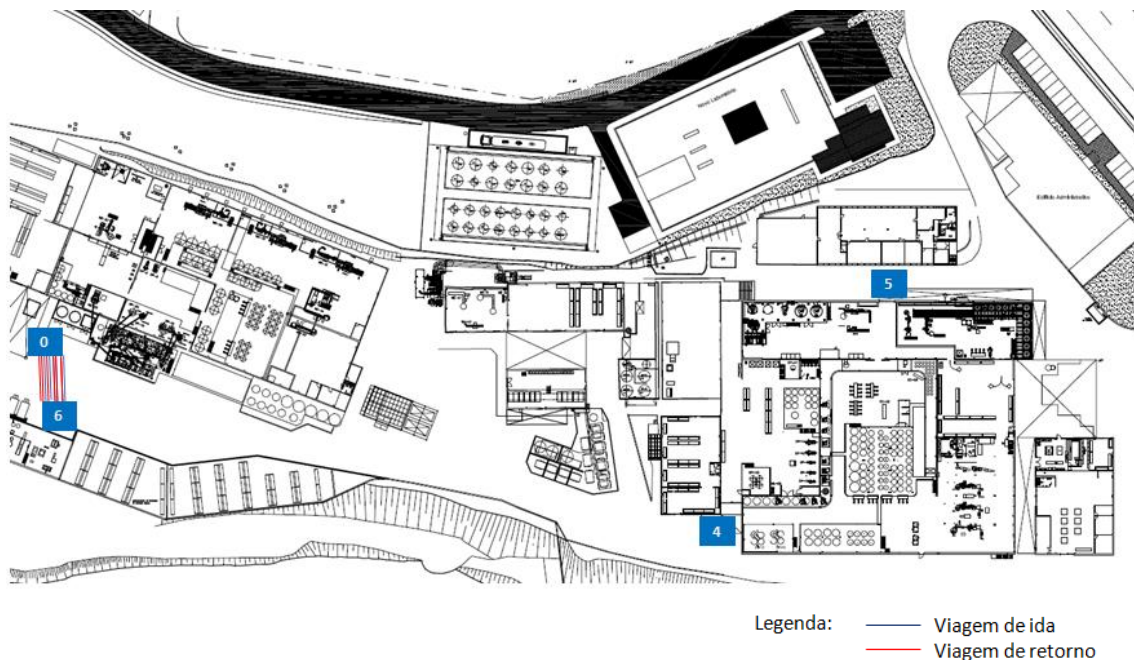


Figura 45 – Diagrama de *Spaghetti* para as deslocações entre a Estação 0 e a Estação 6

Perante esta nova função incrementada ao *Mizusumashi* é necessário verificar se o não há risco de incumprimento dos horários definidos na Tabela 20.

Apresentam-se nas tabelas seguintes as configurações horárias com o incremento da função das recolhas de resíduos das naves de fabrico. Foram testadas duas hipóteses, a primeira para condições normais metrológicas (Tabela 21) em que o *Mizusumashi* pode andar a uma velocidade superior (10 km/h) e a segunda (Tabela 22) em que as condições meteorológicas são más, e a velocidade cai para metade. Em particular para a segunda situação, que é a mais crítica, verifica-se que os horários selecionados para as rotas são funcionais.

Atendendo à fábrica funcionar em dois turnos enquanto o AMP funciona em apenas um turno as quatro rotas de recolha de resíduos são nas seguintes fases do dia:

As duas primeiras recolhas seriam partilhadas entre a Estação 4 e a Estação 5. As últimas duas voltas (no fim do turno seria uma volta para a Estação 4 e outra para a Estação 5).

Conseguindo assim um total de 15 PL recolhidas diariamente que excede a necessidade média de 13 PL.

- Início das entregas (9h da manhã) de modo a recolher os resíduos da produção do 2 turno;
- Antes da hora de almoço (meio do turno diurno) aproveitando a última volta antes do intervalo de almoço
- Antes do fim do turno diurno (16h-16h:30 min);

Tabela 21 – Horário para o Mizusumashi com todas as funções previstas

Pausas	Configuração horária	T espera origem	Mizu 5	Pts entrega	Qt PL		Dist	Tempo T	Tempo M	Tempo total	Tempo Min	tempo p/ voltar	T total
C/retorno resíduos	09:00	09:20	5PL+5 PL	Estação 4-5	3 PL 5		451	325	400	725	13,00	6	19,00
	09:30	09:45	5PL	Estação 4-5	3 PL 4		451	325	200	525	9,00	6	15,00
	10:00	10:15	5PL	Estação 4-5	3 PL 5		451	325	200	525	9,00	6	15,00
P. almoço	10:30	10:45	5PL	Estação 4-5	3 PL 4		451	325	200	525	9,00	6	15,00
	11:00	11:15	5PL	Estação 4-5	3 PL 5		451	325	200	525	9,00	6	15,00
C/retorno resíduos	11:30	11:50	5PL+5 PL	Estação 4-5	3 PL 4		451	325	400	725	13,00	6	19,00
Almoço	13:00	13:15	5PL	Estação 4-5	3 PL 5		451	325	200	525	9,00	6	15,00
	13:30	13:45	5PL	Estação 4-5	3 PL 4		451	325	200	525	9,00	6	15,00
	14:00	14:15	5PL	Estação 4-5	3 PL 5		451	325	200	525	9,00	6	15,00
	14:30	14:45	5PL	Estação 4-5	3 PL 4		451	325	200	525	9,00	6	15,00
Lanche	15:00	15:15	5PL	Estação 4-5	1 PL 5	26 de 5	451	325	200	525	9,00	6	15,00
	15:30	15:45	5PL	Estação 4-5	5 PL 4		451	325	200	525	9,00	6	15,00
C/retorno resíduos	16:00	16:15	5PL+5 PL	Estação 4	5 PL 4	39 de 4	260	188	400	588	10,00	4	14,00
Só resíduos	16:30	16:45	5PL	Estação 5	5 PL 5		451	325	200	525	9,00	6	15,00

Distância total percorrida	12246	12,246	km	Tempo em viagem	217,00
----------------------------	-------	--------	----	-----------------	--------

Legenda	Resíduos
---------	----------

Tabela 22 – Simulação do horário do Mizusumashi com todas as funções previstas para más condições climatéricas

Pausas	Configuração horária	T espera origem	Mizu 5	Pts entrega	Qt PL		Dist	Tempo T	Tempo M	Tempo total	Tempo Min	tempo p/ voltar	T total
C/retorno resíduos	09:00	09:29	5PL+5 PL	Estação 4-5	3 PL 5		451	649	400	1049	18,00	11	29,00
	09:30	09:56	5PL	Estação 4-5	3 PL 4		451	649	200	849	15,00	11	26,00
	10:00	10:26	5PL	Estação 4-5	3 PL 5		451	649	200	849	15,00	11	26,00
P. almoço	10:30	10:56	5PL	Estação 4-5	3 PL 4		451	649	200	849	15,00	11	26,00
	11:00	11:29	5PL	Estação 4-5	3 PL 5		451	649	200	849	15,00	11	26,00
C/retorno resíduos	11:30	11:59	5PL+5 PL	Estação 4-5	3 PL 4		451	649	400	1049	18,00	11	29,00
Almoço	13:00	13:26	5PL	Estação 4-5	3 PL 5		451	649	200	849	15,00	11	26,00
	13:30	13:56	5PL	Estação 4-5	3 PL 4		451	649	200	849	15,00	11	26,00
	14:00	14:26	5PL	Estação 4-5	3 PL 5		451	649	200	849	15,00	11	26,00
	14:30	14:56	5PL	Estação 4-5	3 PL 4		451	649	200	849	15,00	11	26,00
Lanche	15:00	15:26	5PL	Estação 4-5	1 PL 5	26 de 5	451	649	200	849	15,00	11	26,00
	15:30	15:26	5PL	Estação 4-5	5 PL 4		451	649	200	849	15,00	11	26,00
C/retorno resíduos	16:00	16:20	5PL+5 PL	Estação 4	5 PL 4	39 de 4	260	375	400	775	13,00	7	20,00
Só resíduos	16:30	16:56	5PL	Estação 5	5 PL 5		451	649	200	849	15,00	11	26,00

Distância total percorrida	12246	12,246	km	Tempo em viagem	364,00
----------------------------	-------	--------	----	-----------------	--------

Legenda	Resíduos
---------	----------

Legenda dos campos da Tabela 21 e Tabela 22

Tempos em minutos;

Distância em metros;

Qt PL: Quantidade de paletes

Tempo T: Tempo de Transporte

Tempo M: Tempo de Manipulação, considerando 40 segundos por paleta

Tempo Total: Tempo T +Tempo M

Tempo Min: Tempo arredondado por excesso para minutos

Tempo para voltar: Tempo de regresso em vazio

T espera origem: Tempo de espera na estação de origem.

3.6.4.4 Distâncias dos decks aos locais de carregamento

Existem materiais que por vezes encontram-se relativamente mais inclinados, como é o caso dos *Big-Bags*, por causa do método como foram transportados ou armazenados. Por este motivo, os *decks* de carregamento nas várias estações devem ter uma distância de 50 cm da parede e entre eles para garantir segurança nas operações de carga e descarga (Figura 46).



Figura 46 – Demonstração das inclinações do *Big-Bags*

3.6.4.5 Seleção do trator

Face à capacidade definida acima e as soluções existentes no mercado, há duas possibilidades que se destacam quanto ao trator: um trator de 6 toneladas e um trator de 20 toneladas.

Vantagens e desvantagens da escolha do trator de 6 toneladas;

- + Tem um custo inferior;
- + Cumpre os requisitos para o cenário idealizado;
- Não é possível aumentar a capacidade de atrelados caso esta seja necessária;
- A sua autonomia é mais baixa uma vez que a sua potência é inferior;
- Existência de vários desníveis ao longo da via por onde irá circular o *Mizusumashi*;

A escolha de um trator de 20 toneladas de capacidade em comparação de um de 6 toneladas apresenta como vantagens uma maior longevidade do ativo e um aumento na qualidade do serviço prestado. O custo deste equipamento, que é superior, poderá ser facilmente amortizado, caso as previsões de crescimento da capacidade produtiva se verifiquem, e os consumos de MP venham a se concretizar.

3.6.4.6 Estudo dos possíveis sistemas de atrelados

Serão apresentados três sistemas que podem ser utilizados nos atrelados do *Mizusumashi*. O sistema de *trolleys* convencional, um sistema de manuseamento automático e um sistema de *trolleys* semiautomático

3.6.4.6.1 Sistema de *Trolleys* convencional

Trata-se de uma solução que já existe no mercado há alguns anos (Figura 47). No caso da CIN será necessária uma quantidade significativa de *trolleys*, no mínimo 20, de modo a que o armazém de matérias-primas tenha sempre *stock* de modo a conseguir preparar a próxima entrega enquanto o operador do *Mizusumashi* realiza as entregas previstas.

Na segunda entrega, o operador do *Mizusumashi* fica responsável de trazer os *trolleys* que já estão vazios nas naves de fabrico para o AMP, permitindo dessa forma, que os operadores das naves de fabrico tenham 30 minutos, o tempo de uma volta do *Mizusumashi* para desocupar os *trolleys*.

Caso entrem mais funções do que a entrega das matérias-primas serão necessários mais *trolleys*.

Abaixo encontram-se as principais vantagens e desvantagens do sistema de *trolleys*.

- + Este sistema tem um custo associado menor e poderá ser possível negociar a quantidade de *trolleys* necessária no contrato *renting* do equipamento;
- + Como é um sistema já existente já há mais *feedback* sobre o seu funcionamento;
- + Permite maior flexibilidade dos operadores das naves de fabrico para libertar os *trolleys*;
- Os *trolleys* podem ter um tempo de vida mais reduzido dependendo da capacidade de carga e do modo como são operados;
- Necessidade de um sistema rebocador para manobrar os *trolleys* nas estações;
- É um sistema em que o operador tem de descarregar os *trolleys* manualmente sendo uma operação mais lenta face ao sistema automático.



Figura 47 – Representação dos atrelados para o modelo convencional de transporte de *trolleys* (Linde 2018)

Na Figura 48 apresenta-se a simulação de entregas recorrendo ao sistema de *trolleys* convencional, com o regresso dos *trolleys* em vazio.

Nota: São usados 15 *trolleys* nesta simulação em detrimento dos 20 referidos acima como ideal por dois motivos:

- + Possibilidade de mais uma volta como tempo para as naves de fabrico desocuparem os *trolleys*;
- + Possibilidade de atribuir 2 *trolleys* a uma nave e 3 a outra para enviarem IBCs em vazio para o parque de resíduos no fim de todas as entregas;

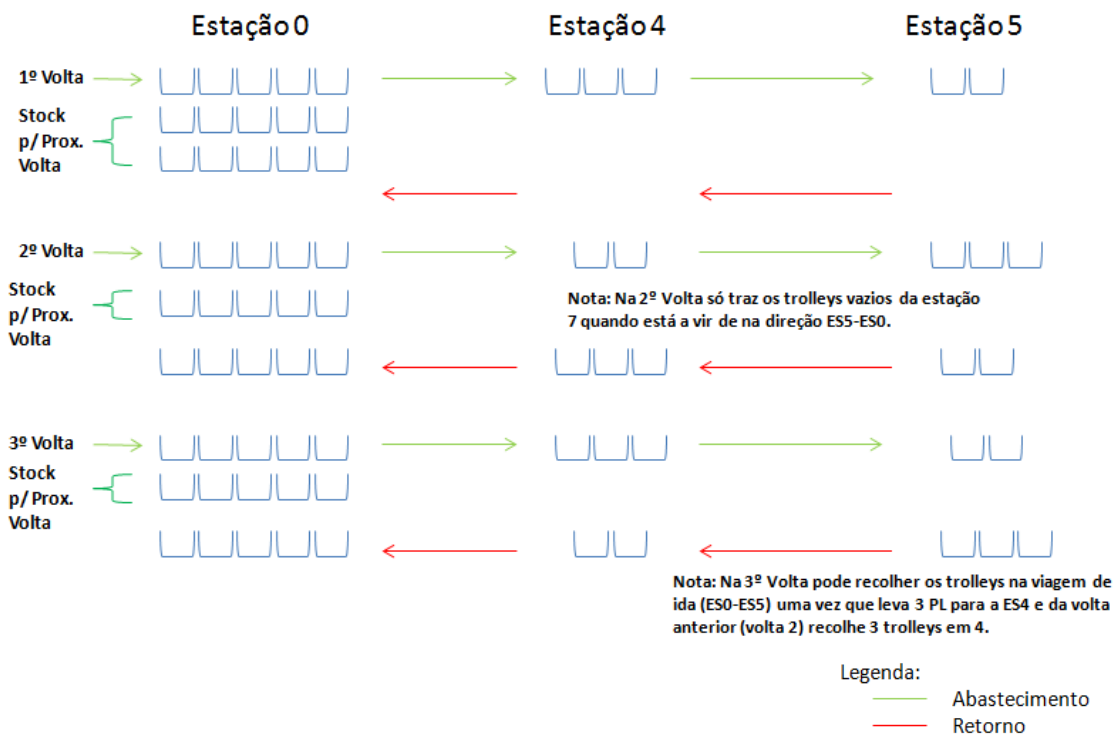


Figura 48 – Simulação das descargas para este sistema de *trolleys*

3.6.4.6.2 Sistema de manuseamento automático

O sistema automático é uma solução inovadora (Figura 49) que está disponível no mercado há pouco tempo e permite fazer as cargas e descargas nas estações sem que seja necessário que o operador saia do *Mizusumashi* conseguindo desta maneira, menos tempo de *setup* e ao mesmo tempo ser uma solução mais ergonómica para o operador uma vez que não terá de fazer esforços físicos a manobrar as matérias-primas.

Apresentam-se de seguida as principais vantagens e desvantagens deste sistema face ao sistema de *trolleys*.

- + Não necessita de *trolleys*;
- + É um sistema 100% automatizado nas descargas e cargas do *Mizusumashi*. Sendo apenas necessário um empilhador ou um porta-paletes elevatório para carregar/descarregar os “*decks* de carga”;
- Requer um maior investimento;
- Não há flexibilidade nas naves de fabrico, sendo que é necessário desocupar o local onde o *Mizusumashi* deixa as MP antes da volta seguinte;



Figura 49 – Sistema de carga e descarga automático (Still 2018)

A representação da simulação realizada para este sistema automático de carga/descarga está representada na Figura 50.

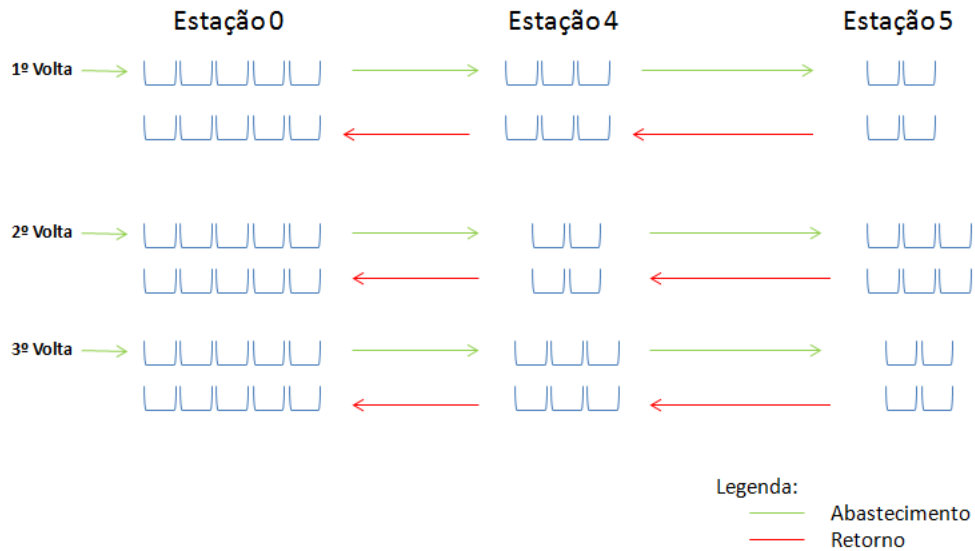


Figura 50 – Simulação das cargas e descargas para o sistema automático

Na Figura 50 consegue-se ver que o *Mizusumashi* tem sempre a sua disponibilidade a 100% uma vez que mal carrega na Estação 0 os colaboradores do AMP podem carregar o *deck* de carga com novos produtos para a entrega seguinte.

Neste sistema é necessário que haja descargas regulares nas naves de fabrico de modo a não impedir a descarga automática na volta seguinte.

Na Figura 51 pode-se ver melhor o fluxo de materiais entre estações bem como as necessidades deste sistema. Seriam usados 5 *decks* de carga/descarga na Estação 0 e 5 na Estação 4 (uma vez que as duas últimas viagens serão exclusivamente entre 0-4), e para a Estação 5 seriam 3 *deques* uma vez que é o máximo de entregas realizadas lá.

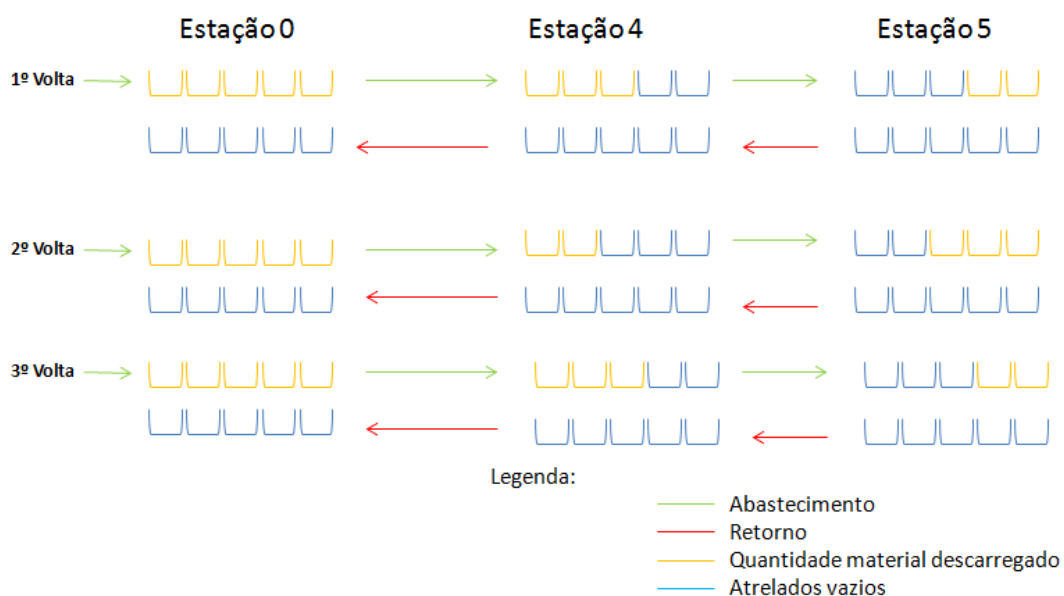


Figura 51 – Fluxo de materiais entre as estações

Existe ainda a possibilidade, caso seja viável que nas estações 4 e 5 existam transportadores para a carga e descarga do *Mizusumashi*. Atingindo desse modo:

- + Menor custo nas estruturas;
- + Possibilidade dependendo de as especificações do transportador reter mais paletes e não ser necessário descarregar a todas as voltas;
- Maior tempo de *setup* uma vez que o comboio teria de descarregar uma paleta de cada vez;
- Ocupação de mais espaço;
- Se quiser a paleta que esteja no meio do transportador, terá de descarregar as que estão primeiro para chegar até à paleta necessária.

Na Figura 52 apresenta-se o esquema para a possibilidade do recurso a transportadores.

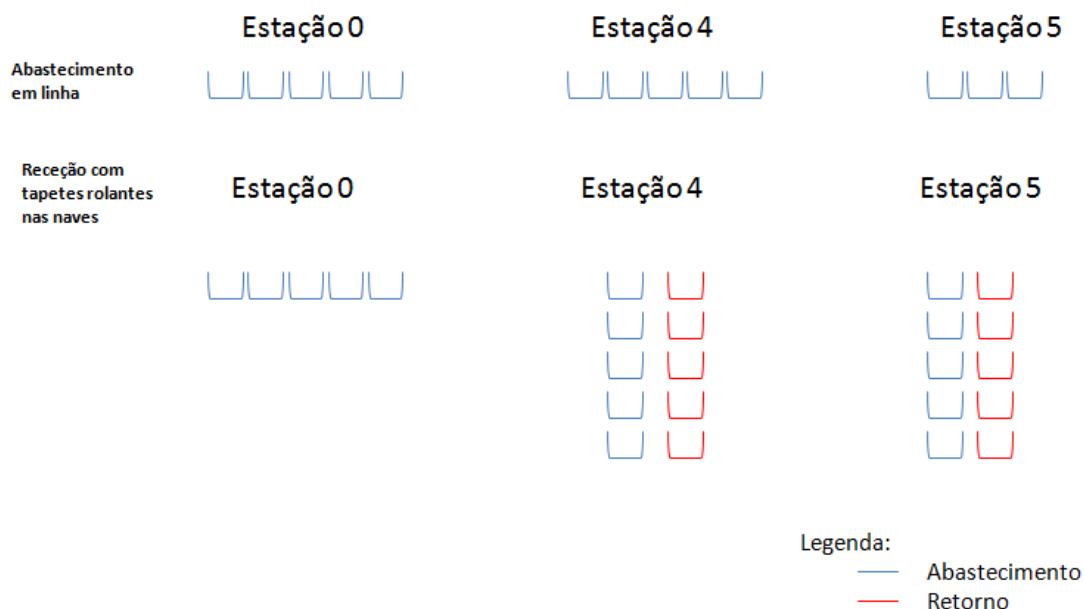


Figura 52 – Simulação para as operações de carga e descarga através de transportadores

3.6.4.6.3 Sistema de *Trolleys* semiautomático

É um sistema muito semelhante ao sistema de *trolleys* apresentado anteriormente, no entanto, este sistema é mais indicado para transportar cargas pesadas e trata-se de um sistema mais flexível para ser operado no exterior (Figura 53).

A quantidade de *trolleys* mantém-se face ao apresentado em 3.6.4.6.1 com o mínimo de 20 unidades.

Os principais pontos deste sistema são:

- + Sistema flexível para exteriores;
- + Sistema automático na descarga de *trolleys*;
- + Operação silenciosa e com pouco desgaste;
- + Ideal para cargas pesadas;
- Custo superior ao sistema padrão de rebocador para *trolleys*;
- Necessidade de um sistema rebocador para manobrar os *trolleys* nas estações;
- Pode apenas ser composto por no máximo 4 atrelados;



Figura 53 – Sistema de *trolleys* semiautomático (Still 2018)

Este sistema funciona do mesmo modo que o sistema de *trolleys* convencional, embora este seja um sistema já semiautomático e com maior resistência, estando a simulação deste sistema visível na Figura 48.

3.6.4.6.4 Melhor solução

Fazendo uma comparação entre as soluções apresentadas nos tópicos acima, a melhor solução para as necessidades da CIN é o sistema de *trolleys* semiautomático pelos motivos descritos em seguida:

- Apresenta o custo intermédio das 3 soluções apresentadas;
- + É uma solução que iria reduzir os tempos de setup;
- + Ocupa menos espaço;
- + Um sistema mais avançado face aos *trolleys* convencionais;

A seleção deste sistema irá proporcionar que a duração dos *trolleys* seja superior uma vez que estes são mais preparados para exteriores e que estes consigam lidar com maior facilidade com grandes pesos. Deste modo, quer o custo com o equipamento, quer o custo com a manutenção do mesmo será inferior, visto que este proporcionará uma maior longevidade.

3.6.5 Definição do Layout

Para tentar obter o *layout* que fosse mais ergonómico e com maiores ganhos operacionais foram realizadas várias simulações. Entre as simulações estudou-se quais a cargas serem descarregadas para o interior do setor ou ficar no interior.

Uma das restrições dos *trolleys* semiautomáticos prende-se com a necessidade de as descargas serem do mesmo lado. No caso da CIN, será o lado esquerdo.

Recomenda-se que cada *deck* siga as seguintes especificações: uma distância de 0,5 metros por causa *Big-Bags* inclinados como referido anteriormente. Cada *deck* individual terá a dimensão de 1,5 por 1,4 metros (Figura 54).

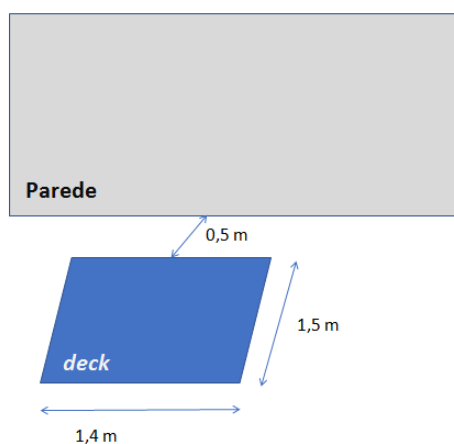


Figura 54 – Especificações dos decks

Em todas as estações foram colocadas barreiras de proteção para os *trolleys* para uma maior segurança.

Estação 0

Na Figura 55 é possível ver o local de carga dos *trolleys* (a verde) e o local de descarga de resíduos (a laranja), para além disso é possível ver o local onde fica o *stock* de segurança de *trolleys* junto à entrada para a futura zona de separação de sólidos.

O *deck* de carga é colocado por baixo da estrutura coberta de modo a não molhar as MP a entregar as naves de fabrico, enquanto o deque de descarga fica sem ser numa zona coberta por se tratarem principalmente de resíduos e IBCs, que não necessitam obrigatoriamente de se encontrar numa zona coberta.

Esta configuração vai de acordo à necessidade das descargas do *Mizusumashi* se efetuarem pela esquerda.

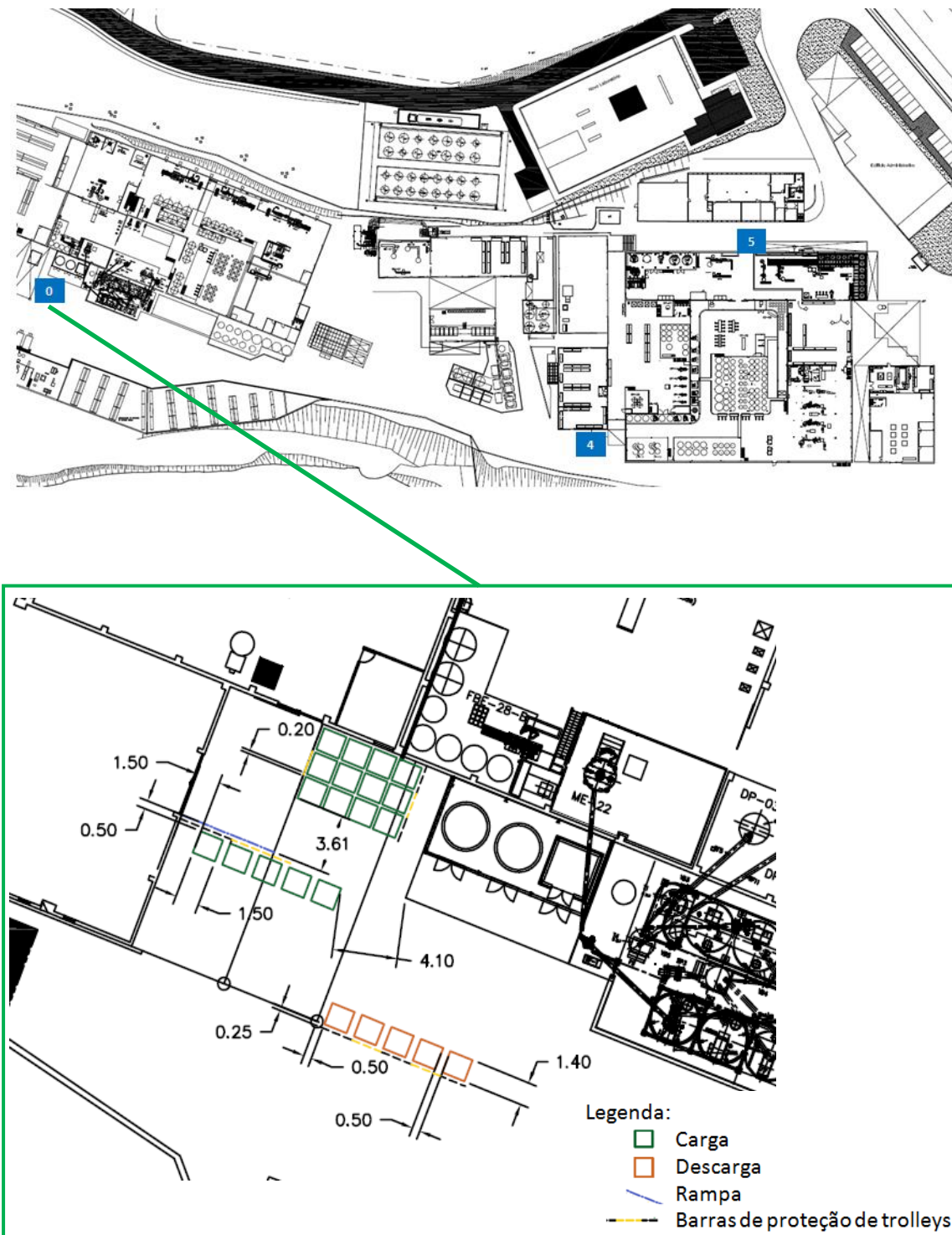


Figura 55 – Layout a adotar à Estação 0 com detalhe (desenho não à escala)

Estação 4

Para a Estação 4 o local de carga dos *trolleys* (a verde) e o local de descarga de resíduos (a laranja) estão demonstrados na Figura 56.

Esta configuração atende à necessidade das descargas do *Mizusumashi* se efetuarem pela esquerda.

Para esta estação há necessidade de criar uma cobertura para a zona onde são efetuadas as descargas do *Mizusumashi* bem como uma melhor pavimentação na zona.

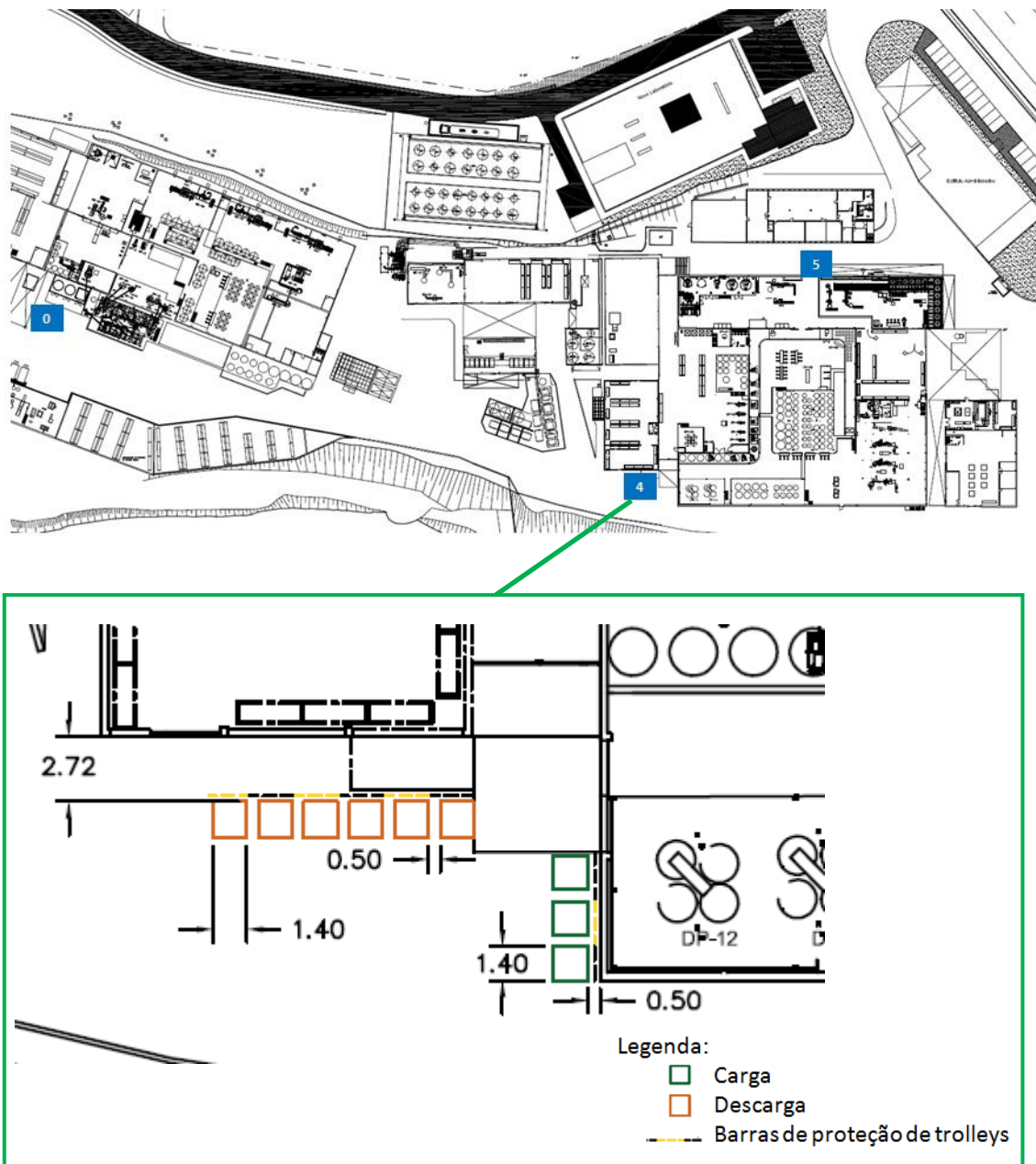


Figura 56 – Layout a adotar à Estação 4 com detalhe (desenho não à escala)

Estação 5

Para a Estação 5 consegue-se ver o local de carga dos *trolleys* (a verde) e o local de descarga de resíduos (a laranja) na Figura 57.

Esta configuração atende à necessidade das descargas do *Mizusumashi* se efetuarem pela esquerda.

Nesta situação a descarga é feita diretamente para o interior do setor, um *trolley* de cada vez, sendo que haverá menos movimentações.

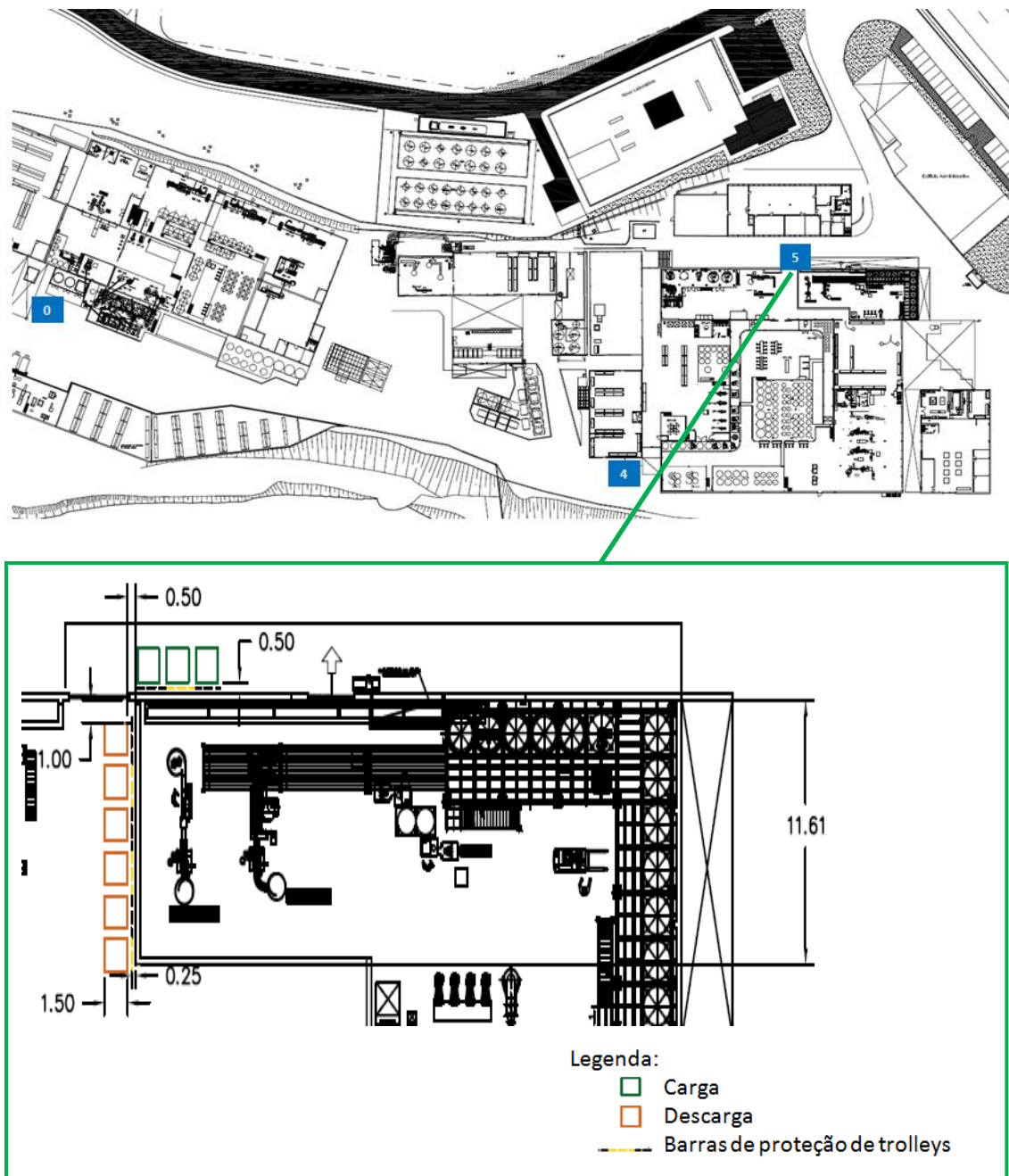


Figura 57 – Layout a adotar à Estação 5 com detalhe (desenho não à escala)

3.6.6 Soluções para manobrar os trolleys nas Estações 4 e 5

Na Estação 0, os *trolleys* são carregados e descarregados recorrendo a empilhadores. Nas restantes estações os empilhadores que existem encontram-se com elevadas taxas de ocupação em especial devido à produção. Devido a esse facto apresentam-se de seguida quatro possíveis soluções para manobrar os *trolleys* nestes setores com as principais vantagens e desvantagens de cada sistema.

1. Grua para levantar a paleta do *trolley*



Figura 58 – Imagem de uma grua de interiores (Almesa 2010)

- + Solução acessível que permite libertar os *trolleys*;
- + Existência de vários modelos para conseguir levantar vários tipos de pesos;
- + Baixo barulho na operação e com uma alta durabilidade;
- Necessidade de existência de capacidades estruturais do local onde for implementada;
- Necessidade de um rebocador para rebocar o *trolley* até ao local onde está a grua;
- Baixo raio de operação;
- Necessita de uns cabos para colocar por baixo da paleta para as levantar;

2. Porta paletes-elevatório



Figura 59 – Imagem representativa de como seria a operação através de um porta-paletes elevatório (Still 2018)

- + Solução mais fácil de implementar;
- + Permite um maior raio de operação;
- + Não necessita de rebocadores;
- + Funciona para paletes até 1600 kg;
- + Porta-paletes elétrico com elevada duração de bateria;
- Custo do aluguer do porta-paletes;

3. Empilhador



Figura 60 – Imagem representativa de como seria a operação através de um porta-paletes elevatório (Still 2018)

- + Existência do recurso em cada estação;
- + Fácil de operar;
- + Não necessita de rebocadores;
- Necessidade de escalonar bem o tempo de operação do empilhador de cada setor para não interferir com a produção;

4. Trolley extensível



Figura 61 – Imagem representativa de como seria a operação através de um *trolley* extensível (Flexcube 2018)

- + Solução que não necessita de intermediário;
- + Maior facilidade de operação para o responsável pela descarga/carga dos *trolleys*;

- Necessidade de um rebocador para rebocar o *trolley*;
- Necessidade que o sistema utilize rolos para conseguir deslizar do *trolley* para a zona de descarga;
- Necessidade de uma zona de descarga com X altura do solo;

Das soluções apresentadas, a mais adequada à CIN é será o paletes-elevatório (Figura 59) é o que mais se adapta à realidade CIN analisando os pontos de cada sistema bem como o seu custo.

3.6.7 Simulações dos cenários propostos

De modo a validar os cenários propostos e identificar a melhor solução a propor foram realizados quatro cenários de simulação no *software Delmia Quest*. O primeiro cenário de simulação descreve o modelo de transporte atual. O modelo seguinte, descreve um modelo de entregas através de um *Mizusumashi* com capacidade para 5 paletes, indo de encontro à seleção realizada em 3.6.4.3. O terceiro cenário de simulação descreve um modelo misto, que recorre a um empilhador para as naves de fabrico mais próximas, e a um trem logístico *Mizusumashi* para as naves de fabrico mais distantes do AMP. O quarto e último cenário de simulação é uma otimização do modelo misto, com envio de IBCs vazios das naves que são fornecidas com recurso a um trem logístico *Mizusumashi* para o AMP.

3.6.7.1 Horários de trabalho

O turno de trabalho do AMP é de 8h diárias com um total de 40h semanais e com três pausas diárias (duas de 10 minutos para o pequeno-almoço e lanche e uma de 1h para o almoço). Todas estas pausas foram consideradas nos custos de transporte e nas simulações que se apresentam de seguida.

3.6.7.2 Custos de transporte

Os custos de transporte são calculados em função dos custos com o equipamento de transporte (empilhador e a sua manutenção), os gastos com o seu combustível anualmente e o custo com a mão-de-obra. Após a obtenção deste valor total calculou-se o custo em função das horas de trabalho alcançando por fim um custo de 2,71 €/km.

3.6.7.3 Simulação de cenários

No sentido de validar a tomada de decisão na escolha do modelo logístico a implementar, de seguida procedeu-se à avaliação de 4 cenários com recurso à ferramenta de simulação discreta *Quest* da *Delmia*. Assim os cenários avaliados consideraram os seguintes modelos de logística interna:

- **Modelo Atual** – neste modelo é realizada a distribuição por quatro unidades de fabrico através de um empilhador a gasóleo que entrega uma paleta de cada vez com retorno em vazio (Figura 62).

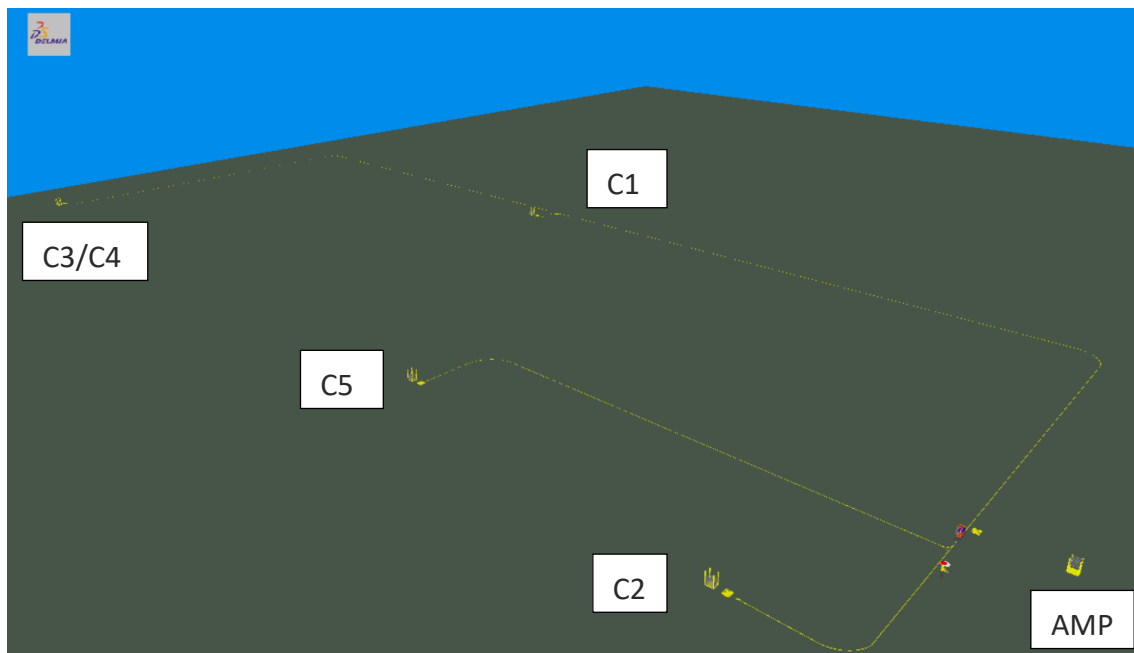
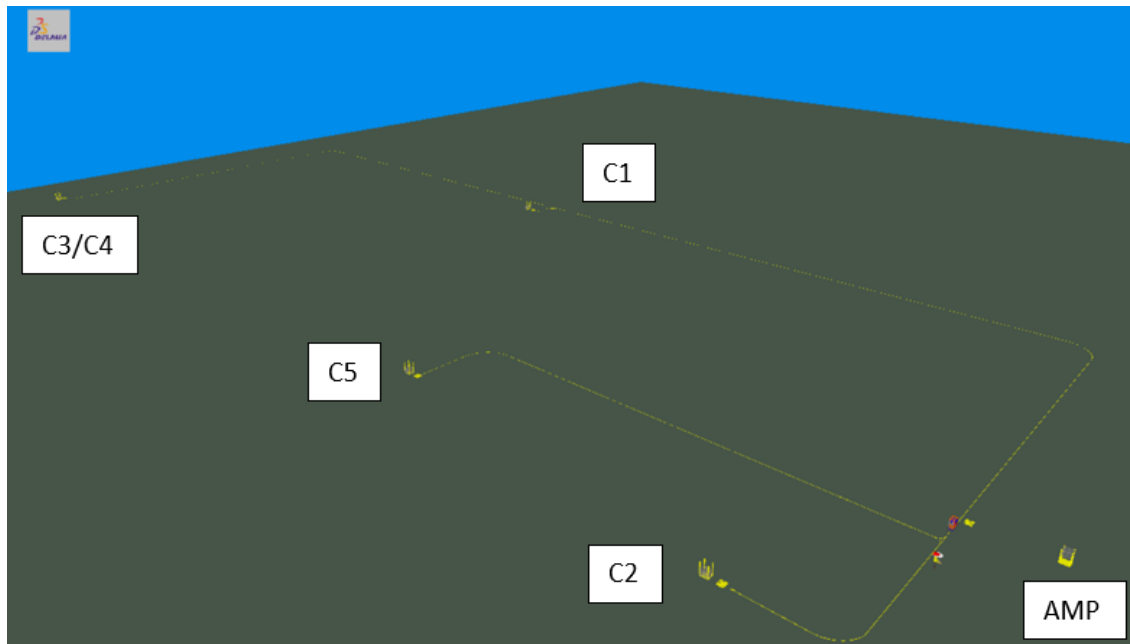
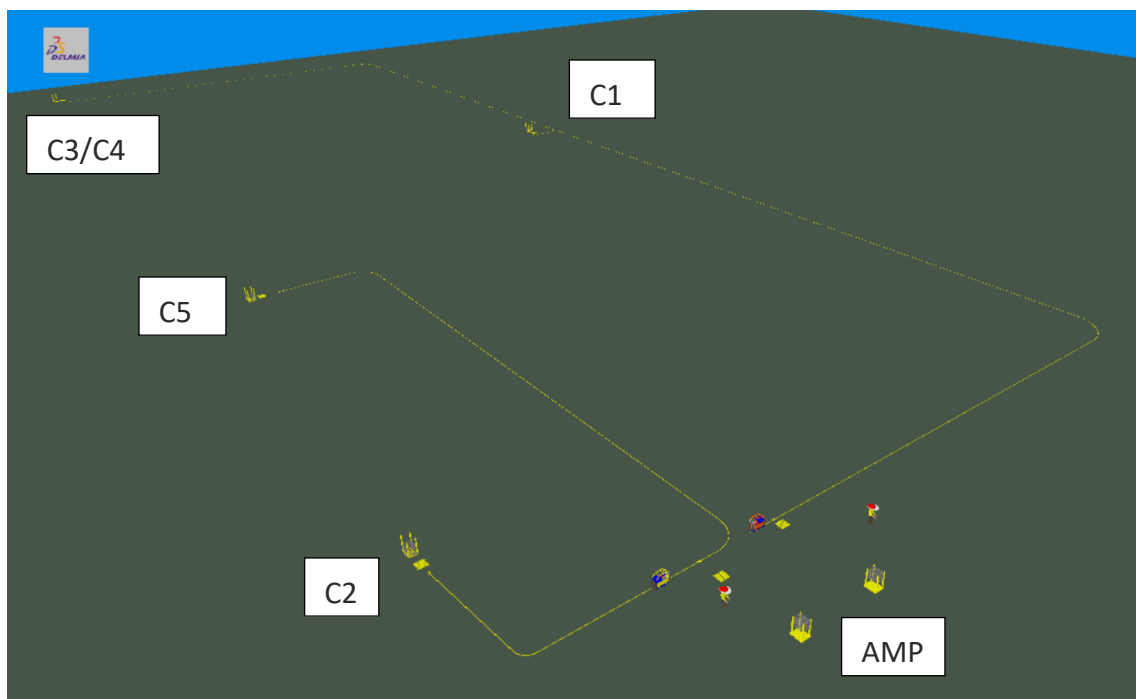


Figura 62 – Estrutura do Modelo Atual

- **Modelo Mizusumashi** - este modelo *Mizusumashi* tem capacidade para 5 paletes, o que permite que à medida que as paletes estejam prontas no AMP estas sejam entregues às naves de fabrico, cinco de cada vez procurando deste modo reduzir-se os custos das movimentações das MP, tendo, no entanto, que se realizar o retorno em vazio ao AMP (Figura 63).

Figura 63 – Descrição do Modelo *Mizusumashi*

- **Modelo Misto** - neste modelo misto as entregas são realizadas através de um trem logístico *Mizusumashi* com capacidade para 5 paletes para as naves de fabrico com maior consumo e mais distantes do AMP enquanto as naves mais próximas e de menor consumo são abastecidas através dum empilhador (Figura 64).

Figura 64 – Estrutura do Modelo Misto (recorrendo a um empilhador e um *Mizusumashi*)

- **Modelo Misto com Retorno** – neste modelo misto é implementado o retorno de IBCs das naves C1 e C3/C4 para o AMP. Este modelo é idêntico ao modelo misto do ponto de vista operacional apenas nas viagens de regresso, dado o *Mizusumashi* não retorna em vazio (Figura 65).

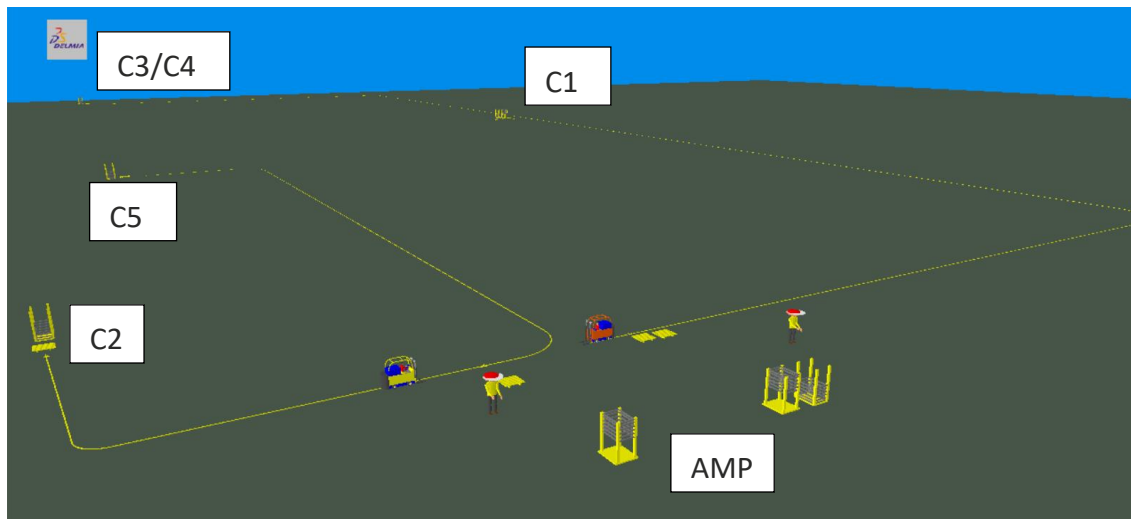


Figura 65 – Modelo Misto com Retorno de IBCs de C1 e C3/C4

Na Tabela 23 são apresentados os da simulação dos vários cenários estudados para cada um dos modelos.

Tabela 23 – Dados comparativos das quatro simulações

	Modelo atual	<i>Mizusumashi</i> 5 PL	Modelo misto	Modelo misto com retorno IBCs
Tempo de ensaio (h)	120	120	120	120
Tempo de trabalho (h)	40	40	40	40
Paletes transportadas	557	580	1125	1720
Taxa de produção	4,642	4,833	9,375	8,994
Paletes entregues a C1	232	210	305	265
Paletes entregues a C2	82	120	377	383
Paletes entregues a C3/C4	206	210	270	255
Paletes entregues a C5	37	40	173	172
Paletes entregues ao AMP				550
Utilização do equipamento (%)	20,228	3,988	9,544	10,469
Distância percorrida semanalmente (km)	243,2	47,99	113,9	125,0
Custos de transporte semanal (€)	659,1	130,1	308,7	338,8
Custo médio unidade transportada (€)	1,18	0,22	0,27	0,20

Da análise dos resultados conclui-se que no estado atual realizam-se uma média de 243,2 km por semana com um custo de 659,1€. Neste modelo teve-se a oportunidade de verificar ainda que os setores com mais visitas são o C1 e o C3/C4 (232 e 206 respetivamente disponível em anexo) bem como verificar que em 120 horas o empilhador trabalha 24,3 horas, e nestas perto de metade (12,133 horas) este está a transportar MP (Anexo 7).

A partir desta base testou-se o modelo do um *Mizusumashi* com uma capacidade para 5 paletes em que se conseguiu obter uma melhoria de perto de 80% na distância

percorrida semanalmente face ao estado atual (243,2 vs. 47,99 km). Os custos reduzem perto de 80% (659,1 vs. 130,1€) enquanto as paletes entregues sobem 4% (de 557 para 580). Deste modelo para o anterior pode-se verificar ainda que os setores com mais visitas continuam a ser o C1 e o C3/C4 (42 para ambos, ver em Anexo 7) e que em 120 horas o empilhador trabalha 4,786 horas, em que destas 2,407 horas este está completo com MP (Anexo 7) conseguindo deste modo reduzir os custos das entregas.

No modelo misto os setores com maiores necessidades e mais distantes do AMP (C1 e C3/C4) são abastecidos através de um *Mizusumashi* enquanto os setores mais próximos (C2 e C5) são abastecidos através de um empilhador. Neste modelo obtendo-se uma melhoria de 53% quanto à distância percorrida (243,2 vs. 113,9 km no somatório dos dois equipamentos de transporte) e uma queda de 53% nos custos (659,1 vs. 308,7€) sendo que o total de paletes entregues cresceu para perto do dobro (de 557 para 1125). Deste modelo para a situação inicial pode-se apurar que os setores com mais visitas são o C2, C1 e C3/C4 (377,61 e 54 vezes respetivamente sendo que o número de vezes de C2 é justificado pela proximidade deste ao AMP e por entregar uma paleta de cada vez ver em Anexo 7). Em 120 horas o empilhador trabalha 5,431 horas, em que destas, metade (2,701 horas) este está carregado com MP (Anexo 7) enquanto o *Mizusumashi* opera 6,022 horas e destas, sensivelmente metade (3,020 horas) este está carregado com MP (Anexo 7).

No modelo misto com retorno de IBCs é possível verificar que face à situação inicial existe uma redução de aproximadamente 49% relativamente à distância percorrida semanalmente (243,4 vs. 125,0 km no somatório dos dois equipamentos de transporte) enquanto os custos reduzem aproximadamente 49% (659,1 vs. 338,8€). O total de paletes transacionadas cresceu para o triplo (de 557 para 1720) e deve-se ao facto de nas viagens de retorno do *Mizusumashi* este não vir me vazio. Da situação inicial para este modelo aqui apresentado nota-se que houve um aumento das visitas a C2, C3/C4 e C1 (383,78 e 73 vezes respetivamente ver em Anexo 7). O tempo que os equipamentos estão a viajar com carga aumentam especialmente no *Mizusumashi* que das 7,120 h que opera apenas está a viajar vazio 0,019 h, verificando aqui uma melhoria mais de 3 horas a viajar com carga face ao modelo misto inicialmente testado.

3.6.7.4 Resultados das simulações

Atendendo a estas simulações verifica-se que o modelo misto com retorno de IBCs de C1 e C3/C4 para o AMP é o melhor a adotar neste momento. Este modelo permite aumentar o número de entregas e ao mesmo tempo reduzir os custos para menos de metade. Consegue-se também uma melhoria no serviço uma vez que as tarefas ficam

normalizadas (horários de entrega definidos) e simultaneamente alocar melhor os recursos para atividades de maior valor acrescentado.

3.6.8 Resultados da proposta de Mizusumashi

A proposta desta parte do projeto foi apresentada estando agora em fase de avaliação, não sendo possível a sua implementação de momento uma vez que o estágio terminou antes da fase de seleção dos equipamentos a adotar de modo a servir melhor as necessidades da CIN S.A.

Foram apresentados três tipos de sistemas para o *Mizusumashi* e quatro para manobrar os equipamentos nas naves de fabrico, em que todos eles potenciam a um melhor serviço de entregas e permite a criação uma maior normalização das tarefas realizadas desde o *picking* das MP até ao momento do seu uso no fabrico dos produtos.

No entanto as obras para a implementação do pavimento necessário para ser possível o *Mizusumashi* circular dentro da empresa está a decorrer (Figura 66) tendo estas começando na Estação 0.



Figura 66 – Obras da pavimentação do piso para a implementação do *Mizusumashi*

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 CONCLUSÕES

Esta dissertação com vista à implementação de um novo modelo de gestão armazém de matérias primas foi desenvolvida em ambiente empresarial, e veio reforçar o ganho que é possível obter entre a sinergia do mundo empresarial e a academia. Com o apoio da CIN S.A. foi possível desenvolver um projeto de investigação com claro benefício para o autor deste relatório.

Os principais objetivos deste projeto foram melhorar o sistema existente de armazenagem (projetando um novo *layout*) e acompanhar a fase da implementação do mesmo, fazendo com que este se torne mais eficiente, mais dinâmico, mais centralizado e diminuir as movimentações e os esforços por parte dos operadores. Para além desta tarefa, o presente trabalho propunha-se projetar um novo modelo logístico de abastecimento entre o armazém de matérias-primas e as naves fabris. Modelo este que procuraria reduzir os custos ligados ao transporte, as movimentações existentes entre o armazém e as naves fabris e garantir que não existe *stock* excessivo nas naves de fabrico, enviando apenas a quantidade necessária a cada ordem de fabrico no momento necessário.

Até a conclusão deste estágio foi possível verificar a implementação dos *Drive-In* em detrimento do armazenamento em bloco, conseguindo-se assim obter uma maior capacidade de armazenamento e uma melhor organização das matérias-primas. Encontra-se atualmente em fase de implementação a nova disposição das estantes convencionais do armazém de matérias-primas, sendo que esta nova organização se prevê que permitirá um ganho a nível operacional nas movimentações dos produtos. Esta nova disposição das estantes, foi ajustada face às reais dimensões dos produtos, simultaneamente garantindo uma maior proximidade dos produtos com maior rotação.

A próxima fase do projeto envolve a construção de uma zona de separação. Esta zona permitirá que as operações de *picking* e preparação das entregas possam ser realizadas com maior eficiência. Com a implementação desta tarefa, a equipa do AMP ficará responsável pela separação das máquinas sólidas necessárias a cada fabrico. Com esta separação ao nível do AMP, espera-se libertar as equipas da produção nas naves de fabrico para atividades de maior valor acrescentado ligadas ao processo produtivo.

A implantação física da proposta do novo modelo logístico com *Mizusumashi* não foi possível, uma vez que o projeto ainda se encontrava na fase da escolha dos equipamentos que melhor se adotavam as necessidades da CIN aquando da data de conclusão do estágio. No entanto a solução apresentada neste relatório foi validada com várias simulações que demonstram as vantagens existentes para a escolha de cada solução e o ganho potencial da CIN com a seleção das mesmas.

Em suma, o conjunto de intervenções realizadas na CIN cumpriram os objetivos definidos inicialmente, o que permitiu à empresa uma alteração substantiva do paradigma de funcionamento e contribuiu para o desejado aumento de competitividade da empresa.

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Como proposta de trabalhos futuros aponta-se a oportunidade da implementação do novo modelo logístico baseado em *Mizusumashi*, uma vez que face à duração do estágio não foi possível realizar essa fase do projeto. Ligado a essa implementação será necessário o acompanhamento e a recolha de dados de modo a caso seja necessária implementar alguma correção.

Por fim propõem-se o estudo e avaliação da implementação de um novo ERP com WMS integrado, visto que o sistema em uso atualmente é bastante desatualizado e com algumas limitações. Existindo hoje aplicações de gestão empresarial mais capazes de se adaptar ao tipo de indústria em causa e conseguir obter melhores resultados a nível de funcionalidades e a nível de uma maior facilidade para o utilizador, é opinião do autor deste relatório que este investimento deveria ser considerado.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Ackerman, K. B. (2012). Practical handbook of warehousing, Springer Science & Business Media.
- Almesa. (2010). "Grúas monopunte, giratorias y portal ligeras." Retrieved 8-4-2018, from www.almesa.com.mx/gruas.php.
- Baker, P. and M. Canessa (2009). "Warehouse design: A structured approach." European Journal of Operational Research **193**(2): 425-436.
- Bidgoli, H. (2010). The Handbook of Technology Management, Supply Chain Management, Marketing and Advertising, and Global Management, John Wiley & Sons.
- Cavalcanti, W. M. (2017). "O uso do WMS como ferramenta de suporte às operações de Armazenagem." Retrieved 8-4-2018, from igti.com.br/blog/wms-suporte-as-operacoes-de-armazenagem/.
- Chen, J. C., C.-H. Cheng, P. B. Huang, K.-J. Wang, C.-J. Huang and T.-C. Ting (2013). "Warehouse management with lean and RFID application: a case study." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology **69**(1-4): 531-542. CIN (2017).
- Cisco-Eagle. (2018). "Pallet Flow Rack Storage Systems." Retrieved 8-4-2018, from www.cisco-eagle.com/catalog/category/3043/pallet-flow-racks.
- Closs, D. J. and D. J. Bowersox (2010). Supply chain Logistics management, The McGraw-Hill.
- Coimbra, E. (2008). The Total Flow Management Model. KAIZEN FORUM, Global Edition.
- Coimbra, E. (2013). Kaizen in logistics and supply chains, McGraw Hill Professional.
- Crespo, J. (2010). Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento, Edições Sílabo, Lisboa.
- De Koster, R., T. Le-Duc and K. J. Roodbergen (2007). "Design and control of warehouse order picking: A literature review." European Journal of Operational Research **182**(2): 481-501.
- Dharmapriya, U. and A. Kulatunga (2011). New strategy for warehouse optimization—lean warehousing. Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- Dotoli, M., N. Epicoco, M. Falagario, N. Costantino and B. Turchiano (2015). "An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study." Computers in Industry **70**: 56-69.
- Engineering, M. (2013). "3 M's: Muda, and Muri Muda." Retrieved 8-4-2018, from mech413.blogspot.pt/2012/12/3ms-mura-and-muri-muda.html.
- Flexqube. (2018). Retrieved 8-4-2018, from www.flexqube.com.
- Frazelle, E. (2002). World-class warehousing and material handling, McGraw-Hill New York.
- Gu, J., M. Goetschalckx and L. F. McGinnis (2007). "Research on warehouse operation: A comprehensive review." European journal of operational research **177**(1): 1-21.
- Gu, J., M. Goetschalckx and L. F. McGinnis (2010). "Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review." European Journal of Operational Research **203**(3): 539-549.
- Henn, S., S. Koch and G. Wäscher (2012). Order batching in order picking warehouses: a survey of solution approaches. Warehousing in the Global Supply Chain, Springer: 105-137.
- Hicks, B. J. (2007). "Lean information management: Understanding and eliminating waste." International journal of information management **27**(4): 233-249.

- Hyster, A. (2018). "Block Stacking - Warehouse Basics." Retrieved 8-4-2018, from www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/floor_pallet_stacking_warehouse_basics.
- Jaca, C., J. Santos, A. Errasti and E. Viles (2012). "Lean thinking with improvement teams in retail distribution: a case study." Total Quality Management & Business Excellence **23**(3-4): 449-465.
- Kaizen, I. (2018).
- Keller, S. B. and B. C. Keller (2014). The Definitive Guide to Warehousing: Managing the Storage and Handling of Materials and Products in the Supply Chain, Pearson Education.
- Kilic, H. S., M. B. Durmusoglu and M. Baskak (2012). "Classification and modeling for in-plant milk-run distribution systems." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology **62**(9-12): 1135-1146.
- Level, N. (2017). "LIFO and FIFO Warehouse Storage Systems." Retrieved 8-4-2018, from www.nextlevelstorage.com/blog/lifo-and-fifo-warehouse-storage-systems/.
- Li, L. (2007). Supply chain management: Concepts, techniques and practices: Enhancing value through collaboration, World Scientific Publishing Co Inc.
- Liebeskind, A. (2005). "How to optimize your warehouse operations." United States.
- Lift, T. (2017). "The Most Common Pallet Racking: Selective Pallet Rack." Retrieved 8-4-2018, from www.toyotaliftnorthwest.com/blog/latest-news/tips-and-solutions/the-most-common-pallet-racking-selective-pallet-rack.
- Linde. (2018). Retrieved 8-4-2018, from www.linde-mh.com.
- Logiscal. (2017). "Palete de madeira." Retrieved 8-4-2018, from www.logiscal.com.br/palete-de-madeira/.
- Maps, G. (2018). Retrieved 8-4-2018, from www.google.com/maps/.
- Mecalux. (2018). "Drive-In pallet racking." Retrieved 8-4-2018, from www.mecalux.com/pallet-racks/drive-in-pallet-racking.
- Petersen, C. G. and G. Aase (2004). "A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking." International Journal of Production Economics **92**(1): 11-19.
- Poon, T., K. L. Choy, H. K. Chow, H. C. Lau, F. T. Chan and K. Ho (2009). "A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses." Expert Systems with Applications **36**(4): 8277-8301.
- Rewers, P., J. Trojanowska and P. Chabowski (2016). "Tools and methods of Lean Manufacturing-a literature review."
- Roodbergen, K. J., I. F. Vis and G. D. Taylor Jr (2015). "Simultaneous determination of warehouse layout and control policies." International Journal of Production Research **53**(11): 3306-3326.
- Rosaler, R. C. (2002). Standard handbook of plant engineering, McGraw-Hill.
- Ross, D. F. (2015). Distribution Planning and control: managing in the era of supply chain management, Springer.
- Rouwenhorst, B., B. Reuter, V. Stockrahm, G.-J. van Houtum, R. Mantel and W. Zijm (2000). "Warehouse design and control: Framework and literature review." European Journal of Operational Research **122**(3): 515-533.
- Rushton, A., P. Croucher and P. Baker (2010). The handbook of logistics and distribution management, 4th, London.
- Sayer, N. J. and B. Williams (2012). Lean for dummies, John Wiley & Sons.
- Smith, J. D. (1998). The warehouse management handbook, Tompkins press.
- Still. (2018). Retrieved 8-4-2018, from www.still.co.uk/products-uk.0.0.html.
- Tompkins, J. A. (1994). The distribution management handbook, McGraw-Hill.
- Tools., L. M. (2018). "The Seven Wastes." Retrieved 8-4-2018, from leanmanufacturingtools.org/77/the-seven-wastes-7-mudas/.
- Twede, D., S. E. Selke, D.-P. Kamdem and D. Shires (2014). Cartons, crates and corrugated board: handbook of paper and wood packaging technology, DEStech Publications, Inc.
- Womack, J. P. and D. T. Jones (2005). "Lean consumption." Harvard business review **83**(3): 58-68.

Womack, J. P., D. T. Jones and D. Roos (1990). Machine that changed the world, Simon and Schuster.

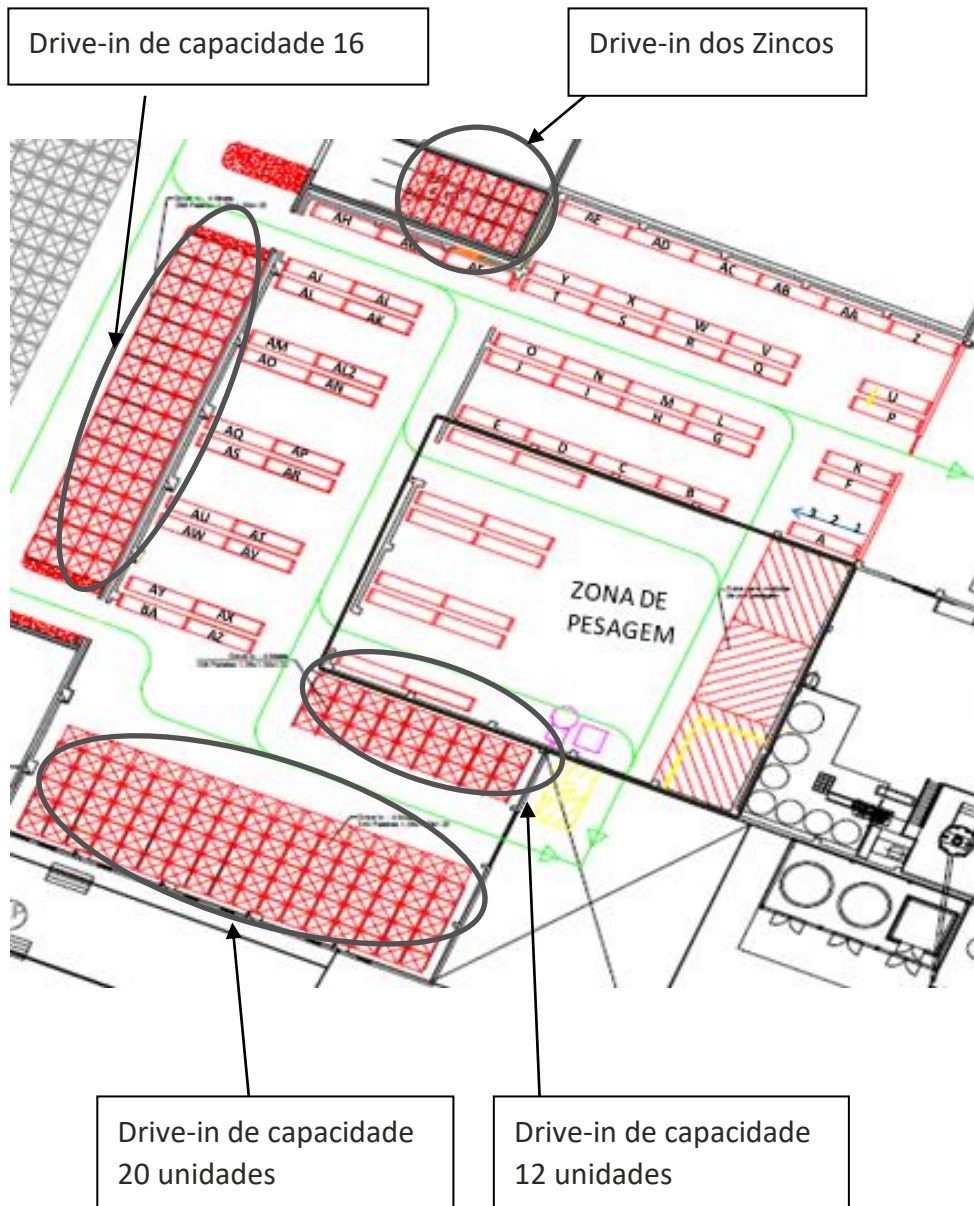
Wright, C. and J. Lund (2006). "Variations on a lean theme: work restructuring in retail distribution." New Technology, Work and Employment **21**(1): 59-74.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1

Produto	BVC48	BVC57 A	BVC67	BVD55	BVD71	BVO56	DA116	DAC35	DA003	DA003 A	DA032	DA055	DAS23	DAS48	DAS96	DAX11	DAX45	DIT10	DIT20	DIT38	DIT40 B	DIT51	DOY21
dias	624	517	571	548	618	595	644	640	618	482	644	641	632	644	632	644	641	194	465	497	311	413	637
N < 12 (D1)	463	338	454	440	565	534	30	144	268	96	230	127	372	582	79	184	276	141	218	173	187	81	636
N < 16 (D2)	548	452	547	526	609	595	60	282	388	243	346	200	551	643	156	389	407	190	265	233	208	115	637
N < 20 (D3)	577	505	556	548	618	595	121	418	480	270	473	284	620	643	263	487	527	194	307	305	231	163	637
N > 20	47	12	15	0	0	0	523	222	138	192	171	357	12	1	389	157	114	0	158	182	80	250	0
N > 24 (2xD1)	35	0	6	0	0	0	439	121	37	84	97	259	8	0	282	75	26	0	80	188	49	203	0
N > 28 (D1+D2)	25	0	0	0	0	0	354	41	15	45	65	188	0	0	185	5	16	0	62	97	21	174	0
N > 32 (2xD2) = (D3+D1)	14	0	0	0	0	0	266	33	5	6	33	119	0	0	109	0	0	0	48	38	18	134	0
N > 36 (D2+D3)	8	0	0	0	0	0	156	20	0	0	18	52	0	0	27	0	0	0	41	26	17	105	0
N > 40 (2xD3)	4	0	0	0	0	0	73	16	0	0	2	16	0	0	16	0	0	0	35	6	15	80	0
N > 52 (2xD3+D1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0
N > 56 (2xD3+D2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
N > 60 (3xD3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
N > 72 (3xD3+D1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cobertura de ocorrências (%)	96,0	97,7	97,4	96,0	96,5	100,0	100,0	96,9	97,6	90,3	97,2	97,5	98,1	99,8	100,0	99,2	97,5	97,9	100,0	92,4	95,2	99,3	99,8



Anexo 2

Legenda	Notas
Produtos com altura até 0.8 metros	Foram criados só 4 níveis por questões de segurança por causa do peso (no 4 nível é possível colocar produtos com alturas até 2,2 metros)
Produtos com altura até 1.3 metros	Foram criados só 4 níveis por questões de segurança por causa do peso (no 4 nível é possível colocar produtos com alturas até 1,5 metros)
Produtos com altura até 1.5 metros	Foram criados só 3 níveis por questões de segurança por causa do peso (no 3 nível é possível colocar produtos com alturas até 1,8 metros)
Produtos com altura até 1.5 metros	Uso exclusivo para produtos de atmosfera controlada (existência de 18 posições distribuídas por 3 níveis)
Produtos com altura até 1.6 metros	Foram criados só 3 níveis por questões de segurança por causa do peso (no 3 nível é possível colocar produtos com alturas até 2,2 metros)
Produtos com altura até 1.8 metros	Foram criados só 3 níveis por questões de segurança por causa do peso (no 3 nível é possível colocar produtos com alturas até 1,5 metros)
Produtos com altura até 2.2 metros	Foram criados só 3 níveis por questões de segurança por causa do peso (no 3 nível é possível colocar produtos com alturas até 0,8 metros)

Anexo 3


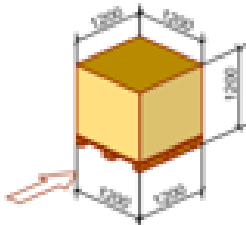

	Altura 1 viga	Altura 2 viga	Altura 3 viga
A	1,8	3,76	
B	1,8	3,76	
C	1,8	3,76	
D	1,8	3,76	
E	1,8	3,76	
F	2,2	4,56	
G	2,2	4,56	
H	2,2	4,56	
I	2,2	4,56	
J	2,2	4,56	
K	2,2	4,56	
L	2,2	4,56	
M	2,2	4,56	
N	2,2	4,56	
O	2,2	4,56	

P	1,5	3,16	
Q	1,5	3,16	
R	1,5	3,16	
S	1,5	3,16	
T	1,5	3,16	
U	1,5	3,16	
V	1,5	3,16	
W	1,5	3,16	
X	1,5	3,16	
Y	1,5	3,16	
Z	1,5	3,16	
AA	1,5	3,16	
AB	1,5	3,16	
AC	1,5	3,16	
AD	1,5	3,16	
AE	1,5	3,16	
AF	0,8	1,76	2,72
AG	0,8	1,76	2,72
AH	0,8	1,76	2,72
AI	1,5	3,16	
AJ	1,5	3,16	
AK	1,5	3,16	
AL	1,5	3,16	
AL2	1,6	3,36	
AM	1,6	3,36	
AN	1,6	3,36	
AO	1,6	3,36	
AP	1,3	2,76	4,22
AQ	1,3	2,76	4,22
AR	1,3	2,76	4,22
AS	1,3	2,76	4,22
AT	1,3	2,76	4,22
AU	1,3	2,76	4,22
AV	1,3	2,76	4,22
AW	1,3	2,76	4,22
AX	2,2	4,56	
AY	2,2	4,56	
AZ	1,8	3,76	
BA	1,8	3,76	

Anexo 4

CIN		Norma de utilização dos Drive-In		
Responsável:	Operador da AMP	Sector:	Armazém de Matérias-Primas	NT xxx/xx
		Máquina:	Drive-In	
Nº	Atividade	Fotografia		
1	<p>Aceder aos Drive-In apenas com empilhador elétrico e evitando:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Excesso de velocidade; -Movimentos bruscos; -Cargas dispostas de modo incorreto; 			
2	<p>Verificar se a palete está em as condições necessárias para ser armazenada :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Idealmente a palete deverá ser de madeira - Confirmar a existência de todos os tacos - confirmar que a palete não se encontra partida ou com danos visíveis 			
3	Verificar se a palete está alinhada			
4	<p>Antes de colocar as paletes no Drive-In verificar que os seguintes dados vão de encontro as dimensões máximas do Drive-In:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medidas; - Altura máxima de elevação; - Carga máxima de elevação 			
Página 1/5		DATA:	ELABORADO/REVISTO:	APROVADO:


CIN		Norma de utilização dos Drive-In		
Responsável:	Operador do AMP	Setor:	Armazém de Matérias-Primas	NT <u>xx</u> / <u>xx</u>
		Máquina:	Drive-In	
Nº	Atividade	Fotografias		
4.1.1	<p>Drive-In 010 (de profundidade intermédia)</p> <p>Peso máxima: 1200 Kg Altura: 1200 mm Comprimento: 1200 mm Largura: 1200 mm</p>			
4.1.2	<p>Drive-In 020 (de maior profundidade)</p> <p>Peso máxima: 1200 Kg Altura: 1200 mm / 1030 mm (3 corredores) Comprimento: 1200 mm Largura: 1200 mm</p>			
4.1.3	<p>Drive-In 030 (de menor profundidade)</p> <p>Peso máxima: 1200 Kg Altura: 1200 mm / 1030 mm (3 corredores) Comprimento: 1200 mm Largura: 1200 mm</p>			
4.1.4	<p>Drive-In 040 (produtos específicos)</p> <p>Peso máxima: 1200 Kg Altura: 900 mm Comprimento: 1000 mm Largura: 1200 mm</p>			
Página 2/5		DATA:	ELABORADO/REVISTO:	APROVADO:
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

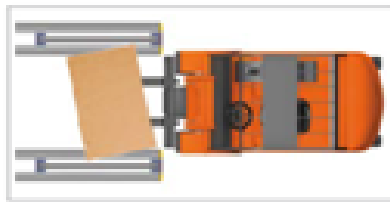
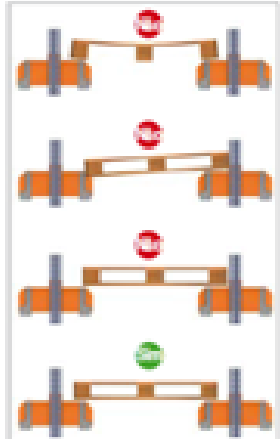

CIN		Norma de utilização dos Drive-In		
Responsável:	Operador do AMP	Setor:	Armazém de Matérias-Primas	NT xx/xx
		Máquina:	Drive-In	
Nº	Atividade	Fotografia		
4.2	Adicionar paletes escritos quando a dimensão da paleta for inferior ao requisito do Drive-In			
4.3	Adicionar unidade de carga ao drive-in seguindo a sequência do ponto 5.			
5	Alimentar o Drive-In de acordo com a sequência apresentada na imagem. Apenas colocar um único produto e um único lote por cada corredor			
Página 3/5		DATA:	ELABORADO/REVISTO:	APROVADO:
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

CIN		Norma de utilização dos Drive-In		
Responsável:	Operador do AMP	Setor:	Armazém de Matérias-Primas	NT xx/xx
		Máquina:	Drive-In	
Nº	Atividade	Fotografia		
6.1	<p>Durante a colocação de palete no Drive-In deverá ter em conta as seguintes medidas de segurança:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Garantir o correto alinhamento de palete entre os carris - Transportar o palete na horizontal - Verificar que não existe flecha acentuada de palete 			
6.2	Não empurrar as paletes com o empilhador			
6.3	<p>Posicionar de forma centrada as unidades de carga (mínimo de 20 mm em cada lado)</p>			
Páginas 4/5		DATA:	ELABORADO/REVISTO:	APROVADO:
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

CIN

Norma de utilização dos Drive-In

Responsável:	Operador do AMP	Setor:	Armazém de Matérias-Primas	NT 
		Máquina:	Drive-In	

NR	Atividade	Fotografia
6.4	Não circular com as paletes giradas no interior do Drive-In	
6.5	Posicionar paletes na direção correta	
7	Seguir a sequência apresentada na imagem para efetuar a separação de paletes armazenados em Drive-In	

Página 5/5

DATA:

ELABORADO/REVISTO:

APROVADO:

Anexos Mizusumashi

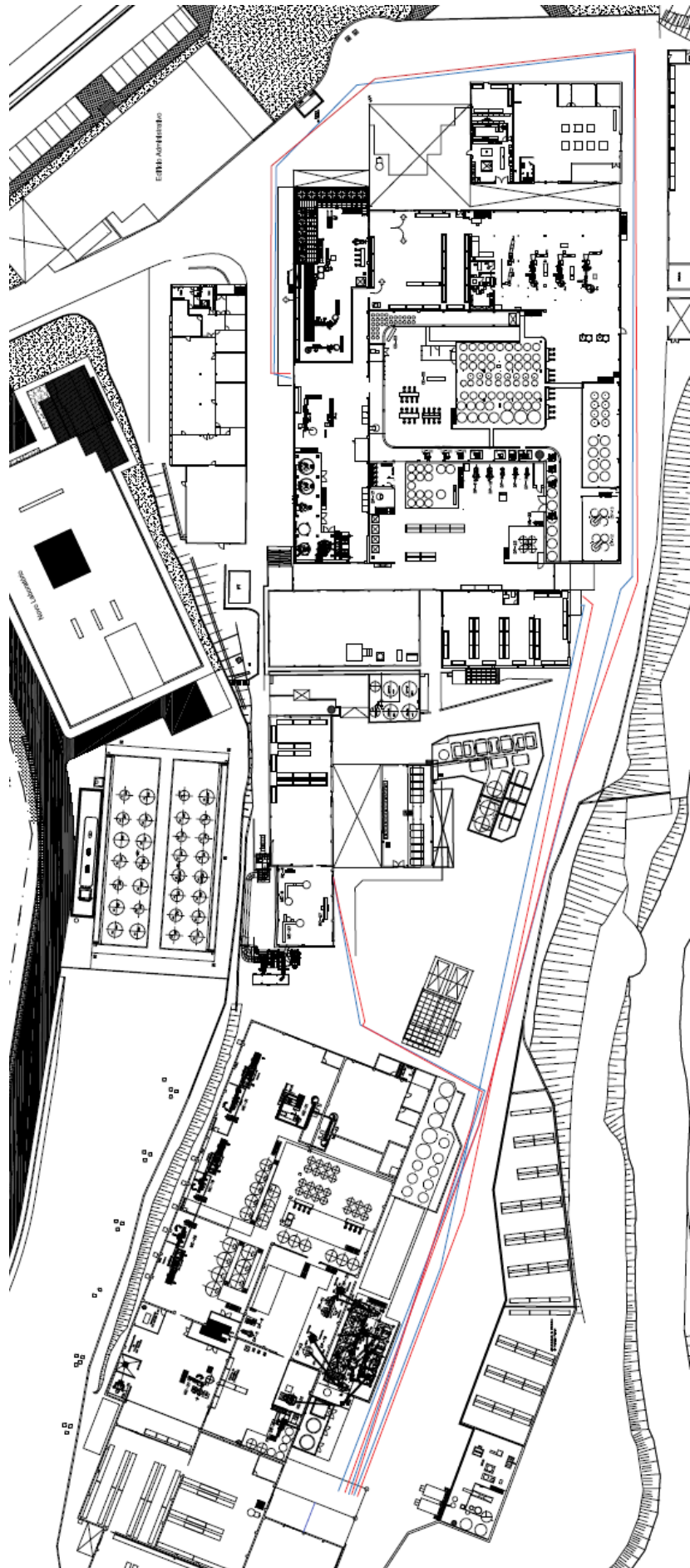
Anexo 5





Viagens entre AMP e Naves	C1	C3/C4	Total
Média	32,208	10,167	42,375
DP	10,8	8,0	13,8
Max	46	29	62
Min	4	0	7
Dias Sem Carga	0	2	0
Dias Amostrados	24	24	24

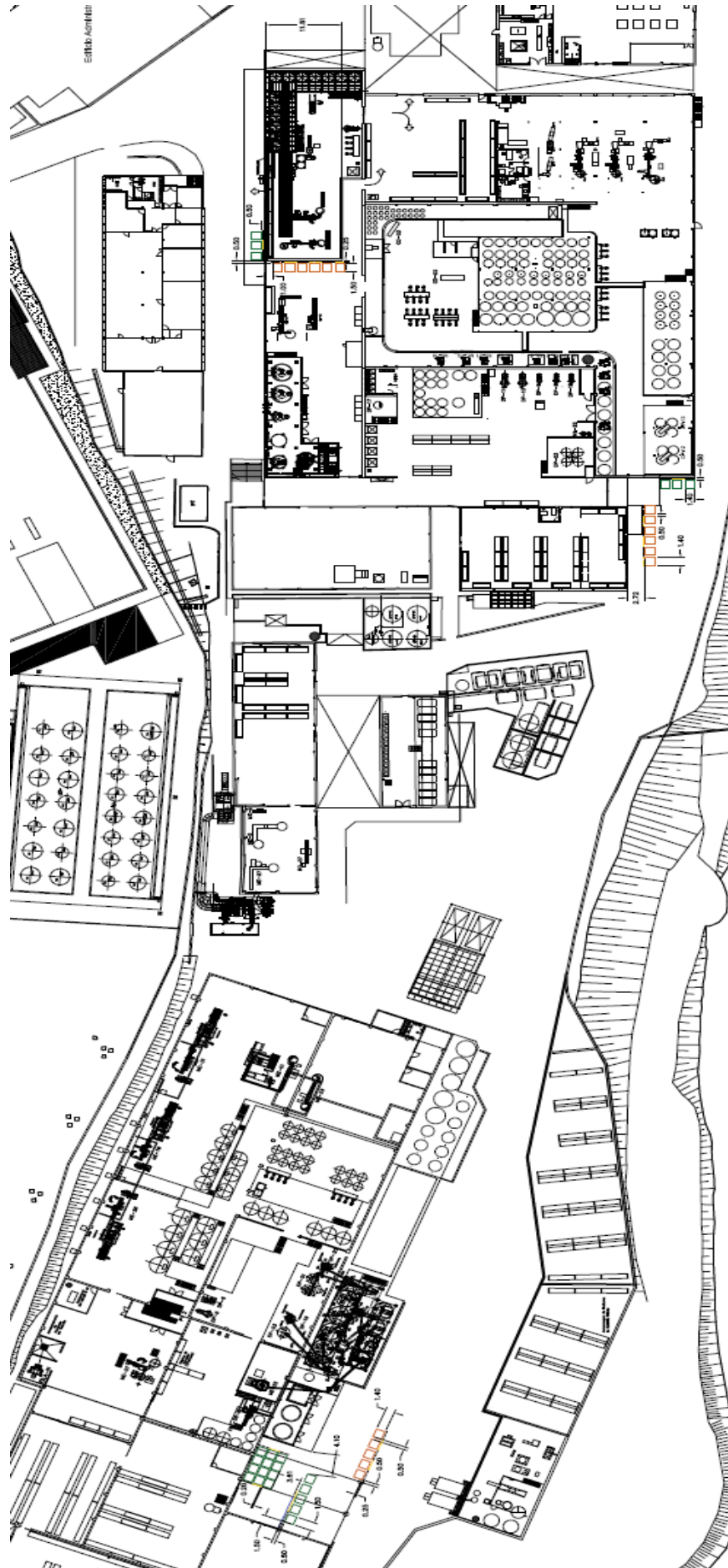
Distância percorrida diariamente	C1	C3/C4	Total
Média (metros)	13.528	8.540	22.068
Máxima (metros)	19.320	24.360	43.680
Mínima (metros)	1.680	0	1.680

Anexo 6

Legenda:
— Viagem de Ida
— Viagem de Regresso



- Legenda:
-  Carga
 -  Descarga
 -  Rampa
 -  Barras de proteção de trolleys



Anexo 7

Modelo atual

QUEST Current Run Summary Report

Model : final/modelo_atual_2.0es.mdl
 Model Dir : c:\damb\QUEST118\000118
 User : z60gq
 Date : Tuesday 15 May 2018
 Time : 11:02 AM
 Length Units : m
 Time Units : hr
 Simulation Time : 120.00000
 Warmup Time : 0.00000
 Statistics Collection Time : 120.00000

Model Summary		
Title	Name	Value
Star Collection Time	-	120.000
Min Util Element	empilhador1_1	20.228
Max Util Element	empilhador1_1	20.228
Max Repairs	-	0.000
Max Failure Time	-	0.000
Max Part Created	Part_3	232.000
Max Part Consumed	Part_3	232.000
Max Residence Time	Part_3	15.054
Max Part Source	AMP_1	557.000
Total Parts Created	-	557.000
Total Parts Consumed	-	557.000

- Part Classes
- Processes
- Element Types

Source Sink Buffer Labor Labor Dec Pt

Source

Name	State Times				Created Parts	Creation Rate
	Idle	Blocked - Wait Block	Unavailable - Shift Out	Unavailable - Shift Break		
AMP_1	38.192	0.141	75.000	6.667	557	4.642

Sink

Name	State Times		Finished Parts
	Idle		
C2_1	120.000		82
C1_1	120.000		232
C3_C4_1	120.000		206
C5_1	120.000		37

Buffer

Name	State Times		Max Buffer Length	Avg. Buffer Length	Avg. Part Residence Time	No. of Entries	Max. Wait Time	Min. Wait Time	Zero Wait Entries	Final Content
	Idle	Busy - Processing								
PRessio_1	86.736	28.568	2	0.316	0.068	557	15.035	0.000	0	0
Buffer2_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	82	0.000	0.000	82	0
Buffer3_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	232	0.000	0.000	232	0
Buffer1_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	206	0.000	0.000	206	0
Buffer4_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	37	0.000	0.000	37	0

Labor

Name	State Times					Utilization (%)	Avg. Part Residence Time	No. of Parts Added	Avg. Contents	Distance Travelled	Final Content
	Idle - Parked	Busy - Loaded Travel	Busy - Empty Travel	Unavailable - Shift Out	Unavailable - Shift Break						
empilhador1_1	14.074	12.133	12.141	74.986	6.667	20.228	0.022	557	0.101	243377.266	0

Labor_Dec_Pt

Name	Utilization (%)	No. of Vehicles Visited	Avg. Vehicle Time
Labor_Dec_Pt2_1	2.802	82	0.041
Labor_Dec_Pt3_1	1.912	37	0.062
Labor_Dec_Pt4_1	49.791	232	0.228
Labor_Dec_Pt5_1	4.081	206	0.024
Labor_Dec_Pt1_1	0.043	557	0.000

Part Classes

Name	Max. Residence	Min. Residence	Avg. Residence	Created Parts	Destroyed Parts	Parts in System
Part_1	0.220	0.008	0.037	82	82	0
Part_2	0.138	0.013	0.041	37	37	0
Part_3	15.054	0.022	0.127	232	232	0
Part_4	1.050	0.035	0.079	206	206	0

Modelo push

QUEST Current Run Summary Report

Model : f:\na1\modelo futuro push1.8es.mdl
 Model Dir : C:\datab\QUEST116\MODELS\
 User : jg890
 Date : Tuesday 15 May 2018
 Time : 11:23 AM
 Length Units : m
 Time Units : hr
 Simulation Time : 120.00000
 Warmup Time : 0.00000
 Statistics Collection Time : 120.00000

Model Summary		
Title	Name	Value
Star Collection Time	-	120.000
Min Util Element	empilhador1_1	3.988
Max Util Element	empilhador1_1	3.988
Max Repairs	-	0.000
Max Failure Time	-	0.000
Max Part Created	Part_3	210.000
Max Part Consumed	Part_3	210.000
Max Residence Time	Part_2	1.027
Max Part Source	AMP_1	580.000
Total Parts Created	-	580.000
Total Parts Consumed	-	580.000

- [Part Classes](#)
 - [Processes](#)
 - [Element Types](#)
- [Source](#) [Sink](#) [Buffer](#) [Labor](#) [Labor_Dec_Pt](#)

Source

Name	State Times			Created Parts	Creation Rate
	Idle	Unavailable - Shift Out	Unavailable - Shift Break		
AMP_1	38.333	75.000	6.667	580	4.833

Sink

Name	State Times		Finished Parts
	Idle		
C2_1	120.000		120
C1_1	120.000		210
C3_C4_1	120.000		210
C5_1	120.000		40

Buffer

Name	State Times		Max. Buffer Length	Avg. Buffer Length	Avg. Part Residence Time	No. of Entries	Max. Wait Time	Min. Wait Time	Zero Wait Entries	Final Content
	Idle									
PRensio_1	116.621		5	0.141	0.029	580	1.018	0.000	0	0
Buffer2_1	120.000		1	0.000	0.000	120	0.000	0.000	120	0
Buffer3_1	120.000		1	0.000	0.000	210	0.000	0.000	210	0
Buffer1_1	120.000		1	0.000	0.000	210	0.000	0.000	210	0
Buffer4_1	120.000		1	0.000	0.000	40	0.000	0.000	40	0

Labor

Name	State Times					Utilization (%)	Avg. Part Residence Time	No. of Parts Added	Avg. Contents	Distance Travelled	Final Content
	Idle - Parked	Busy - Loaded Travel	Busy - Empty Travel	Unavailable - Shift Out	Unavailable - Shift Break						
empilhador1_1	33.590	2.407	2.379	74.957	6.667	3.988	0.021	580	0.100	47987.227	0

Labor_Dec_Pt

Name	Utilization (%)	No. of Vehicles Visited	Avg. Vehicle Time
Labor_Dec_Pt2_1	18.836	24	0.942
Labor_Dec_Pt3_1	2.170	8	0.325
Labor_Dec_Pt4_1	38.849	42	1.110
Labor_Dec_Pt5_1	28.670	42	0.666
Labor_Dec_Pt1_1	0.008	116	0.000

Part Classes

Name	Max. Residence	Min. Residence	Avg. Residence	Created Parts	Destroyed Parts	Parts in System
Part_1	0.039	0.008	0.023	120	120	0
Part_2	1.027	0.027	0.159	40	40	0
Part_3	0.054	0.022	0.038	210	210	0
Part_4	0.070	0.035	0.056	210	210	0

Modelo misto

QUEST Current Run Summary Report

Model : final/modelo futuro misto_v1.mdl
 Model Dir : c:/desenv/QUEST116/ModelS/
 User : jrggo
 Date : Tuesday, 15 May 2018
 Time : 11:42 am
 Length Units : m
 Time Units : hr
 Simulation Time : 120.00000
 Warmup Time : 0.00000
 Statistics Collection Time : 120.00000

Model Summary			
Title	Name	Value	
Stat Collection Time	-	120.000	
Min Util Element	empilhador2_1	4.526	
Max Util Element	empilhador1_1	5.018	
Max Repairs	-	0.000	
Max Failure Time	-	0.000	
Max Part Created	Part_1	377.000	
Max Part Consumed	Part_1	377.000	
Max Residence Time	Part_1	15.006	
Max Part Source	AMP_1	575.000	
Total Parts Created	-	1125.000	
Total Parts Consumed	-	1125.000	

- Part Classes
 - Processes
 - Element Types
- [Source](#) [Sink](#) [Buffer](#) [Labor](#) [Labor_Dec_Pt](#)

Source

Name	State Times			Created Parts	Creation Rate
	Idle	Unavailable - Shift Out	Unavailable - Shift Break		
AMP_1	38.333	75.000	6.667	575	4.792
AMP2_1	38.333	75.000	6.667	550	4.583

Sink

Name	State Times		Finished Parts
	Idle	Unavailable - Shift Break	
C2_1	120.000	0.000	377
C1_1	120.000	0.000	305
C3_C4_1	120.000	0.000	270
C5_1	120.000	0.000	173

Buffer

Name	State Times		Max. Buffer Length	Avg. Buffer Length	Avg. Part Residence Time	No. of Entries	Max. Wait Time	Min. Wait Time	Zero Wait Entries	Final Content
	Idle	Busy - Processing								
PREenvio_1	116.832	0.000	5	0.132	0.028	575	0.202	0.000	0	0
Buffer2_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	377	0.000	0.000	377	0
Buffer3_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	305	0.000	0.000	305	0
Buffer1_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	270	0.000	0.000	270	0
Buffer4_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	173	0.000	0.000	173	0
PREenvio_1	102.060	17.928	2	0.150	0.033	550	15.003	0.000	0	0

Labor

Name	State Times					Utilization (%)	Avg. Part Residence Time	No. of Parts Added	Avg. Contents	Distance Travelled	Final Content
	Idle - Parked	Busy - Loaded Travel	Busy - Empty Travel	Unavailable - Shift Out	Unavailable - Shift Break						
empilhador1_1	32.373	3.020	3.002	74.939	6.667	5.018	0.026	575	0.126	60372.840	0
empilhador2_1	32.902	2.701	2.730	75.000	6.667	4.526	0.005	550	0.023	53532.699	0

Labor_Dec_Pt

Name	Utilization (%)	No. of Vehicles Visited	Avg. Vehicle Time
Labor_Dec_P4_1	47.362	61	0.833
Labor_Dec_P5_1	40.628	54	0.903
Labor_Dec_P1_1	0.013	115	0.000
Labor_Dec_P2_1	66.852	377	0.195
Labor_Dec_P3_1	9.379	173	0.065
Labor_Dec_P6_1	0.037	550	0.000

Part Classes

Name	Max. Residence	Min. Residence	Avg. Residence	Created Parts	Destroyed Parts	Parts in System
Part_1	15.006	0.003	0.048	377	377	0
Part_2	0.020	0.012	0.014	173	173	0
Part_3	0.054	0.019	0.043	305	305	0
Part_4	0.237	0.054	0.066	270	270	0

Modelo misto com retorno de IBCs

QUEST Current Run Summary Report

```

Model       : modelo futuro misto com retorno de IBCs.mdl
Model Dir   : C:/deneb/QUESTlib/MODELS/
User        : 260go
Date        : Thursday 7 June 2018
Time        : 2:49 PM

Length Units : m
Time Units   : hr

Simulation Time : 120.00000
Warmup Time     : 0.00000
Statistics Collection Time : 120.00000
    
```

Model Summary

Title	Name	Value
Stat Collection Time	-	120.000
Min Util Element	empilhador2_1	4.773
Max Util Element	empilhador1_1	5.440
Max Repairs	-	0.000
Max Failure Time	-	0.000
Max Part Created	Part_1	405.000
Max Part Consumed	Part_1	405.000
Max Residence Time	Part2	18.379
Max Part Source	AMP2_1	585.000
Total Parts Created	-	1770.000
Total Parts Consumed	-	1616.000

- [Part Classes](#)
- [Processes](#)
- [Element Types](#)

[Source](#) [Sink](#) [Buffer](#) [Labor](#) [Labor Dec Pt](#)

Source

Name	State Times				Created Parts	Creation Rate
	Idle	Blocked - Wait Block	Unavailable - Shift Out	Unavailable - Shift Break		
AMP_1	10.512	27.822	75.000	6.667	580	4.833
AMP2_1	38.333	0.000	75.000	6.667	585	4.875
C1_envio_1	56.001	63.999	0.000	0.000	300	2.500
Source1_1	18.099	101.901	0.000	0.000	305	2.542

Sink

Name	State Times		Finished Parts
	Idle	Blocked - Wait Block	
C2_1	120.000		405
C1_1	120.000		295
C3_C4_1	120.000		221
C5_1	120.000		180
AMPretorno_1	120.000		515

Buffer

Name	State Times		Max. Buffer Length	Avg. Buffer Length	Avg. Part Residence Time	No. of Entries	Max. Wait Time	Min. Wait Time	Zero Wait Entries	Final Content
	Idle	Busy - Processing								
PREenvio_1	13.900	3.537	5	4.391	0.943	521	16.264	0.000	19	5
Buffer2_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	405	0.000	0.000	405	0
Buffer3_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	295	0.000	0.000	295	0
Buffer1_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	221	0.000	0.000	221	0
Buffer4_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	180	0.000	0.000	180	0
PREenvio_1	101.032	18.937	2	0.158	0.032	585	15.003	0.000	0	0
Buffer5_1	12.237	2.497	5	4.469	1.953	240	15.574	0.000	6	5
c1_envio_1	37.139	2.243	5	3.434	1.357	285	14.214	0.000	13	5
amprececao_1	120.000	0.000	1	0.000	0.000	515	0.000	0.000	515	0

Labor

Name	State Times						Utilization (%)	Avg. Part Residence Time	No. of Parts Added	Avg. Contents	Distance Travelled	Final Content
	Idle - Parked	Busy - Loaded Travel	Busy - Empty Travel	Blocked - Depart Requirement Block	Unavailable - Shift Out	Unavailable - Shift Break						
empilhador1_1	0.000	6.510	0.019	31.805	75.000	6.667	5.440	0.027	1031	0.230	65442.953	0
empilhador2_1	32.606	2.848	2.880	0.000	75.000	6.667	4.773	0.005	585	0.024	56447.738	0

Labor_Dec_Pt

Name	Utilization (%)	No. of Vehicles Visited	Avg. Vehicle Time
Labor_Dec_Pt4_1	77.847	76	1.138
Labor_Dec_Pt5_1	6.352	60	0.127
Labor_Dec_Pt1_1	3.724	123	0.036
Labor_Dec_Pt2_1	66.486	405	0.180
Labor_Dec_Pt3_1	8.808	180	0.059
Labor_Dec_Pt6_1	0.039	585	0.000

Part Classes

Name	Max. Residence	Min. Residence	Avg. Residence	Created Parts	Destroyed Parts	Parts in System
Part_1	1.012	0.006	0.011	405	405	0
Part_2	15.012	0.009	0.097	180	180	0
Part_3	16.649	0.018	4.880	325	295	30
Part_4	16.259	0.035	3.012	255	221	34
Part1	14.233	0.018	4.614	300	280	20
Part2	18.379	0.035	8.803	305	235	70