



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Leandro Manuel Fernandes Reis

Aplicação de técnicas e procedimentos
Lean Production numa empresa da
indústria automóvel



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Leandro Manuel Fernandes Reis

Aplicação de técnicas e procedimentos
Lean Production numa empresa da
indústria automóvel

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efectuado sob a orientação da
Professora Doutora Maria Leonilde Rocha Varela

DECLARAÇÃO

Nome: Leandro Manuel Fernandes Reis

Endereço eletrónico: leandro.reis62195@gmail.com Telefone: 913996603/223253342

Número do Bilhete de Identidade: 14159362

Título da dissertação: Aplicação de técnicas e procedimentos Lean Production numa empresa da indústria automóvel

Orientador(es): Professora Doutora Maria Leonilde Rocha Varela

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE.

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação não seria possível sem o indispensável apoio de diversas pessoas, por esse mesmo motivo, gostaria de deixar a minha total gratidão às que se revelaram mais importantes ao longo do desenvolvimento deste projeto.

Agradeço à Professora Doutora Leonilde Varela, pela excecional orientação, disponibilidade, incentivo, sugestões, opinião crítica e troca de conhecimentos.

Agradeço à Engenheira Carla Coelho, minha orientadora na empresa, pelo acolhimento e apoio prestado.

Agradeço ao Engenheiro Henrique Soares, diretor dos Recursos Humanos da empresa, por me ter dado a oportunidade de realizar o estágio curricular na Preh Portugal e, deste modo, desenvolver o projeto abordado nesta dissertação.

Agradeço a todos os colaboradores da Preh Portugal, deixando um especial apreço aos que trabalham nas secções Injeção de Plásticos e Corte. A forma como me receberam e trataram foi fundamental para a minha integração.

Agradeço a todos os meus colegas e amigos do curso de MIEGI pela constante troca de ideias e *feedback* transmitido.

Agradeço à minha família, em particular aos meus pais e avós, pelos valores passados desde sempre e pela educação, tranquilidade, confiança e apoio incondicional.

Por último, mas não menos importante, à minha namorada Ana Isabel pelo seu apoio incansável, carinho e calma transmitida. Agradeço ainda por toda a sua paciência, não só durante o desenvolvimento desta dissertação, mas ao longo dos últimos 4 anos da minha vida.

A todos, o meu muito obrigado!

RESUMO

A presente dissertação, enquadrada no 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho, foi desenvolvida em contexto industrial na Preh Portugal Lda., uma empresa do sector automóvel situada na Trofa, Portugal. Este projeto utiliza a metodologia de investigação *Action-Research*, visando a análise crítica e diagnóstico do sistema produtivo e a aplicação de técnicas/procedimentos *Lean Production* que permitam otimizar o *Mizusumashi* responsável pelas secções Injeção de Plásticos, Corte e Pintura. Com o propósito de reunir informações que sustentassem e fundamentassem a realização deste projeto, a dissertação inicia-se com a elaboração de uma revisão bibliográfica sobre a metodologia *Lean Production*, onde se abordam as suas origens, os seus princípios, os benefícios decorrentes da sua implementação, bem como algumas das suas principais ferramentas, onde se incluem o *Just-in-Time*, o *Kaizen*, o *Standard Work* e a Gestão Visual. A fase de diagnóstico é principiada com uma caracterização mais geral do sistema produtivo da empresa, onde são apresentadas as diferentes secções e o fluxo de materiais existente entre elas, progredindo para uma rigorosa descrição e análise crítica do desempenho do *Mizusumashi*. Com base na observação do seu comportamento e nos diagramas de sequência e de *spaghetti* elaborados foram identificados os principais problemas. A partir do reconhecimento dos problemas verificados e recorrendo às ferramentas *Lean Production* referidas anteriormente, foram desenvolvidas propostas de melhoria eficazes com capacidade para os solucionar. Essas ações passam pela implementação de um circuito padrão e um tempo de ciclo associado, pela normalização do abastecimento baseado em sistemas de Gestão Visual, e pela organização/racionalização da área produtiva. A implementação destas propostas de melhoria resultou em impactos positivos para a organização, tendo possibilitado a regularização dos percursos do *Mizusumashi* e a estabilização do seu tempo de ciclo, o aumento da robustez do processo de abastecimento, a redução significativa dos níveis de *stock* de materiais depositados na Injeção de Plásticos (desde 9,15% até 93,81%), a diminuição substancial do tempo despendido pelo Comboio Logístico em operações no Armazém 3 (46,59%), e o aumento da área disponível no espaço fabril (32 m²).

PALAVRAS-CHAVE

Lean Production, *Kaizen*, *Mizusumashi*, Gestão Visual.

ABSTRACT

This dissertation, framed within the Master in Industrial Engineering and Management of the University of Minho, 5th year, was developed in industrial environment at Preh Portugal, Lda., a Company involved in the automotive sector located in Trofa, Portugal. This project uses the Action-Research methodology, aiming to diagnose the production system and to implement Lean Production strategies in order to optimize the Mizusumashi that supplies the departments: Plastic Injection, Cutting and the Paintshop. In order to gather information that supports and substantiates the realization of this project, the dissertation begins with the development of a literature review about the Lean Production methodology. Its origins are described along with its principles, the benefits of its implementation, as well as some of the main tools, which include the Just-in-Time, Kaizen, Standard Work, and Visual Management. The diagnostic phase begins with a more general description of the Company's production system, where are presented its departments and the corresponding material flows, then progressing to a strict description and a critical analysis of Mizusumashi's performance. Based on the observation of its behavior and on the sequential and spaghetti diagrams, it was possible to identify the main problems. Considering the problems identified and using the above mentioned Lean Production tools effective suggestions for improvements were presented capable of solving them. These actions include the implementation of a standard route and an associated cycle time, the standardization of the supply tasks based on visual systems, and the organization/rationalization of the factory floor. The implementation of these proposals of improvements resulted in a positive impact for the Company: the adjustment of Mizusumashi routes and the stabilization of its cycle time, the increased robustness of the supply process, the significant reduction in the quantities of materials stored in the Plastic Injection (from 9,15% to 93,81%), the substantial reduction in the time spent by the Mizusumashi in operations performed in the Warehouse 3 (46,59%), and the increase of the available area in the factory floor (32 m²).

KEYWORDS

Lean Production; Kaizen; Mizusumashi; Visual Management.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xix
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Organização da Dissertação.....	5
2. Revisão Bibliográfica.....	7
2.1 Toyota Production System.....	7
2.1.1 Just-in-Time.....	8
2.1.2 Jidoka.....	9
2.1.3 Kaizen.....	11
2.1.4 Heijunka.....	13
2.1.5 Processos Estáveis e Normalizados.....	14
2.1.6 Gestão Visual.....	16
2.1.7 Estabilidade.....	17
2.2 Lean Production.....	17
2.2.1 Princípios Lean.....	18
2.2.2 Desperdícios.....	20
2.2.3 Benefícios.....	22
2.3 Total Flow Management.....	22
2.3.1 Supermercados.....	22
2.3.2 Mizusumashi.....	23
2.3.3 Sincronização.....	24
2.4 Diagrama de Spaghetti.....	25

3.	Apresentação da Empresa	27
3.1	Grupo Preh	27
3.2	Preh Portugal, Lda.	29
3.3	Estrutura Organizacional	30
3.3.1	SMD.....	31
3.3.2	Injeção de Plásticos	32
3.3.3	Corte.....	32
3.3.4	Pintura	33
3.3.5	Linhas de Montagem	33
3.4	Elementos da Cadeia Logística envolvidos no Projeto	34
3.4.1	Armazém 3	34
3.4.2	Armazém 1	36
3.4.3	Cais de Produção	37
3.4.4	Expedição.....	37
4.	Descrição e análise crítica da situação atual	39
4.1	Injeção de Plásticos.....	40
4.1.1	Sacos de granulado	40
4.1.2	Caixas ESD médias e pequenas	42
4.1.3	Caixas Azuis Preh	43
4.1.4	Caixas ESD de cartão / Separadores de cartão e espuma	43
4.1.5	Tabuleiros plásticos de pintura.....	44
4.1.6	Tabuleiros de esferovite	45
4.1.7	Componentes utilizados na Máquina Injetora 17	46
4.1.8	Outros Materiais	46
4.1.9	Outras Funções	47
4.2	Corte	48
4.2.1	Caixas com Material por cortar	48
4.2.2	Tabuleiros plásticos de pintura.....	49
4.2.3	Outros Materiais: paletes de plástico	49
4.2.4	Outras Funções	50

4.3	Pintura.....	51
4.4	Diagramas de Spaghetti	52
4.5	Diagramas de Sequência.....	53
4.5.1	Tempos de ciclo irregulares	54
4.5.2	Elevado número de transportes e deslocações	54
4.5.3	Tempo de espera significativo	55
4.5.4	Elevado tempo no Armazém 3	55
5.	Propostas de Melhoria	57
5.1	Normalização do Circuito e Tempo de Ciclo	57
5.1.1	Circuito do Mizusumashi.....	57
5.1.2	Tempo de Ciclo padrão.....	58
5.2	Injeção de Plásticos.....	59
5.2.1	Aplicação Excel.....	59
5.2.2	Sacos de granulado	65
5.2.3	Caixas ESD médias e pequenas	70
5.2.4	Caixas ESD de cartão / Separadores de cartão e espuma	72
5.2.5	Tabuleiros plásticos de pintura.....	73
5.2.6	Tabuleiros de esferovite	74
5.2.7	Componentes utilizados na Máquina Injetora 17	75
5.2.8	Estante destinada a granulados sem depósito	77
5.2.9	Outros Materiais	77
5.3	Corte	78
5.3.1	Aplicação Excel.....	78
5.3.2	Caixas com Material por cortar	80
5.3.3	Tabuleiros plásticos de pintura e Materiais por cortar distintos	82
5.3.4	Organização do Corte	83
6.	Análise e Discussão das propostas desenvolvidas.....	85
6.1	Circuito fixo e Tempo de Ciclo padrão.....	85
6.2	Normalização do abastecimento de materiais	86
6.3	Aumento da área disponível no espaço fabril	87

7. Conclusão	89
7.1 Considerações finais	89
7.2 Trabalho futuro	90
Referências Bibliográficas	93
Anexo I – Fluxo de Materiais da Preh Portugal, Lda.	96
Anexo II – Diagramas de Sequência	97
Anexo III – Diagramas de Spaghetti: Diagnóstico	113
Anexo IV – Diagramas de Spaghetti: Auditoria	133
Anexo V – Circuito Padrão do Mizusumashi.....	138
Anexo VI – Folha Excel dedicada à Máquina 28.....	139
Anexo VII – Folha Excel Tipos_Embalagem	140
Anexo VIII – Folha Excel Tipos_Separador	141
Anexo IX – Folha Excel Outros_Materiais.....	142
Anexo X – Folha Excel Cálculo Detalhado	143
Anexo XI – Análise ABC aos consumos de matéria-prima	144
Anexo XII – Consumo máximo de matéria-prima em carrinho por máquina injetora	145
Anexo XIII – Identificações dos carrinhos de matéria-prima.....	146
Anexo XIV – Folha de Registo: Injeção de Plásticos.....	150
Anexo XV – Consumo máximo de caixas por máquina injetora.....	151
Anexo XVI – Layout do local de armazenamento.....	152
Anexo XVII – Consumo máximo de materiais em contentor por máquina injetora	153
Anexo XVIII – Sistemas Visuais aplicados aos contentores	154
Anexo XIX – Procedimento para devolução de granulados	156
Anexo XX – Aplicação Excel: Corte	157
Anexo XXI – Folha de Registo: Corte.....	158
Anexo XXII – Níveis de Stock na Injeção de Plásticos	159
Anexo XXIII – Redução do tempo despendido no Armazém 3	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa TPS, adaptado de Liker (2004)	7
Figura 2 - Guarda-Chuva Kaizen, adaptado de Imai (1986)	11
Figura 3 - Ciclo PDCA	12
Figura 4 - Toyota acrescentou as palavras "Go and See" ao ciclo PDCA, adaptado de Rother (2009)..	13
Figura 5 - Triângulo da Gestão Visual, adaptado de Dennis (2005)	16
Figura 6 - Os cinco princípios-chave do pensamento Lean, adaptado de Hines et al. (2011).....	18
Figura 7 - Exemplo de um Diagrama de Spaghetti, adaptado de Womack e Jones (2003)	25
Figura 8 - Instalações da Preh em Bad Neustadt an der Saale, Alemanha	27
Figura 9 - Distribuição geográfica e evolução da faturação do Grupo Preh	28
Figura 10 - Principais produtos da Preh: Climate control, Driver controls, Sensor systems, ECU's and instruments	29
Figura 11 - Fachada da Preh Portugal Lda.	29
Figura 12 - Fluxo de materiais da Preh Portugal, Lda.....	31
Figura 13 - Secção de SMD	31
Figura 14 - Máquinas de Injeção: a) multi-componentes; b) convencional	32
Figura 15 - Secção do Corte.....	33
Figura 16 - Máquina de Pintura Venjakob	33
Figura 17 - Linha de Montagem PL6	34
Figura 18 - Fachada do Armazém 3	34
Figura 19 - Supermercado da Injeção de Plásticos	35
Figura 20 - Supermercado do Corte: área delimitada à esquerda; estante à direita	36
Figura 21 - Local de acesso ao Armazém 1	36
Figura 22 - Cais de Produção.....	37
Figura 23 - Expedição	37
Figura 24 - Sacos de granulado em carrinho	41
Figura 25 - Locais de depósito: a) Palete de madeira; b) Betoneira; c) Estante	42
Figura 26 - Espaço ocupado por paletes contendo caixas ESD médias e pequenas	42
Figura 27 - Locais de depósito das caixas Azuis Preh	43
Figura 28 - Local de depósito das caixas ESD de cartão, separadores de cartão e separadores de espuma.....	44

Figura 29 - Tabuleiros plásticos de pintura depositados em local indevido	45
Figura 30 - Palete contendo tabuleiros de esferovite	45
Figura 31 - Embalagem contendo chapas metálicas a utilizar na máquina 17	46
Figura 32 - Estante reservada para outros materiais	47
Figura 33 - Material dado como conforme pelo departamento da Qualidade	47
Figura 34 - Material por cortar depositado no Supermercado do Corte.....	48
Figura 35 - Áreas destinadas ao depósito de tabuleiros plásticos de pintura.....	49
Figura 36 - Palete de plástico vazia na Expedição	50
Figura 37 - Caixas vazias no bordo-de-linha	50
Figura 38 - Acessos à Pintura	51
Figura 39 - Diagrama de spaghetti inicial	52
Figura 40 - Gráfico do tempo e percentagem média por atividade.....	53
Figura 41 - Gráfico do tempo registado por ciclo.....	54
Figura 42 - Gráfico do tempo e percentagem média das operações em Armazém 3.....	55
Figura 43 - Locais de consulta das posições em supermercado: a) computador; b) lista de materiais. 56	
Figura 44 - Circuito estabelecido para o Mizusumashi	58
Figura 45 - Interface da aplicação Excel	61
Figura 46 - Esquema proposto para os carrinhos de matéria-prima	68
Figura 47 - Sistema visual implementado no carrinho 3	68
Figura 48 - Sistema kanban para requisição de matéria-prima.....	69
Figura 49 - Cartão kanban do granulado 00698-007/0000.....	70
Figura 50 - Local destinado ao depósito de caixas ESD médias e pequenas.....	71
Figura 51 - Etiquetas referentes às caixas ESD médias e pequenas	71
Figura 52 - Etiquetas referentes aos tabuleiros plásticos de pintura utilizados nas máquinas 18 e 19. 74	
Figura 53 - Etiqueta referente aos tabuleiros de esferovite 03523-430/0002.....	75
Figura 54 - Etiqueta referente aos materiais 12700-608/0003 e 12707-019/0001 a fornecer na máquina 17	76
Figura 55 - Etiqueta de identificação de matéria-prima	77
Figura 56 - Cartão kanban destinado à requisição de outros materiais.....	78
Figura 57 - Quadro kanban do Corte	82
Figura 58 - Exemplos dos cartões disponibilizados no quadro kanban.....	83
Figura 59 - Suportes de folhas A4 introduzidos no Corte.....	84

Figura 60 - Diagrama de spaghetti após a normalização.....	85
Figura 61 - Espaço libertado na área produtiva.....	88
Figura 62 - Fluxo de Materiais da Preh Portugal, Lda.....	96
Figura 63 - Diagrama de Spaghetti n.º 1	113
Figura 64 - Diagrama de Spaghetti n.º 2	114
Figura 65 - Diagrama de Spaghetti n.º 3	115
Figura 66 - Diagrama de Spaghetti n.º 4	116
Figura 67 - Diagrama de Spaghetti n.º 5	117
Figura 68 - Diagrama de Spaghetti n.º 6	118
Figura 69 - Diagrama de Spaghetti n.º 7	119
Figura 70 - Diagrama de Spaghetti n.º 8	120
Figura 71 - Diagrama de Spaghetti n.º 9	121
Figura 72 - Diagrama de Spaghetti n.º 10	122
Figura 73 - Diagrama de Spaghetti n.º 11	123
Figura 74 - Diagrama de Spaghetti n.º 12	124
Figura 75 - Diagrama de Spaghetti n.º 13	125
Figura 76 - Diagrama de Spaghetti n.º 14	126
Figura 77 - Diagrama de Spaghetti n.º 15	127
Figura 78 - Diagrama de Spaghetti n.º 16	128
Figura 79 - Diagrama de Spaghetti n.º 17	129
Figura 80 - Diagrama de Spaghetti n.º 18	130
Figura 81 - Diagrama de Spaghetti n.º 19	131
Figura 82 - Diagrama de Spaghetti n.º 20	132
Figura 83 - Diagrama de Spaghetti n.º 21	133
Figura 84 - Diagrama de Spaghetti n.º 22	134
Figura 85 - Diagrama de Spaghetti n.º 23	135
Figura 86 - Diagrama de Spaghetti n.º 24	136
Figura 87 - Diagrama de Spaghetti n.º 25	137
Figura 88 - Circuito Padrão do Mizusumashi	138
Figura 89 - Gráfico da análise ABC: Consumos de Matéria-Prima.....	144
Figura 90 - Identificação colocada no carrinho 1	146
Figura 91 - Identificação colocada no carrinho 2	146

Figura 92 - Identificação colocada no carrinho 3	147
Figura 93 - Identificação colocada no carrinho 4	147
Figura 94 - Identificação colocada no carrinho 5	148
Figura 95 - Identificação colocada no carrinho 6	148
Figura 96 - Identificação colocada no carrinho 7	149
Figura 97 - Folha de Registo dedicada à Injeção de Plásticos.....	150
Figura 98 - Layout do local de stock de caixas ESD médias e pequenas.....	152
Figura 99 - Sistema Visual dedicado às caixas ESD de cartão	154
Figura 100 - Sistema Visual dedicado às divisórias de cartão.....	154
Figura 101 - Sistema Visual dedicado às divisórias de espuma	155
Figura 102 - Procedimento para devolução de granulados.....	156
Figura 103 - Folha de Registo dedicada ao Corte.....	158
Figura 104 - Gráfico do Tempo despendido no Armazém 3	163

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Análise SWOT.....	39
Tabela 2 - Consumo Máximo por Referência de granulado.....	66
Tabela 3 - Reorder Point e Nível Máximo por Referência de granulado	67
Tabela 4 - Consumo Máximo por Tipo de Embalagem	70
Tabela 5 - Consumo Máximo por Tipo de Embalagem e Separador.....	72
Tabela 6 - Reorder Point e Nível Máximo por Tipo de Embalagem e Separador	72
Tabela 7 - Consumo por Referência de tabuleiro	73
Tabela 8 - Reorder Point e Nível Máximo por Referência de tabuleiro	74
Tabela 9 - Consumo por Referência de tabuleiro	75
Tabela 10 - Reorder Point e Nível Máximo de caixas para a máquina 17	76
Tabela 11 - Consumo de caixas com material por cortar durante o Tempo de Entrega (TE).....	81
Tabela 12 - Redução dos níveis médios de stock.....	86
Tabela 13 - Diagrama de Sequência n.º 1	97
Tabela 14 - Diagrama de Sequência n.º 2	98
Tabela 15 - Diagrama de Sequência n.º 3	99
Tabela 16 - Diagrama de Sequência n.º 4.....	100
Tabela 17 - Diagrama de Sequência n.º 5	101
Tabela 18 - Diagrama de Sequência n.º 6	102
Tabela 19 - Diagrama de Sequência n.º 7	102
Tabela 20 - Diagrama de Sequência n.º 8	103
Tabela 21 - Diagrama de Sequência n.º 9	103
Tabela 22 - Diagrama de Sequência n.º 10	104
Tabela 23 - Diagrama de Sequência n.º 11	105
Tabela 24 - Diagrama de Sequência n.º 12	105
Tabela 25 - Diagrama de Sequência n.º 13	106
Tabela 26 - Diagrama de Sequência n.º 14.....	106
Tabela 27 - Diagrama de Sequência n.º 15	107
Tabela 28 - Diagrama de Sequência n.º 16	108
Tabela 29 - Diagrama de Sequência n.º 17	109
Tabela 30 - Diagrama de Sequência n.º 18	110

Tabela 31 - Diagrama de Sequência n.º 19	111
Tabela 32 - Diagrama de Sequência n.º 20	112
Tabela 33 - Folha Excel dedicada à máquina 28.....	139
Tabela 34 - Folha Excel Tipos_Embalagem	140
Tabela 35 - Folha Excel Tipos_Separador.....	141
Tabela 36 - Folha Excel Outros_Materiais.....	142
Tabela 37 - Folha Excel Cálculo Detalhado	143
Tabela 38 - Consumo máximo de matéria-prima em carrinho por máquina injetora (Kg/Hora)	145
Tabela 39 - Consumo máximo de caixas por máquina injetora (Caixas/Hora)	151
Tabela 40 - Consumo máximo de materiais em contentor por máquina injetora (UN/Hora)	153
Tabela 41 - Aplicação Excel dedicada ao Corte.....	157
Tabela 42 - Níveis de Stock de Granulados na Injeção de Plásticos.....	159
Tabela 43 - Níveis de Stock de Caixas ESD na Injeção de Plásticos.....	160
Tabela 44 - Níveis de Stock de Separadores na Injeção de Plásticos	161
Tabela 45 - Níveis de Stock de Tabuleiros Plásticos de Pintura na Injeção de Plásticos	161
Tabela 46 - Níveis de Stock de Tabuleiros de Esferovite na Injeção de Plásticos	162
Tabela 47 - Níveis de Stock de Caixas com Material para a Máquina Injetora 17 na Injeção de Plásticos	162
Tabela 48 - Medições dos tempos em Armazém 3	164

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5S – *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

ECU – *Engine Control Unit*

EOL – *End of Line*

EPS – Poliestireno expandido

ESD – *Electrostatic Discharge*

FIFO – *First in, First out*

JIT – *Just-in-Time*

LP – *Lean Production*

PCB – *Printed Circuit Board*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

QTD – Quantidade

SMD – *Surface-Mount Device*

SMED – *Single-Minute Exchange of Die*

SMT – *Surface-Mount Technology*

SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*

TC – Tempo de Ciclo

TE – Tempo de Entrega

TFM – *Total Flow Management*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

UN – Unidade

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work-in-Process*

1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo realiza-se um enquadramento ao tema do projeto da dissertação, descrevem-se os objetivos propostos e a metodologia de investigação utilizada, e apresenta-se a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

O ritmo crescente da evolução tecnológica e da globalização dos mercados emergentes tem aumentado a concorrência à escala mundial, levando os fabricantes a enfrentarem níveis de pressão sem precedentes. As tensões criadas pelo aparecimento de produtos estrangeiros, novos produtos lançados por concorrentes, métodos mais inovadores, artigos com menor vida útil e avanços na produção e na tecnologia da informação obrigaram as empresas a reagirem a estes exigentes e crescentes desafios (Alves, 2008; Karim, Smith, Halgamuge, & Islam, 2008). Como resultado, as organizações que compreenderam a importância de pertencer a um mercado global, procuraram tornar-se mais competitivas através do recurso a métodos operacionais baseados em sistemas de produção inovadores, distintos dos tradicionais modelos de fabrico (Rawabdeh, 2005) incapazes de atender às exigências e paradigmas do panorama atual (Alves, 2008). Desta forma, as empresas viram-se forçadas a olhar para além dos custos, procurando dar maior ênfase aos produtos que são necessários aos clientes, entregando-os mais rapidamente do que os seus concorrentes e superando os requisitos de qualidade (Rawabdeh, 2005).

Como forma de atingir esses objetivos traçados pelas organizações é usualmente utilizada a metodologia *Lean Production* (LP) (Womack & Jones, 2003). Termo introduzido por John Krafcik – investigador da *International Motor Vehicle Program* (IMVP) – como forma de se referir ao *Toyota Production System* (Womack, Jones, & Roos, 1990), LP é definido como uma abordagem multi-dimensional que engloba uma ampla variedade de ferramentas num sistema integrado (Shah & Ward, 2003), tendo como ideias principais a contínua eliminação de desperdícios, i.e., de todas as atividades que não acrescentam valor, e a mudança da cultura da organização (Liker, 2004; Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar, 2003). Para Melton (2005), ser *lean* permite desfrutar de diversos benefícios, tais como: *lead times* reduzidos, menor necessidade de retrabalho, custos reduzidos, aumento da robustez dos processos, inventário reduzido e eliminação de *muda*.

No reconhecido livro *“Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production”* (Ohno, 1988), o autor identificou a sobreprodução, os defeitos, o excesso de inventário, as movimentações, o sobreprocessamento, os transportes e as esperas como os sete desperdícios a serem eliminados com a implementação desta metodologia. Mais tarde, Liker (2004) apontou o desaproveitamento da criatividade dos trabalhadores como o oitavo desperdício.

A metodologia *Lean* assenta em cinco princípios fundamentais (Womack & Jones, 2003) – Valor, Cadeia de Valor, Fluxo, *Pull* (Puxar) e Perfeição – que, segundo Hines, Found, Griffiths e Harrison (2011), demonstram como esta abordagem pode ser estendida a qualquer organização ou empresa, independentemente do setor em que se inserem ou do país em que se encontram. Quando implementados em conjunto, estes princípios que formam o pensamento *Lean* permitem simplificar o modo como a empresa produz valor para os seus clientes ao mesmo tempo que elimina todos os desperdícios, formando um processo de solução de problemas que, através de mudanças incrementais e graduais, é capaz de mudar por completo os processos de trabalho e principalmente as pessoas (Pinto, 2008).

O modelo de produção *Lean* oferece um conjunto de ferramentas que auxiliam na identificação e eliminação constante de *muda* numa empresa ou organização (Kumar & Abuthakeer, 2012), tais como o *Kaizen* (Melhoria Contínua), *Value Stream Mapping* (VSM), 5S, *Total Productive Maintenance* (TPM), *Single-Minute Exchange of Die* (SMED) e *Just-in-Time* (JIT). Contudo, Liker (2004) relembra que a utilização de ferramentas *Lean* numa organização não é por si só garantia de sucesso, uma vez que a possibilidade de tornar a adoção desta filosofia numa vantagem competitiva e sustentável está dependente do seguimento de todos os princípios que a compõem. Quando tal não se verifica, as empresas apenas são capazes de gerar resultados a curto prazo e sem sustentabilidade.

Neste sentido, o presente projeto tem como finalidade a implementação de metodologias *Lean Production* na empresa Preh Portugal, fundada em 1969 no concelho da Trofa. O Grupo Preh é um consórcio internacional surgido no ano 1919 em Bad Neustadt an der Saale (Alemanha), contabilizando cerca de 4200 funcionários distribuídos por Alemanha, Portugal, Estados Unidos da América, México, Roménia e China. Capaz de gerar 611 milhões de euros em vendas, esta organização foi responsável pelo desenvolvimento do “Preh-Funk”, um dos primeiros recetores de rádio

em todo o mundo. A sua sucursal portuguesa apresenta-se como uma das principais na indústria automóvel, laborando no sector dos componentes elétricos.

1.2 Objetivos

O presente projeto tem como principal objetivo a apresentação de propostas e soluções que visem melhorar o sistema produtivo da Preh Portugal, através da aplicação de técnicas e procedimentos *Lean Production* que permitam otimizar o *Mizusumashi* responsável pelas secções da Injeção de Plásticos, Corte e Pintura. Mais concretamente, pretendeu-se:

- Reduzir/eliminar desperdícios na empresa;
- Aumentar a produtividade;
- Melhorar o desempenho;
- Aumentar o aproveitamento do espaço fabril.

De modo a concretizar o objetivo proposto, revelou-se necessário:

- Definir um circuito fixo e um tempo de ciclo padrão associado;
- Desenvolver aplicações Excel que permitissem compreender os consumos de materiais;
- Normalizar o abastecimento através da introdução de sistemas de gestão visual;
- Sincronizar os elementos pertencentes à cadeia logística interna;
- Organizar e racionalizar a área produtiva disponível.

1.3 Metodologia de Investigação

A metodologia de investigação tem como propósito auxiliar no desenvolvimento do projeto de investigação (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009), desde a sua fase inicial, onde se procede à definição do tema, até à sua conclusão com a escrita do relatório. O processo de investigação, que nem sempre é linear e racional, engloba normalmente as seguintes fases: formulação do tópico de investigação, revisão da literatura, planeamento da investigação, recolha e análise de dados e, por último, a escrita do relatório/dissertação (Tereso, 2014).

No âmbito de metodologias de investigação, coloca-se a seguinte questão para a realização deste projeto: “A aplicação da metodologia *Lean Production* poderá contribuir para a redução/eliminação dos desperdícios da Preh Portugal, por forma a aumentar a sua produtividade, a melhorar o seu

desempenho e a aumentar o aproveitamento do seu espaço fabril?”. Com o objetivo de se responder a esta pergunta de investigação adotou-se a metodologia *Action-Research* (Investigação-Ação). Originalmente introduzida em 1946 por Kurt Lewin como forma de designar uma abordagem pioneira para a pesquisa social (Susman & Evered, 1978), esta estratégia é habitualmente usada em situações reais, estando focada na resolução de problemas presentes nas organizações. Distinguindo-se de todas as restantes abordagens pela ênfase na ação e no incentivo à mudança nas organizações (Tereso, 2014), a sua escolha é motivada por circunstâncias que exigem flexibilidade, o envolvimento das pessoas na pesquisa, ou quando as mudanças devem ocorrer rapidamente ou de forma global (O'Brien, 2001).

Esta abordagem é um processo cíclico e iterativo composto por 5 fases distintas que se repetem até à resolução do problema em questão: o diagnóstico, o planeamento de ações, a implementação das ações, a avaliação e a especificação da aprendizagem. No diagnóstico procede-se à recolha e análise dos dados, por forma a identificar/definir o problema e eventuais desperdícios associados. Segue-se o planeamento, onde se analisam diversas ações de melhoria e se selecionam as que se revelam mais apropriadas de forma a eliminar os desperdícios detetados, tendo como base as ilações retiradas do diagnóstico. Após esta fase decorre a implementação, que consiste na aplicação da estratégia previamente planeada. Sucede-se a avaliação, onde os resultados obtidos com a implementação das ações de melhoria são devidamente avaliados e comparados com os esperados. Por último, procede-se à especificação da aprendizagem, onde se reavalia o estado da situação e, caso necessário, inicia-se um novo ciclo até à resolução do problema (O'Brien, 2001; Susman, 1983; Susman & Evered, 1978).

Simplificadamente, a metodologia Investigação-Ação consiste em *“aprender fazendo”*, onde um grupo de pessoas procede à identificação de um problema, atua com vista à sua resolução, avalia os seus esforços através da análise dos resultados gerados com a implementação das ações de melhoria e, caso não se encontre satisfeito, repete tudo novamente até atingir os resultados pretendidos e resolver efetivamente o problema inicialmente detetado (O'Brien, 2001).

“Action research ... aims to contribute both to the practical concerns of people in an immediate problematic situation and to further the goals of social science simultaneously. Thus, there is a dual commitment in action research to study a system and concurrently to collaborate with members of the system in changing it in what is together regarded as desirable direction. Accomplishing this twin goal

requires the active collaboration of researcher and client, and thus it stresses the importance of co-learning as a primary aspect of research process." (Gilmore, Ramirez, & Krantz, 1986).

1.4 Organização da Dissertação

A presente dissertação está organizada em 7 capítulos. No **capítulo 1** encontra-se a introdução ao projeto, onde foram elaborados o enquadramento ao tema, definidos os objetivos, delineada a metodologia de investigação e, por fim, apresentada a organização da dissertação. No **capítulo 2** realiza-se uma revisão bibliográfica sobre *Lean Production*, na qual são referidos os seus pilares, os seus princípios e algumas das suas principais técnicas/ferramentas. O **capítulo 3** apresenta e descreve a empresa onde se desenvolveu este projeto, abordando temas tais como a história, os clientes, os produtos e a estrutura organizacional. No **capítulo 4** procede-se à descrição e análise crítica da situação atual, onde se examina o comportamento do *Mizusumashi* e se salientam os principais problemas detetados. No **capítulo 5** são apresentadas as propostas de melhoria que visam solucionar os problemas identificados. No **capítulo 6** realiza-se a análise e discussão das propostas desenvolvidas, avaliando-se o impacto obtido com a sua implementação. E, por fim, no **capítulo 7** são efetuadas as considerações finais relativas ao projeto e mencionadas sugestões de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Toyota Production System

Mais do que um conjunto de ferramentas, o *Toyota Production System* (TPS) é um sofisticado sistema de produção baseado numa estrutura, onde todos os elementos que a compõem contribuem para um todo. Como forma de a representar, Fujio Cho (discípulo de Taiichi Ohno) desenvolveu uma simples representação – a casa TPS – que se tornou um dos símbolos mais reconhecidos na indústria mundial. A casa é um sistema estrutural que só é forte se o telhado, os pilares e a base também o forem. Um elemento fraco leva ao enfraquecimento de todo o sistema, uma vez que cada elo desempenha um papel crítico e tem a capacidade de reforçar os restantes (Liker, 2004).

A Casa TPS (Figura 1) tem como pilares o *Just-in-Time* (JIT) e o *Jidoka*, que suportam todo o edifício assente num terreno regular e seguro composto por Produção Nivelada (*Heijunka*), Processos Estáveis e Normalizados, Gestão Visual e Filosofia Toyota. Estas estruturas, aliadas à Melhoria Contínua conseguida através das Pessoas & Trabalho em Equipa e Eliminação de Desperdícios, conferem ao sistema a estabilidade necessária para aguentar o peso de um telhado de Melhor Qualidade, Custo Reduzido, Menor *Lead Time*, Maior Segurança e Maior Moral, representativo dos principais objetivos de uma organização *Lean*.

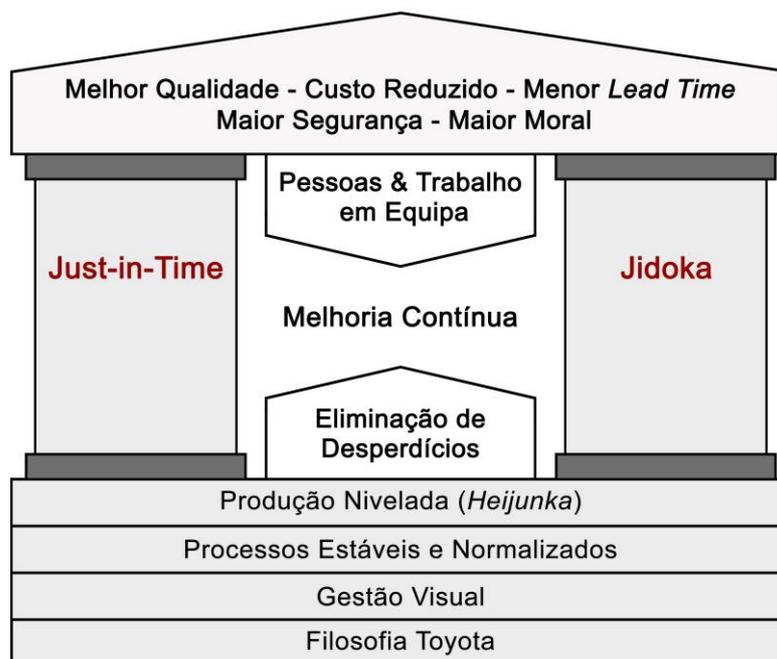


Figura 1 - Casa TPS, adaptado de Liker (2004)

2.1.1 Just-in-Time

Just-in-Time (JIT), provavelmente a característica mais visível e altamente publicitada do TPS (Liker, 2004), baseia-se em produzir apenas aquilo que será vendido no momento em que será necessário (Courtois, Martin-Bonnefois, & Pillet, 1997), tendo como objetivo a eliminação de todos os desperdícios existentes nas operações das organizações e, a um nível máximo, a obtenção de zero *stocks* (Ha & Kim, 1997). Ao contrário da contabilidade tradicional, que atribui valor acrescentado ao inventário, a abordagem JIT vê-o como um desperdício, sendo esta a sua filosofia. Com recurso às funcionalidades deste pilar é possível expor os custos ocultos associados à posse de artigos em *stock* (Tayal, 2012).

Dennis (2007) afirma que a introdução da abordagem JIT pela Toyota deveu-se à necessidade de responder a problemas muito concretos, tais como: mercados fragmentados exigindo produtos variados em baixos volumes; forte concorrência; preços fixos ou em queda; rápida evolução tecnológica; elevados custos de capital; e trabalhadores aptos com ambições por elevados índices de envolvimento.

Segundo Pinto (2008), a filosofia JIT está assente em três ideias vitais:

- Integração e otimização de todo o processo de fabrico, onde se busca a redução/eliminação de funções e sistemas desnecessários aos processos. Este conceito tem início na conceção e projeto de um novo produto ou serviço e progride até à entrega ao cliente e à assistência pós-venda;
- Melhoria contínua, perseguida através do desenvolvimento de sistemas internos que fomentam a melhoria permanente, não apenas dos processos e procedimentos, mas também das pessoas dentro da organização. Esta atitude de enfrentar os problemas possibilita o desenvolvimento das potencialidades humanas, obtendo o comprometimento e o envolvimento de todos os intervenientes no sentido da melhoria e do progresso;
- Entender e responder às necessidades dos clientes, respeitando os requisitos de qualidade do produto, prazo de entrega e custo associado.

Produzir em JIT requer trabalhadores qualificados e equipamentos confiáveis e disponíveis (Hines et al., 2011), bem como a existência de um fluxo contínuo de materiais e de informação coordenados de acordo com um sistema *pull* - em que o cliente desencadeia os processos desde a montagem até à

matéria-prima - a operar com um tempo de ciclo o mais próximo possível do *takt time* (tempo de ciclo definido em função da procura e do tempo disponível) (Pinto, 2008).

Segundo Tayal (2012), a implementação da metodologia JIT proporciona os seguintes benefícios:

- Redução do tempo de *setup*: a diminuição do tempo de *setup*, alcançada através da ferramenta SMED (*Single-Minute Exchange of Die*), permite que a empresa reduza/elimine o inventário acumulado para o *changeover time*;
- Melhoria do fluxo de materiais desde o armazém até ao supermercado: pequenos lotes ou lotes individuais permitem reduzir o nível de inventário, o que simplifica o fluxo e respetiva gestão;
- Utilização mais eficiente de trabalhadores com múltiplas aptidões: dispor de funcionários capazes de operar em diferentes partes do processo produtivo, permite à empresa movê-los para os pontos em que são necessários;
- Programação da produção e tempo de trabalho sincronizado com a procura: não existindo procura para um produto num certo momento, este não é fabricado. Procedendo deste modo, a empresa consegue economizar o seu capital;
- Maior ênfase nas relações com os fornecedores: um problema no sistema de abastecimento pode levar a que uma organização sem inventário entre em quebras de *stock*. Por esta razão, o relacionamento com os fornecedores desempenha um papel de extrema importância;
- Abastecimento regular ao longo de todo o dia de produção: o abastecimento é sincronizado com a procura e a quantidade ótima de inventário encontra-se disponível em qualquer momento;
- Diminuição do espaço de armazenamento necessário;
- Menor possibilidade do inventário expirar ou entrar em rutura.

2.1.2 Jidoka

Jidoka é um termo de origem japonesa geralmente traduzido para “*máquinas inteligentes*”, em referência à capacidade da máquina para detetar um problema e, de forma automática, suspender o seu funcionamento. Também conhecido por *autonomation* (automação com toque humano), este método procura manter os equipamentos em atividade sem a necessidade de monitorização contínua e direta por parte dos operadores (Liker, 2004; Liker & Meyer, 2006).

Com base nas ideias de Sakichi Toyoda, *Jidoka* consiste em “*facultar ao operador ou à máquina a autonomia de paralisar o processamento sempre que for detetada qualquer anormalidade*” (Ghinato, 2007). Assim que a máquina interrompe o processamento ou o operador para a linha de produção, o problema torna-se imediatamente visível para todos os colaboradores, que desencadeiam um esforço conjunto na tentativa de apurar a causa fundamental e proceder à sua eliminação. Atuando desta forma é possível evitar a reincidência do problema, o que se traduz numa redução no número de paragens da linha e num aumento dos índices de qualidade (Ghinato, 1995).

Segundo Miltenburg (2001), os mecanismos *Jidoka* permitem à máquina parar quando deteta problemas de qualidade, ocorrem problemas no próprio equipamento, ou o processamento é dado como concluído. Esta função automática de paragem exerce um papel importante no suporte da filosofia JIT, uma vez que não permite que unidades defeituosas de um processo anterior entrem no fluxo e interrompam o processo seguinte (Monden, 1993).

A implementação desta técnica passa por quatro passos principais (Pereira, 2007), sendo eles:

1. Detetar a anomalia ou defeito;
2. Suspende o processo;
3. Solucionar o problema;
4. Investigar a causa raiz e certificar de que não volta a acontecer.

O pilar *Jidoka* engloba os seguintes elementos:

- **Andon**, termo japonês para “lâmpada”, é um dispositivo de controlo visual presente na área de produção que, através de sinais como luzes e alarmes sonoros, alerta os trabalhadores para a ocorrência de defeitos, anomalias em equipamentos ou outros problemas (Liker, 2004).
- **Poka-Yoke**, também conhecido por “*mistake-proofing*”, “*goof-proofing*” e “*fail-safe work methods*”, consiste simplesmente num sistema à prova de falhas, projetado para prevenir erros involuntários provocados pelos trabalhadores que realizam o processo (Potey & Bonde, 2013; Velmanirajan, Rajaraman, Karthikeyan, & Dinesh, 2013). Shimbun (1988) afirma que existem dois tipos de dispositivos *Poka-Yoke*: de controlo, que informa os operários e não permite que o processo comece ou continue depois da ocorrência de um erro; e de advertência, que após detetar um erro alerta os operários mas não interrompe a atividade do

sistema produtivo. Segundo Fisher (1999), o recurso a sistemas *Poka-Yoke* conduz à redução dos defeitos até zero.

“When there is a problem, do not just keep going with the intention of fixing it later. Stop and fix the problem now. Productivity may suffer now, but in the long run productivity will be enhanced as problems are found and countermeasures put in place.” (Liker & Meyer, 2006).

2.1.3 Kaizen

Kaizen, termo japonês que significa “mudar para melhor”, é um conceito que tem vindo a ser cada vez mais implementado por pessoas e organizações em todo o mundo. A adoção deste princípio é reconhecida como uma potencial solução para as tensões e desafios originados pelo aumento da competitividade global e pela revolução da tecnologia de informação (Coimbra, 2009).

Também conhecido por “melhoria contínua”, *Kaizen* constitui o ponto de partida para todas as iniciativas *Lean* (Ortiz, 2006), implicando o envolvimento de todos os funcionários – alta administração, gerência e operários – com reduzidas despesas (Imai, 2012; Pereira, 2007). Através do desenvolvimento de habilidades individuais para operar eficazmente em pequenos grupos, este elemento procura trabalhar capacidades de autogestão, de resolução de problemas, de documentação e melhoramento de processos e de reunião e análise de dados (Liker, 2004). O *Kaizen* revela-se mais eficaz quando usado em combinação com outros tipos de melhoria. Todos os elementos que o suportam encontram-se dispostos no guarda-chuva *Kaizen* (Figura 2) (Janakiraman & Gopal, 2006).



Figura 2 - Guarda-Chuva Kaizen, adaptado de Imai (1986)

Ao contrário das empresas japonesas, a gestão ocidental tem demonstrado preferência pela inovação, que envolve mudanças radicais provocadas por novidades tecnológicas, recentes conceitos de gestão e novas técnicas de produção (Imai, 2012). A inovação é dramática e atrativa quando comparada com a filosofia subtil que é o *Kaizen*, que com base no senso comum, no baixo custo e na motivação e criatividade dos colaboradores, garante um progresso incremental compensador a longo prazo (Imai, 2012; Scotelano, 2007).

A Toyota desenvolveu a metodologia *Kaizen* após a Segunda Guerra Mundial num esforço incansável para aumentar a competitividade pós-guerra do Japão, particularmente como resposta à alta produtividade apresentada por Alemanha e Estados Unidos da América. Atualmente, depois de mais de 60 anos com a melhoria contínua sempre presente, a empresa japonesa ocupa a posição de líder indiscutível da indústria automóvel mundial (Coimbra, 2009).

No centro da filosofia de melhoria contínua encontra-se o ciclo **PDCA** (*plan, do, check, act*), uma simples e poderosa ferramenta introduzida no Japão, em 1950, pelas mãos de W. Edwards Deming (Pinto, 2008). A finalidade de cada um dos elementos que compõe este ciclo (Figura 3) apresenta-se seguidamente (Van Scyoc, 2008):

- **Plan** (Planear): recolha e análise da informação, solicitação de ideias e seleção do melhor plano de melhoria;
- **Do** (Implementar): implementação do plano escolhido anteriormente;
- **Check** (Verificar): reunião de informação com o intuito de verificar se os resultados pretendidos foram atingidos;
- **Act** (Agir): sustentação dos ganhos obtidos e, caso necessário, implementação de ações corretivas.

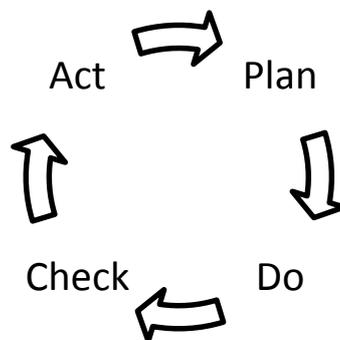


Figura 3 - Ciclo PDCA

Mais tarde, a Toyota acrescentou as palavras “Go and See” no interior da roda PDCA (Figura 4). Este incremento resultou da convicção da empresa de que não importa o nível de confiança existente, é sempre indispensável “ir e ver” pessoalmente o estado em que a situação se encontra de modo a compreendê-la verdadeiramente (Rother, 2009).



Figura 4 - Toyota acrescentou as palavras "Go and See" ao ciclo PDCA, adaptado de Rother (2009)

Uma outra parte integrante da melhoria contínua é a famosa “five-why analysis” (Liker, 2004). **Five Whys** (Cinco Porquês) consiste numa técnica de análise utilizada na resolução de problemas, em que a pergunta “Porquê?” é feita repetidamente até à identificação e compreensão da causa raiz, de modo a que possam ser desenvolvidas e implementadas contramedidas eficazes (Imai, 2012; Womack & Jones, 2003).

“The kaizen philosophy assumes that our way of life – be it our working life, our social life, or our home life – should focus on constant improvement efforts.” (Imai, 2012).

2.1.4 Heijunka

Heijunka consiste na criação de um programa nivelado de produção baseado no sequenciamento das encomendas num padrão repetitivo e no nivelamento das variações diárias do número total de encomendas por forma a ajustar-se à procura a longo prazo (Womack & Jones, 2003). Fundamentalmente, este sistema conduz à desagregação dos lotes de produção (mesmo quando existe a possibilidade de os unir) e possibilita a regularização do volume de produção (Galgano, 2003). Segundo Hüttmeir, de Treville, van Ackere e Monnier (2009), o *Heijunka* tem como objetivo evitar os “picos e vales” na programação da produção.

Geralmente traduzido para Produção Nivelada (pouco oscilante, estável), este elemento da casa TPS baseia-se na criação de condições ideais para a manutenção de um fluxo contínuo de produção, a

redução dos níveis de inventário e o aumento da consistência e estabilidade dos processos (Pinto, 2008). Liker (2004) defende que alcançar *Heijunka* é uma forma fundamental de se eliminar *mura* que, por sua vez, exercerá um papel importante na eliminação de *muri* e *muda*.

Fujiu Cho, presidente da *Toyota Motor Corporation*, afirmou o seguinte sobre este princípio (Liker, 2004): “*In general, when you try to apply the TPS, the first thing you have to do is to even out or level the production. And that is the responsibility primarily of production control or production management people. Leveling the production schedule may require some front-loading of shipments or postponing of shipments and you may have to ask some customers to wait for a short period of time. Once the production level is more or less the same or constant for a month, you will be able to apply pull systems and balance the assembly line.*”.

2.1.5 Processos Estáveis e Normalizados

Standard Work (em português, Trabalho Normalizado) é a forma mais segura, fácil e eficaz de se realizar as operações, que se conhece atualmente (Dennis, 2007). A criação de processos padronizados, baseada na observação e no estudo dos movimentos dos trabalhadores, procura atingir um estado de fluidez nos seus movimentos que permita que as tarefas sejam efetuadas com perfeição e no menor tempo possível, gerando trabalho de valor acrescentado (Coimbra, 2009). Proceder à normalização dos procedimentos de trabalho e comunicá-los aos colaboradores constitui um passo fundamental para assegurar os ganhos gerados pela organização (Al-Araidah, Momani, Khasawneh, & Momani, 2010).

Segundo Monden (1993) e Dennis (2007), o *Standard Work* assenta em 3 elementos:

1. Takt Time, que indica com que frequência deve ser fabricado um produto, de modo a responder à procura do mercado;
2. Rotina de trabalho normalizada, que representa a sequência de operações a executar pelo trabalhador nos múltiplos processos da organização;
3. WIP padrão, que corresponde à quantidade necessária de peças inacabadas para assegurar o correto funcionamento do sistema produtivo.

Para Liker e Meyer (2006), proceder à padronização do trabalho constitui o primeiro passo para a eliminação de desperdícios. Para além de fornecer uma maneira padrão de se executar a tarefa, o

processo de análise permite revelar desperdícios que devem ser eliminados como parte do desenvolvimento do trabalho normalizado. Assim que esse desenvolvimento ocorre e os operadores se encontram devidamente treinados, são necessárias auditorias regulares com o intuito de verificar se as normas estão a ser cumpridas, e se não, o porquê de isso acontecer. Os operadores devem ser incentivados a sugerir propostas de melhoria que permitam aprimorar o processo e que resultem em revisões no trabalho normalizado. O *Standard Work* incorpora um diferente modo de pensar que permite motivar toda a organização a operar de uma maneira mais eficiente e a oferecer produtos de qualidade superior a um custo menor (Johansson, Lezama, Malmsköld, Sjögren, & Ahlström, 2013).

A implementação de *Standard Work* resulta nos seguintes benefícios (Dennis, 2007):

- Estabilidade do processo: as organizações devem assegurar permanentemente a sua produtividade, custo, *lead time*, segurança e objetivos ambientais;
- Pontos claros de paragem e de começo referentes a cada processo: com base no conhecimento do *takt time* é possível compreender as condições de produção;
- Aprendizagem organizacional: o *Standard Work* preserva o conhecimento e a competência;
- Auditar e solucionar problemas: a normalização do trabalho permite compreender o estado atual e identificar problemas;
- Envolvimento dos colaboradores e *poka-yoke*: num sistema *Lean*, os membros da equipa desenvolvem *Standard Work* com o auxílio de supervisores e engenheiros, sendo capazes de identificar oportunidades para a introdução de dispositivos à prova de erros;
- *Kaizen* (melhoria contínua): os processos são, essencialmente, *muda*. O *Standard Work* confere uma base sobre a qual é possível avaliar as melhorias;
- Treino: o trabalho normalizado constitui a base para o treino dos colaboradores. Assim que estes estejam familiarizados com os formatos do *Standard Work*, torna-se inata a forma como executam as operações.

Segundo Pinto (2008), a padronização torna os processos mais estáveis e previsíveis (mais fáceis de gerir), constituindo um dos requisitos principais para a sua estabilidade.

2.1.6 Gestão Visual

Ao contrário das práticas ocidentais, que demonstravam preferência por sistemas tecnológicos complexos ou grandes sistemas de informação, a gestão japonesa optou pela adesão a princípios simples com base nas pessoas (Pinto, 2008). Souza e Lindgren (2012) descrevem este elemento como um sistema de planeamento, controlo e melhoria contínua, que integra ferramentas visuais simples com o objetivo de possibilitar a compreensão de todos de forma clara. A gestão visual deve ser capaz de permitir que se detetem as anomalias o mais próximo possível do local e do momento em que ocorrem, e de dar conhecimento dos procedimentos a tomar de modo a corrigi-las.

Segundo Liff e Posey (2004), a gestão visual consiste num sistema que promove a melhoria organizacional, podendo ser usada em qualquer empresa que procure melhorar o seu desempenho em toda a linha, ao mesmo tempo que concentra a sua atenção no que é realmente importante. Através da utilização de fortes técnicas de visualização gráfica, que permitem aumentar o foco das organizações na sua performance, este sistema adiciona uma nova dimensão aos processos, sistemas e estruturas que compõem. As informações apresentadas nestes sistemas devem ser oportunas e de fácil compreensão, por forma a ajudar todos a gerirem e melhorarem o processo. O triângulo da gestão visual, baseado no conhecimento partilhado e na responsabilidade (Hines et al., 2011), apresenta-se na Figura 5.

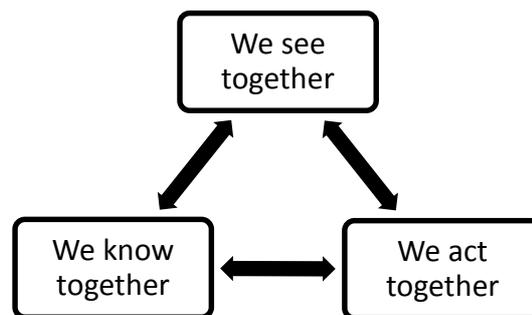


Figura 5 - Triângulo da Gestão Visual, adaptado de Dennis (2005)

Os autores Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2009) identificaram as seguintes funcionalidades associadas à gestão visual: transparência, disciplina, melhoria contínua, facilitação do trabalho, formação em serviço, criação de propriedade partilhada, gestão baseada em factos, simplificação e unificação.

Para Pinto (2008), a gestão visual deve: mostrar como o trabalho deve ser realizado; mostrar o modo como os materiais e as ferramentas são utilizadas; mostrar como tudo é armazenado; mostrar os níveis de controlo do inventário; mostrar o estado dos processos; indicar quando os colaboradores necessitam de auxílio; identificar áreas perigosas; e apoiar as operações à prova de erro.

Sinais luminosos, marcas pintadas no pavimento, pictogramas, desenhos técnicos, etiquetas, fluxogramas, organogramas e mapas de fluxo de valor são exemplos de mecanismos de gestão visual.

2.1.7 Estabilidade

Pinto (2008) defende que a estabilidade é a base essencial do sistema de produção da Toyota. Só após a criação de um sistema de fabrico estável é que se torna possível proceder à eliminação de desperdícios com o intuito de reduzir os custos. De acordo com Deming, citado por Pinto (2008), *“os objetivos da gestão não podem ser alcançados através de sistemas instáveis”*, uma vez que um elevado grau de instabilidade traduz-se num processo em paragens constantes (Liker, 2004).

2.2 Lean Production

Segundo Womack, Jones e Roos (1990), o termo *“Lean Production”* (LP) é originalmente introduzido por John Krafcik – investigador da *International Motor Vehicle Program* (IMVP) – como forma de se referir ao sistema de produção da Toyota, que utiliza menos de tudo comparativamente com a produção em massa, mais concretamente, metade do esforço humano, metade do espaço para produção, metade do investimento em ferramentas e metade das horas necessárias para desenvolver um novo produto. Para além disso, necessita ainda de menos de metade do nível inventário, o que resulta numa diminuição do número de defeitos e na produção de uma maior e crescente variedade de produtos, dando assim origem a um sistema *“lean”* (magro).

Este inovador sistema de produção, que combina em si as vantagens da produção artesanal e da produção em massa, enquanto evita os elevados custos da primeira e a rigidez da segunda (Womack et al., 1990), tem como base a contínua eliminação das atividades que não acrescentam valor ao longo de todas as áreas produtivas (Alavi, 2003). Para Warnecke e Hüser (1995) esta noção pode ser melhor caracterizada como um sistema de medidas e métodos que quando adotadas em conjunto têm potencial para produzir um estado magro e, portanto, particularmente competitivo, não apenas no

sector da produção, mas em toda a empresa. O propósito do LP não passa por eliminar colaboradores, mas sim por empregá-los com maior inteligência (Tapping, 2006).

Kerper (2006) define LP como: *“A systematic approach to identifying and eliminating waste (non-value-added activities) through continuous improvement by flowing the product at the pull of the customer in pursuit of perfection”*.

2.2.1 Princípios Lean

O *Lean Thinking* decompõe a abordagem *Lean* em cinco princípios-chave (Figura 6) e demonstra como estes conceitos podem ser estendidos a qualquer empresa ou organização, inserida em qualquer sector e em qualquer país (Hines et al., 2011). Segundo Womack e Jones (2003), esta filosofia é o *“antídoto para os desperdícios”*, disponibilizando forma de especificar o que se entende por valor, de iniciar as ações de criação de valor na melhor sequência, e de realizar essas atividades sem interrupção, sempre que alguém as solicite e de forma eficaz. Deste modo, os autores identificaram os seguintes princípios associados à presente filosofia de pensamento: valor, cadeia de valor, fluxo, *pull* (puxar) e perfeição.

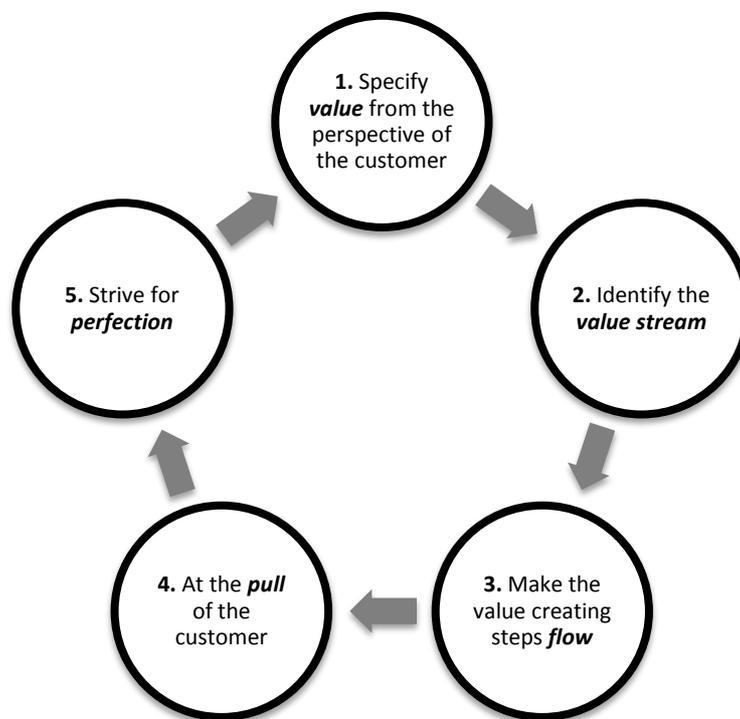


Figura 6 - Os cinco princípios-chave do pensamento Lean, adaptado de Hines et al. (2011)

- **Valor:** neste princípio é especificado o que acrescenta valor ao produto ou serviço do ponto de vista do cliente (Hines et al., 2011), constituindo o primeiro passo crítico no pensamento *Lean* (Womack & Jones, 2003). Valor tem como base a produção do produto certo, sendo para isso fundamental a empresa compreender o que os seus clientes querem e necessitam (Cunningham & Jones, 2007). Características que não satisfaçam as suas necessidades/expectativas constituem desperdício e representam oportunidades de melhoria (Emiliani, 1998; Pinto, 2008).
- **Cadeia de valor:** a cadeia ou fluxo de valor (*value stream*) resume-se ao conjunto das ações necessárias para proceder à entrega do produto especificado pelo cliente, através de três atividades críticas de gestão de qualquer empresa: a resolução de problemas (desde a conceção até ao lançamento do produto), a gestão da informação (desde o acompanhamento das ordens até ao seu registo) e a transformação física (desde as matérias-primas até à entrega do produto final ao cliente). A análise do fluxo de valor usualmente expõe os seguintes três tipos de ações: (1) aquelas que acrescentam valor; (2) aquelas que, apesar de não acrescentarem valor, são inevitáveis, dada a tecnologia e metodologias atuais; (3) e aquelas que não acrescentam valor e são completamente dispensáveis (Paez et al., 2004; Pinto, 2008; Womack & Jones, 2003).
- **Fluxo:** o fluxo diz respeito às interações ao longo do *value stream* (Paez et al., 2004). Neste passo procede-se à organização da cadeia de valor com o objetivo de aumentar a fluidez do processo através da erradicação de qualquer atividade que não acrescente valor. Com a criação de um fluxo contínuo (livre de pontos estrangulamentos) é possível sincronizar a produção com o ritmo a que os clientes pedem um novo produto/serviço, aumentando a capacidade de resposta e a competitividade da empresa (Pinto, 2008).

“Make those actions that create value flow without interruption, detours, backflows, waiting or scrap.”
(Hines et al., 2011).

- **Pull (puxar):** em vez de ser a empresa a “empurrar” um produto, muitas vezes indesejado, até ao cliente, este princípio confere ao cliente a capacidade de “puxar” o produto pretendido (Womack & Jones, 2003). Tendo como objetivo a sincronização do fluxo de valor com as

necessidades dos clientes (Paez et al., 2004), a base do *Pull* passa por produzir apenas aquilo que é necessário, na quantidade necessária e no momento em que é necessário, evitando-se a acumulação de produtos em inventário (Pinto, 2008).

“The more inventory a company has, (...) the less likely they will have what they need.” Taiichi Ohno, referido por Liker (2004).

- **Perfeição:** neste princípio procura-se alcançar a perfeição através da contínua eliminação de desperdícios, assegurando que apenas as atividades de valor acrescentado estão presentes no fluxo de valor de um produto (Hines et al., 2011). Por forma a atingir este estado ideal, revela-se fundamental a existência de um compromisso de melhoria contínua (*kaizen*) (Pinto, 2008) e de um esforço constante para atender as necessidades dos clientes e obter um processo com zero defeitos (Staats, Brunner, & Upton, 2011).

“Perfection is like infinity. Trying to envision it (and to get there) is actually impossible, but the effort to do so provides inspiration and direction essential to making progress along the path.” (Womack & Jones, 2003).

2.2.2 Desperdícios

Entende-se por desperdício, ou *muda* (termo de origem japonesa), tudo aquilo que consome recursos sem acrescentar valor para o cliente (Hines et al., 2011; Womack & Jones, 2003). Ohno (1988) identificou sete desperdícios, designadamente, a sobreprodução, as esperas, os transportes ou transferências, o sobreprocessamento ou processamento incorreto, o excesso de inventário, as deslocações desnecessárias e os defeitos.

Sobreprodução: Devido ao facto da sobreprodução transmitir a sensação de falsa segurança, encobrir uma pluralidade de problemas e ocultar eventuais oportunidades de melhoria, é unanimemente considerado como o desperdício mais prejudicial de todo o *muda* (Imai, 2012). Produzir artigos para os quais não existem encomendas, ou simplesmente fazê-lo em quantidade superiores às que o cliente necessita, é responsável por gerar diversas perdas, tais como custos com excesso de trabalhadores, armazenamento e transporte provocado pelo inventário excessivo (Liker, 2004; Liker & Meyer, 2006).

Esperas: O desperdício das esperas ocorre quando o tempo é utilizado ineficientemente, podendo afetar produtos e trabalhadores (Hines & Rich, 1997). Extensos períodos de paragem de pessoas,

equipamentos, materiais e informação, resultam em fluxos irregulares e em longos *lead times*. Avarias do equipamento, atrasos nas entregas, burocracias nos processos e colaboradores pouco autônomos, são alguns dos motivos para essas paragens (Pinto, 2008).

Transportes ou transferências: O presente desperdício consiste na movimentação de produtos ao longo da organização, podendo ocorrer entre as fases do processo, durante o processo ou quando o produto é enviado para o cliente (Apreutesei, Suci, & Arvinte, 2010). Apesar do transporte ser uma componente essencial das operações, trata-se de uma atividade que não acrescenta valor e que pode inclusive resultar em danos nas peças (Imai, 2012).

Sobreprocessamento ou processamento incorreto: Este tipo de *muda* ocorre quando são adotados procedimentos desnecessários para o processamento dos componentes. O processamento ineficiente devido a ferramentas desadequadas ou ao fraco *design* (causando movimentos dispensáveis e unidades defeituosas), e o fornecimento de produtos com qualidade superior à necessária são exemplos deste desperdício (Liker, 2004).

Excesso de inventário: O excesso de matéria-prima, *WIP*, ou produtos acabados resulta em *lead times* mais longos, obsolescência, bens danificados, custos de transporte e de armazenagem, e atrasos (Liker & Meyer, 2006). O inventário é ainda responsável por ocultar diversos problemas. De modo a resolvê-los torna-se indispensável proceder à redução do inventário existente (Hines & Rich, 1997).

Deslocações desnecessárias: Este desperdício engloba todos os movimentos desnecessários realizados no decorrer do trabalho dos colaboradores, tais como esticarem-se, inclinarem-se ou procurarem materiais (Hines & Rich, 1997; Liker, 2004).

Defeitos: Os defeitos constituem o tipo de desperdício mais comum, sendo facilmente identificados como bens danificados ou produtos não conformes (Benson & Kulkarni, 2011). Os componentes defeituosos causam interrupção da produção e exigem retrabalho dispendioso. Quando descartados, resultam num acentuado desperdício de recursos e esforços (Imai, 2012).

Liker (2004) apontou ainda um oitavo desperdício, o **não aproveitamento da criatividade dos colaboradores**: desperdiçar tempo, ideias, competências, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não existir envolvimento ou comunicação com os funcionários.

2.2.3 Benefícios

Segundo Melton (2005), a introdução da metodologia LP numa organização resulta nos seguintes principais benefícios:

- Redução dos tempos de entrega;
- Redução dos níveis de inventário;
- Melhor gestão do conhecimento;
- Processos mais robustos (gerando menos erros e, portanto, menos retrabalho);
- Maior compreensão sobre os processos;
- Poupanças financeiras.

2.3 Total Flow Management

Desenvolvido no *Kaizen Institute*, o *Total Flow Management* (TFM) é descrito como um sistema baseado na criação de *pull flow*, que permite uma implementação adequada do TPS, não só no interior do espaço fabril mas na totalidade das cadeias de abastecimento. O seu principal objetivo passa pela redução do *lead time* total, eliminando o desperdício das esperas e criando um fluxo de materiais. A sua implementação assegura: redução de custos; redução do capital investido; aumento da produtividade; aumento da qualidade; e níveis mais elevados de serviço ao cliente e satisfação (Coimbra, 2009).

O fluxo de logística interna constitui um dos pilares do modelo TFM, sendo o responsável pela integração da logística e da produção. Com esta abordagem, o sistema produtivo funciona de forma sincronizada com o *takt time*, tornando-se capaz de entregar os seus produtos *“just in time”*. Supermercados, *Mizusumashi* e Sincronização, são conceitos basilares deste pilar (Coimbra, 2009).

2.3.1 Supermercados

Supermercados são simplesmente armazéns com um modo de funcionamento particular (Liker, 2004). Nestes locais, uma quantidade pré-definida de inventário é controlada e libertada através de um

sistema puxado (Sayer & Williams, 2007), o que permite a existência de um bom e produtivo fluxo logístico interno (Coimbra, 2009).

Segundo Coimbra (2009), o funcionamento dos supermercados segue as seguintes regras:

- Disponibilizar um local fixo para cada componente;
- Proporcionar *picking* fácil e acessível;
- Permitir gestão visual;
- Assegurar o princípio FIFO;
- Possibilitar a existência de fluxo e o fácil manuseio de pequenos contentores, contentores sobre rodas e carrinhos.

2.3.2 Mizusumashi

Mizusumashi (termo japonês que significa “besouro aquático”) consiste em operadores que, movimentando-se de forma rápida e fluida, procedem ao fornecimento normalizado dos componentes e materiais necessários nos diferentes pontos da organização (Nomura & Takakuwa, 2006; Sakikawa, 2012).

O *Mizusumashi* é frequentemente confundido com o tradicional transportador de material (Miller, 2006), que recorre ao empilhador para fazer o transporte de grandes cargas até junto do seu ponto de utilização e a entrega de produtos acabados até ao seu respetivo armazém. Como este sistema tradicional não é de todo normalizado, i.e., não segue uma rota e tempo de ciclo pré-definidos, o abastecimento dos bordos-de-linha por parte do operador do empilhador baseia-se nas encomendas dos trabalhadores ou nas indicações do supervisor. Esta forma de proceder significa que não existe controlo da capacidade, o que leva a que em certos períodos do dia o empilhador fique sobrecarregado com encomendas e noutros se encontre completamente desocupado (Coimbra, 2009).

Para Coimbra (2009), a definição da rota do *Mizusumashi* passa pelas seguintes etapas:

- Listar as tarefas que serão da sua responsabilidade;
- Estimar quanto tempo será necessário para executar cada tarefa;
- Desenhar uma rota circular no *layout*;
- Identificar pontos de paragem;
- Construir um comboio adequado;

- Realizar uma viagem experimental com o comboio vazio, seguindo sempre em linha reta e fazendo as curvas num ângulo de 90°;
- Garantir que os supermercados estão preparados;
- Selecionar a melhor pessoa para operar o Comboio Logístico;
- Colocar em prática o Comboio durante 4/5 dias, medindo tempos e eliminando desperdícios;
- Conceber a instrução de trabalho final;
- Treinar o operador durante tempo suficiente para que o *standard* se torne um hábito.

2.3.3 Sincronização

A sincronização está relacionada com o sistema de informação utilizado para sinalizar o arranque da produção, ou o início do *picking* e entrega de materiais. Num ambiente *Lean*, a sincronização é realizada no *Gemba* recorrendo a eficazes e eficientes dispositivos de gestão visual, que devem ser facilmente compreendidos pelos trabalhadores. O *Mizusumashi* é o principal utilizador deste sistema, sendo o responsável por observar quando é que um recipiente necessita de ser movido para um determinado ponto de utilização, e por ordenar o momento em que a produção de um certo componente deve ser iniciada (Coimbra, 2009).

Segundo Coimbra (2009), existem duas formas principais de alcançar a sincronização: através de *kanban* (abastecimento contínuo) e de *junjo* (abastecimento sequenciado).

- ***Kanban***

Muitas vezes visto como a assinatura do TPS (Liker & Meyer, 2006), o *kanban* consiste num sistema de ferramentas visuais (geralmente cartões de sinalização) que sincroniza e fornece instruções a fornecedores e a clientes internos e externos (Dennis, 2007), possibilitando um controlo harmonioso das quantidades de produção ao longo da cadeia de valor (Monden, 1993; Sayer & Williams, 2007). Monden (1993) faz referência aos dois tipos principalmente utilizados: *kanban de requisição* e *kanban de produção*. O primeiro informa a quantidade que o processo seguinte deve movimentar, enquanto o segundo notifica a quantidade que o processo anterior deve produzir.

Num ciclo logístico *kanban*, o *Mizusumashi* desloca-se até ao bordo-de-linha e verifica se existem caixas vazias disponíveis. Cada uma das caixas dispõe de um cartão *kanban* que identifica o número do componente, a quantidade, a localização do cliente (no bordo-de-linha), e a localização do fornecedor

(no supermercado). O operador do Comboio Logístico retira a caixa vazia com o cartão anexado, volta ao supermercado e recolhe outra caixa idêntica a entregar no ciclo seguinte (Coimbra, 2009). Da implementação de sistemas *kanban* decorrem os seguintes benefícios (Dailey, 2003): redução de inventário; fluxo previsível de materiais; programação simplificada; sistemas visuais *pull* junto ao ponto de produção; e aumento da produtividade.

- *Junjo*

Junjo, também conhecido por sistema de abastecimento sequencial (Monden, 1993), é geralmente utilizado para abastecer *kits* ou componentes de maiores dimensões (Marchetti, 2012). A sua aplicação tem a vantagem de reduzir o tamanho dos supermercados *kanban* e dos bordos-de-linha, e de diminuir consideravelmente os movimentos dos operadores das linhas que manuseiam o componente na fabricação do produto (Coimbra, 2009).

2.4 Diagrama de Spaghetti

O diagrama de *spaghetti* (Figura 7) é uma representação gráfica das movimentações de materiais ou pessoas ao longo da cadeia de valor (Sayer & Williams, 2007; Womack & Jones, 2003).

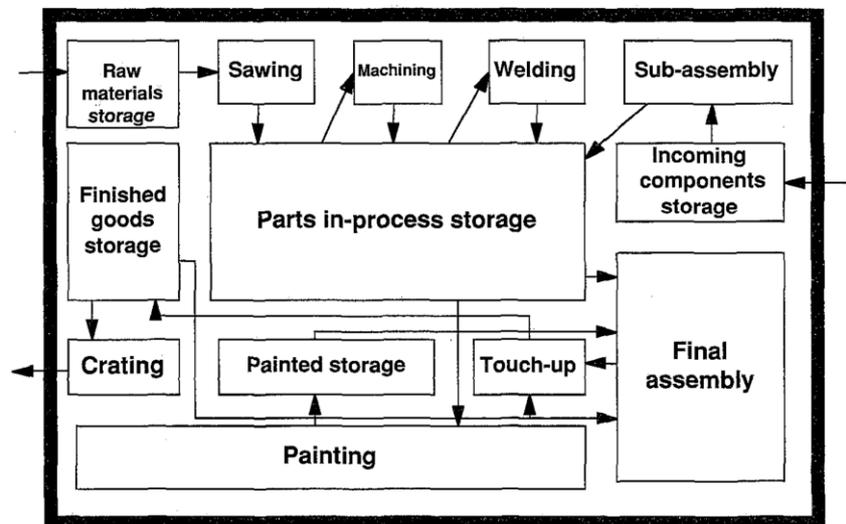


Figura 7 - Exemplo de um Diagrama de Spaghetti, adaptado de Womack e Jones (2003)

A sua utilização permite identificar os arranques, as paragens e as distâncias percorridas pelo objeto em análise, com resultados por vezes surpreendentes (Chalice, 2007). Para além dos pontos referidos, este diagrama é ainda capaz de evidenciar aspetos críticos no *layout*, incluindo espaços não ocupados e obsoletos, o posicionamento inadequado de ferramentas, dispositivos e postos, e desperdícios nos movimentos dos trabalhadores (Di Pietro, Mugion, & Renzi, 2013).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é apresentada a Preh Portugal Lda., empresa onde se desenvolveu o projeto de dissertação, bem como o grupo onde esta se insere – Grupo Preh. Com esse intuito, abordaram-se temáticas tais como a sua evolução histórica, os principais produtos e clientes, a missão e os objetivos traçados, as bases para o sucesso e a sua estrutura organizacional.

3.1 Grupo Preh

Em 11 de março de 1919, Jakob Preh funda a companhia “Jakob Preh jun.” numa antiga estalagem situada em Bad Neustadt an der Saale, na Alemanha, onde se dedicou à fabricação de componentes e acessórios eletrónicos (Figura 8).



Figura 8 - Instalações da Preh em Bad Neustadt an der Saale, Alemanha

No ano de 1924, Jakob Preh, reconhecendo a idade de ouro que a Rádio atravessava, torna-se um dos primeiros fabricantes alemães a comercializar um recetor de rádio, o “Preh Funk”. Nesta fase, a jovem empresa era formada por cerca de 200 trabalhadores.

Após a Segunda Guerra Mundial, em 1949, a empresa começa com a produção de brinquedos - essencialmente de carros e bonecos de controlo remoto - que viria a cessar-se em 1960. A companhia passa a focar-se exclusivamente na produção de componentes eletromecânicos, numa altura em que dá entrada no promissor mercado da Televisão.

No seu 50º aniversário, celebrado a 1969, é inaugurada na Trofa (Portugal) a primeira fábrica de eletromecânica do grupo situada fora da Alemanha. A empresa atinge nesse ano um volume recorde de negócios de 92 milhões de marcos alemães (cerca de 47 milhões de euros).

No final da década de oitenta, a empresa torna-se novamente ativa no sector automóvel com a venda de sistemas de controlo de ar-condicionado e aquecimento eletromecânico, painéis de controlo para os primeiros computadores de bordo e sensores potenciométricos para o controlo da posição de válvulas de aceleração.

Em março de 1993, a Rheinmetall Berlin AG adquire uma quota de 63% da Preh-Werke GmbH, passando a ocupar uma posição maioritária na organização. Decorridos sete anos, a Preh apresenta vendas no valor de 220 milhões de euros e um total de 1970 trabalhadores em todo o mundo.

Atualmente o Grupo Preh apresenta-se como um fornecedor líder do ramo automóvel, tendo contabilizado, no final de 2014, vendas no valor de 611 milhões de euros (mais 17,5% que em 2013: 520 milhões de euros) e cerca de 4200 trabalhadores (mais 22 % que em 2013: 3430 trabalhadores) distribuídos por Alemanha, Portugal, Estados Unidos da América, México, Roménia e China (Figura 9).

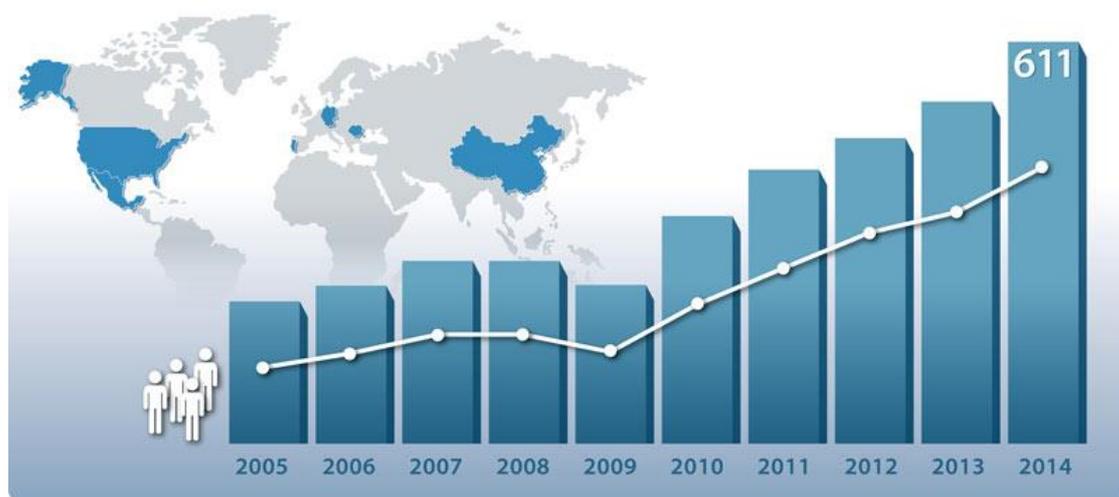


Figura 9 - Distribuição geográfica e evolução da faturação do Grupo Preh

A sua gama de produtos (Figura 10) inclui sistemas de climatização, sistemas de controlo de condução, sensores, ECU's (centrais eletrónicas) e painéis de instrumentos com destino para os maiores produtores mundiais de automóveis, de entre os quais Audi, Bentley, BMW, Claas, Daimler,

DAF, Ford, General Motors, John Deere, Lamborghini, MAN, Opel, Porsche, Rolls-Royce, Seat, Skoda e Volkswagen.



Figura 10 - Principais produtos da Preh: Climate control, Driver controls, Sensor systems, ECU's and instruments

3.2 Preh Portugal, Lda.

A Preh Portugal, Lda. (Figura 11) é fundada em 1969 no concelho da Trofa, distrito do Porto, tendo principiado a sua atividade no ano seguinte. No arrançar da sua laboração, a organização segue os passos da empresa-mãe sediada na Alemanha e dedica-se à produção de componentes para Rádio, Vídeo e Televisão.



Figura 11 - Fachada da Preh Portugal Lda.

No ano de 1982, a Preh Portugal começa com a montagem de cablagem em componentes informáticos para a multinacional americana *International Business Machines* (IBM).

Dez anos depois (1992), dedica-se finalmente à produção de componentes eletrónicos para a indústria automóvel. Como resposta ao crescente volume de negócios, introduz em 1997 a tecnologia SMT na produção de placas de circuito impresso (PCB's).

As empresas-satélite Preh Teconex – Interconexões e Tecnologias, Lda., Preh Intermex – Tecnologias Eletromecânicas, Lda. e Preh II – Indústria de Interconexões, Lda., criadas entre 1992 e 2003, centralizaram as suas funções na Preh Portugal Lda. no final desse período.

No presente momento, a Preh Portugal ocupa a posição da unidade mais produtiva do grupo alemão, tendo apresentado a 31 de março de 2015 uma faturação anual de 175,9 milhões de euros (22,2% acima do valor atingido em igual período do ano anterior), alcançada com a força de trabalho de 559 colaboradores.

A atividade da Gerência é orientada pelo desenvolvimento permanente da melhoria contínua, usando o ciclo PDCA e empregando este conceito no Sistema de Gestão da Qualidade e Ambiente, que envolve as competências do capital humano, os processos, os produtos e os serviços.

O sucesso da Preh Portugal é apoiado no compromisso com as metas traçadas e com o trabalho em equipa. Os objetivos da empresa são difundidos por toda a organização, de modo a que os seus colaboradores se comprometam em atingir o mesmo fim: ter os melhores produtos e serviços, assegurando a satisfação de todos os seus parceiros, clientes, sócios, colaboradores, fornecedores e a proteção do meio em que se inserem.

Todas as operações da área de negócio automóvel da Preh Portugal cumprem os requisitos da Norma ISO TS 16949:2009.

3.3 Estrutura Organizacional

A Preh Portugal assenta numa área produtiva de 37.139 m², encontrando-se fragmentada em cinco secções principais – SMD, Injeção de Plásticos, Corte, Pintura e Linhas de Montagem – que se relacionam diretamente com outros elementos da cadeia logística, entre os quais a Entrada de Matérias-Primas, o Armazém 3, os Supermercados da Injeção de Plásticos e do Corte, o Armazém 1/Supermercado, a Entrada de Materiais, o Armazém SMD, o Supermercado Eletrónica e a Expedição/Cais de Produção. O fluxo de materiais entre os elementos referidos apresenta-se na Figura 12 (disponível com melhor resolução e legendada no Anexo I – Fluxo de Materiais da Preh Portugal, Lda.), estando os segmentos a encargo do *Mizusumashi* em estudo sinalizados a vermelho.

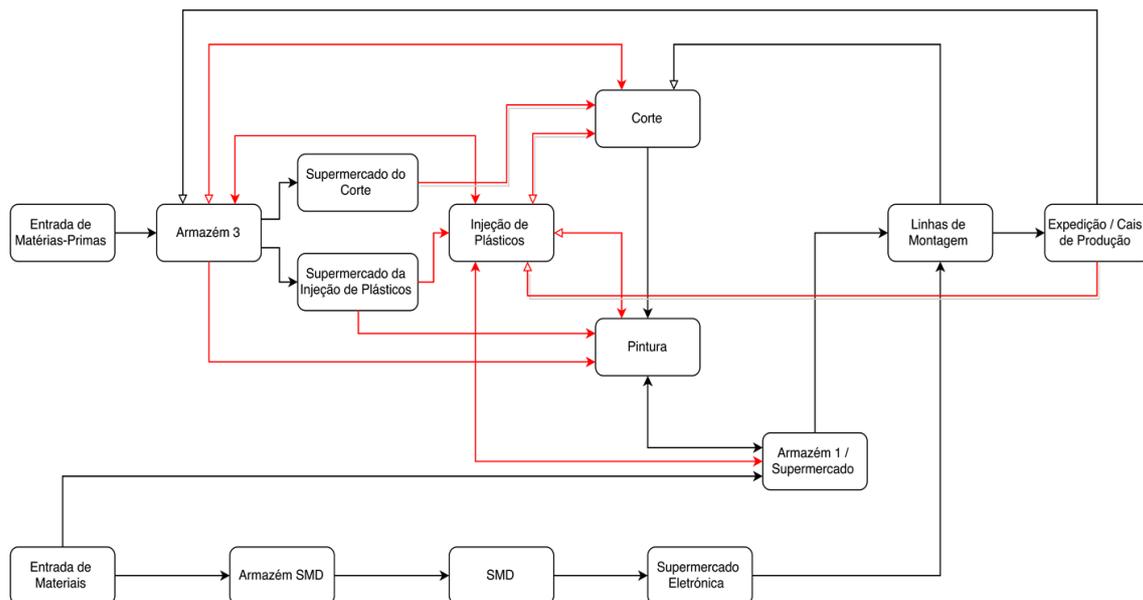


Figura 12 - Fluxo de materiais da Preh Portugal, Lda.

3.3.1 SMD

Nesta secção (Figura 13) dá-se a colocação automática de componentes eletrónicos em *Printed Circuit Boards* (termo inglês para placas de circuito impresso), através da *Surface Mount Technology* (SMT). Os dispositivos resultantes da aplicação desta tecnologia designam-se por *Surface Mount Devices* (SMD's). Ao longo do processo produtivo, as placas são submetidas a inspeções visuais (automáticas e manuais) e a testes eléctricos e funcionais que asseguram a sua qualidade. Para além dos procedimentos referidos, no SMD executa-se ainda a programação de microprocessadores.



Figura 13 - Secção de SMD

3.3.2 Injeção de Plásticos

A Injeção de Plásticos é constituída por 18 máquinas injetoras: 12 multi-componentes, i.e., capazes de produzirem elementos plásticos a partir da combinação de diferentes materiais; e 6 de injeção convencional (Figura 14). As peças injetadas nesta secção, tais como teclas, botões, blendas e condutores de luz, são avaliadas visualmente pelos operadores da secção que, caso não identifiquem defeitos, procedem com o seu embalamento conforme estabelecido pela Engenharia de Processo.

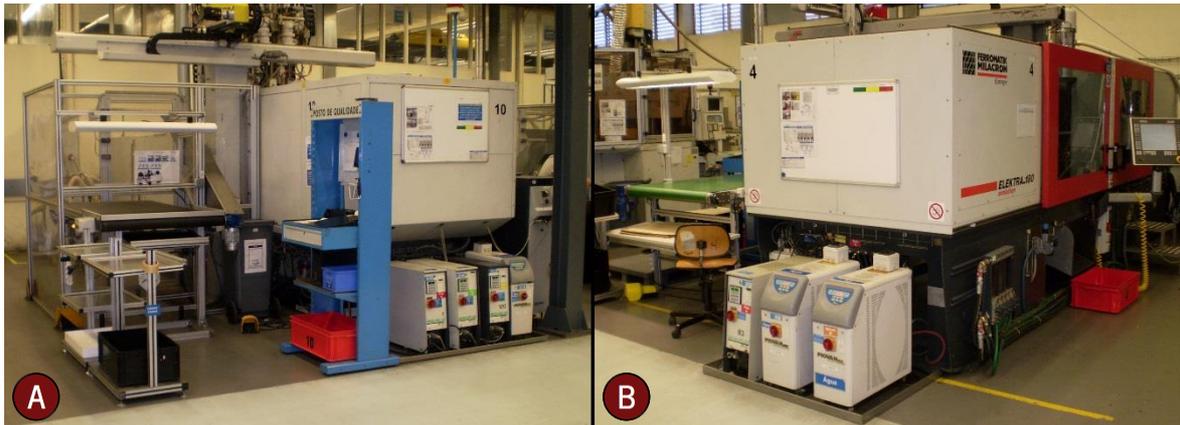


Figura 14 - Máquinas de Injeção: a) multi-componentes; b) convencional

Posteriormente, o departamento da Qualidade dá início ao processo de aprovação, onde realiza inspeções visuais e testes dimensionais e de controlo de peso que permitem determinar se as peças se encontram em condições de serem entregues ao respetivo cliente interno.

3.3.3 Corte

Determinados *sets* de teclas e botões são libertados pelas máquinas injetoras ainda unidos pelo jito (elemento utilizado como extensão do bico de injeção no molde). Por forma a separar essa estrutura dos componentes pretendidos, a presente secção recorre a três máquinas de corte por lâminas (Figura 15). Cada máquina é manobrada por um operador qualificado, ao qual são atribuídas as responsabilidades de introduzir os *sets* por cortar no equipamento e de fixar as peças cortadas nos tabuleiros plásticos de pintura correspondentes.



Figura 15 - Secção do Corte

3.3.4 Pintura

Certos componentes plásticos com destino às Linhas de Montagem são pintados e gravados a *laser* nos equipamentos desta secção. O departamento da Qualidade é responsável por efetuar exigentes ensaios que permitem inspecionar a resistência do revestimento aplicado à corrosão. Com essa finalidade, as peças pintadas são sujeitas a testes, tais como hidrólises, cortes de grelha, cruces de Santo André e riscos com ferramenta Erichsen ou x-ato. Na Figura 16 pode-se observar uma das máquinas utilizadas na presente secção no processo de pintura.



Figura 16 - Máquina de Pintura Venjakob

3.3.5 Linhas de Montagem

Nas Linhas de Montagem dá-se a formação do produto final a partir da agregação dos componentes provenientes das secções anteriores e de fornecedores externos. Das linhas existentes na Preh Portugal, destacam-se as que se dedicam à conceção de produtos para a Audi (MMIB8 e AU37X), para

a Opel (PQ24), para a Ford (U502), e para a BMW (PL6, visível na Figura 17). De maneira a garantir a conformidade do produto, este é submetido a inspeções visuais e testes EOL.



Figura 17 - Linha de Montagem PL6

3.4 Elementos da Cadeia Logística envolvidos no Projeto

3.4.1 Armazém 3

No Armazém 3 (Figura 18) encontra-se depositada uma vasta variedade de materiais, tais como granulados, separadores de espuma, de cartão e de bolha, caixas ESD de cartão, papel Kraft, tabuleiros de esferovite e plásticos de pintura, material por cortar, rolos de fita adesiva e de película aderente, sacos de plástico, embalagens para as Linhas de Montagem, produtos de limpeza e outros materiais auxiliares.



Figura 18 - Fachada do Armazém 3

O armazém em questão incorpora nas suas instalações os supermercados da Injeção de Plásticos e do Corte, dedicados ao fornecimento de materiais às secções correspondentes. Conforme estes vão sendo

retirados pelo *Mizusumashi*, o operador responsável pelo Armazém 3 deve proceder à sua reposição por forma a assegurar uma disponibilidade permanente.

- Supermercado Injeção de Plásticos:

O presente supermercado (Figura 19) é constituído por quatro estantes onde se realiza um abastecimento normalizado e estruturado das matérias-primas mais requeridas na Injeção de Plásticos, tais como sacos de granulado, separadores de espuma e de cartão, papel Kraft e caixas ESD de cartão. Cada material ocupa uma posição específica no supermercado, estando o responsável pelo Armazém 3 encarregue de fazer a gestão do seu *stock* com base nas quantidades de re-encomenda e de reposição previamente definidas. A comunicação das necessidades dá-se através de um sistema *kanban*, implementado com o propósito de prevenir a ocorrência de quebras de material.



Figura 19 - Supermercado da Injeção de Plásticos

Os separadores de bolha rosa, antigamente consumidos na Injeção de Plásticos e por isso com depósito próprio neste supermercado, são hoje exclusivamente utilizados na Pintura.

- Supermercado Corte:

O Supermercado do Corte (Figura 20) é composto por uma estante e uma área delimitada onde o *Mizusumashi* pode proceder ao levantamento dos recursos solicitados pelos operadores da secção. À semelhança do Supermercado da Injeção de Plásticos, cada um dos recursos encontra-se depositado

em posições pré-estabelecidas, sendo a estante dedicada ao depósito de material por cortar e a área delimitada destinada à armazenagem de tabuleiros plásticos de pintura. O supermercado é gerido visualmente pelo responsável do Armazém 3, que repõe estes recursos conforme vão sendo transportados para o Corte (respeitando a regra do FIFO).



Figura 20 - Supermercado do Corte: área delimitada à esquerda; estante à direita

3.4.2 Armazém 1

No Armazém 1 (Figura 21) são acondicionados múltiplos componentes provenientes de fornecedores internos e externos com destino às Linhas de Montagem. Algumas das peças depositadas nas suas instalações necessitam, previamente, de ser submetidas a certas operações noutros sectores da empresa por forma a poderem ser utilizadas na formação do produto final.



Figura 21 - Local de acesso ao Armazém 1

3.4.3 Cais de Produção

O Cais de Produção (Figura 22) consiste no local onde se procede à recolha e limpeza de embalagens e tabuleiros pertencentes à Preh Portugal para utilização interna, funcionando ainda como interposto de produto final entre as Linhas de Montagem e a Expedição.



Figura 22 - Cais de Produção

3.4.4 Expedição

De modo a assegurar que os produtos finais provenientes das Linhas de Montagem são entregues ao cliente nas devidas condições, os operadores da Expedição (Figura 23) são responsáveis pelo seu adequado embalamento e acondicionamento.

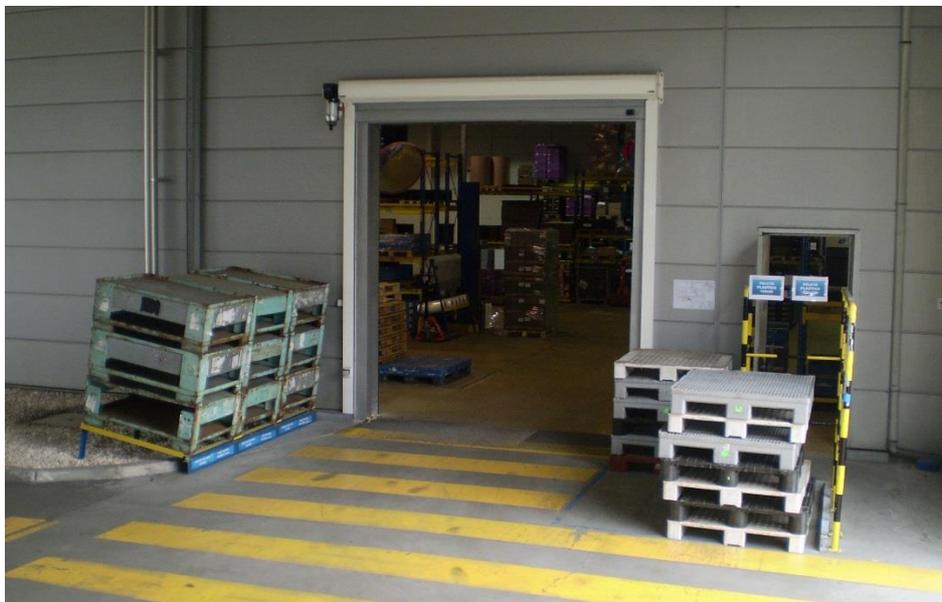


Figura 23 - Expedição

As responsabilidades desta secção passam por definir e regular os processos e meios utilizados para a gestão do produto acabado, incluindo identificação, manuseamento, armazenamento, cumprimento do FIFO e preparação e envio de acordo com as especificações do cliente.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo faz-se um estudo rigoroso do comportamento do *Mizusumashi* a otimizar ao longo das secções: Injeção de Plásticos, Corte e Pintura. Com base no conhecimento obtido a partir das observações e dos registos efetuados, procedeu-se à descrição e análise crítica da situação atual, onde se examina o modo como o operador logístico desempenha as suas funções de abastecimento e transporte de materiais e se identificam os principais problemas detetados. Na Tabela 1 encontra-se a análise SWOT desenvolvida com o intuito de verificar o cenário atual.

Tabela 1 - Análise SWOT

<p>Strengths S</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Conhecimento do sistema produtivo;▪ Boa organização do espaço fabril;▪ Já dispõe de comboio logístico e carruagens;▪ Acessibilidade à informação;▪ Espírito de colaboração;▪ Flexibilidade;▪ Dinamismo / Pró-atividade;▪ Interesse executivo no projeto.	<p>Weaknesses W</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Falta de pessoal qualificado para operar o <i>Mizusumashi</i>;▪ Acessos limitados;▪ Espaço reduzido para circulação;▪ Falhas de coordenação com a restante cadeia logística (dessincronização);▪ Certa tendência para não cumprirem regras;▪ Falta de normalização.
<p>Opportunities O</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Aumentar a limpeza e organização;▪ Melhorar acessibilidade;▪ Aumentar a flexibilidade;▪ Necessidade de implementação;▪ Aumentar a produtividade;▪ Aumentar a eficiência no abastecimento;▪ Normalizar o abastecimento;▪ Dar formação aos operadores.	<p>Threats T</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Instabilidade no fornecimento;▪ Tempo disponível para implementar;▪ Necessidade de implementação;▪ Espaço fabril limitado;▪ Supermercados e Armazém 3 distantes das secções a abastecer;▪ Falta de <i>know-how</i> por parte dos operadores.

4.1 Injeção de Plásticos

A presente secção é responsável pelo fabrico de diversos componentes plásticos recorrendo às 18 máquinas injetoras que a compõem. O abastecimento da Injeção de Plásticos com os materiais necessários, bem como o transporte das encomendas aprovadas pelo departamento da Qualidade, encontram-se ao cuidado do Comboio Logístico.

4.1.1 Sacos de granulado

Os granulados constituem a matéria-prima mais consumida pelas máquinas de injeção. Transportados em sacos de 25 kg (exceto algumas referências em particular), estes materiais encontram-se depositados no Supermercado da Injeção de Plásticos, que constitui o principal responsável por satisfazer as necessidades da presente secção.

Devido ao alto investimento que esta matéria-prima implica à organização, espera-se da parte dos operadores um especial cuidado na forma como fazem o seu manuseamento. De maneira a acomodar determinados tipos de sacos de granulado dentro da secção, a empresa sentiu a necessidade de criar depósitos destinados ao seu descarregamento. Por esse mesmo motivo, torna-se oportuno fazer a seguinte distinção:

- Matéria-prima em carrinho

O presente sistema funciona como um depósito de matéria-prima, ao qual os colaboradores dão o nome de “carrinho”. Cada carrinho está associado apenas a uma referência e possui uma capacidade máxima de 16 sacos de granulado. Ao longo da secção estão espalhados 9 carrinhos capazes de cobrir um total de 8 referências, que, segundo a organização, consistem nas de consumo mais elevado e regular. O granulado de referência 00698-157/0000 tem dois carrinhos reservados, sendo um deles exclusivamente dedicado à máquina 24. É responsabilidade do operador do Comboio Logístico proceder ao abastecimento continuado de cada um deles, por forma a garantir que nunca ocorra falta de material. Na Figura 24 pode-se observar o estado atual dos carrinhos referidos.



Figura 24 - Sacos de granulado em carrinho

Apesar de existir um sistema de gestão visual e cartão *kanban* disposto em cada um desses depósitos, eles não se encontram em funcionamento e acabam ignorados pelo operador. Com isto, o nível de sacos nos carrinhos torna-se altamente variável ao longo do tempo, oscilando entre o excesso e a escassez de material. Esta variabilidade verificada é ainda potenciada pela ausência de uma rota fixa para o *Mizumashi*, uma vez que, ao não existir uma diretiva que obrigue a sua passagem regular pela localização desses depósitos, não é possível assegurar o controlo dos seus níveis.

- Matéria-prima sem carrinho

O abastecimento de sacos de granulado para os quais não existem carrinhos destinados processa-se de maneira distinta. Nestes casos, o responsável pelo Comboio Logístico é contactado pessoalmente pelos operadores das máquinas ou via telefone interno pelo Chefe de Turno, que indicam as referências das matérias-primas necessárias para um determinado momento. Para além desse procedimento, a requisição de material pode ainda fazer-se através de um formulário preenchido com os dados do granulado pretendido e entregue em mão ao operador do *Mizumashi*. Formas distintas de fazer chegar ao operador as informações sobre as necessidades de materiais, são responsáveis por causar alguma desorientação e confusão, tornando evidente a necessidade de normalizar o processo.

Após o levantamento dos sacos de granulado no Supermercado da Injeção de Plásticos, é geralmente necessário voltar a contactar o responsável pelo pedido, de forma a saber onde estes devem ser descarregados. Esse local pode ser próximo de alguma máquina em particular ou numa palete de

madeira, caso os materiais sejam para utilizar dentro de pouco tempo na produção de algum componente; junto da betoneira, na eventualidade do componente a produzir exigir a misturação prévia desses granulados; ou na estante reservada a granulados sem depósito estabelecido, sacos já abertos ou misturas de matérias-primas, caso a sua requisição procure apenas acautelar possíveis imprevistos (Figura 25).



Figura 25 - Locais de depósito: a) Palete de madeira; b) Betoneira; c) Estante

4.1.2 Caixas ESD médias e pequenas

Geralmente provenientes do Cais de Produção, as caixas ESD médias e pequenas são depositadas num espaço não delimitado, sendo a paleta a unidade habitual de abastecimento (Figura 26).



Figura 26 - Espaço ocupado por paletes contendo caixas ESD médias e pequenas

A ampla área disponível nesse local e a falta de sinalização a limitar o número máximo de caixas, permite ao operador do Comboio Logístico descarregar quantidades bastante superiores à taxa de consumo dentro da secção. Em várias medições efetuadas na Injeção de Plásticos registaram-se

valores a rondar as duas centenas de caixas ESD pequenas e uma centena de caixas ESD médias, o que revela algum descontrolo na forma como o operador processa o abastecimento.

4.1.3 Caixas Azuis Preh

O presente tipo de caixas é normalmente utilizado no embalamento de peças injetadas nas máquinas 24 e 26 que tenham a Pintura como destino. Após o levantamento das peças, as caixas vazias são libertadas por essa secção em paletes de 64 unidades, que ficam assim disponíveis para serem transportadas pelo Comboio Logístico até a Injeção de Plásticos.

As caixas Azuis Preh, também conhecidas por caixas Azuis c/ abas ou Contentores Plásticos P.S.A., possuem dois locais próprios para o seu descarregamento devidamente sinalizados (Figura 27). Apesar de ambos os espaços disponibilizarem apenas a área necessária para uma paleta, em conjunto acumulam unidades suficientes para mais de um turno de trabalho.



Figura 27 - Locais de depósito das caixas Azuis Preh

4.1.4 Caixas ESD de cartão / Separadores de cartão e espuma

As caixas ESD de cartão e os separadores de cartão e espuma, tratando-se de materiais que são utilizados em conjunto no embalamento de certas peças plásticas (geralmente com destino para a China, Roménia ou México), partilham por isso o mesmo local de depósito na Injeção de Plásticos (Figura 28).



Figura 28 - Local de depósito das caixas ESD de cartão, separadores de cartão e separadores de espuma

Armazenados no Supermercado da Injeção de Plásticos, de onde o operador do Comboio Logístico pode fazer o seu levantamento, estes materiais são movimentados em lotes. Por não existir nenhum mecanismo visual que o informe do momento em que deve abastecer a secção ou do nível máximo de lotes permitidos no local de descarregamento, é comum decorrerem situações de escassez ou excesso de material.

4.1.5 Tabuleiros plásticos de pintura

Os tabuleiros plásticos de pintura - utilizados pelos operadores para fixarem certas peças injetadas com o intuito de facilitar o processo de pintura numa fase posterior - podem ser provenientes de dois locais distintos: do Corte, onde vão sendo gradualmente libertados numa área pré-definida pelos comboios logísticos responsáveis pelas Linhas de Montagem; ou do Armazém 3, onde se encontram armazenados e devidamente filmados, i.e., embalados com película aderente.

A informação relativa à necessidade de tabuleiros dentro da secção é habitualmente comunicada pessoalmente pelos operadores das máquinas injetoras ao *Mizusumashi*, que, em casos de maior urgência, pode também vir a ser contactado via telefone interno pelo Chefe de Turno. Posto isto, o responsável pelo Comboio Logístico faz o transporte de uma paleta com tabuleiros desde um dos locais referidos anteriormente até junto da máquina necessitada, descarregando-a muitas vezes em locais desapropriados para o efeito (Figura 29).



Figura 29 - Tabuleiros plásticos de pintura depositados em local indevido

4.1.6 Tabuleiros de esferovite

Os tabuleiros de esferovite, ou tabuleiros EPS, consistem em embalagens criadas à medida de certos componentes produzidos nas máquinas de injeção, às quais os seus operadores podem fixar um número de peças pré-definido. A utilização destas embalagens visa proteger esses componentes injetados contra eventuais riscos ou outros danos que poderiam ocorrer caso fossem colocados em caixas ESD ou caixas Azuis Preh. Provenientes do Armazém 3 ou do Cais de Produção, estes tabuleiros são levados em paletes até à Injeção de Plásticos quando requisitados ao operador do Comboio Logístico. Tal como acontece com os tabuleiros plásticos de pintura, as paletes com este tipo de embalagem são usualmente colocadas em zonas inadequadas (Figura 30).



Figura 30 - Palete contendo tabuleiros de esferovite

4.1.7 Componentes utilizados na Máquina Injetora 17

A produção das peças 13016-029/0004 (*contact plastic overmolded*) e 13016-084/0001 (*contact plastic overmolded* MCP 361) na máquina 17 dá-se de forma ligeiramente distinta das restantes em toda a secção, visto que implicam a introdução manual de uma chapa metálica no molde. Essa chapa - 12700-608/0003 (*contact net*) ou 12707-019/0001 (*contact net* MCP 361), respetivamente - é posteriormente envolvida em plástico fundido durante o processo, dando origem ao elemento pretendido.



Figura 31 - Embalagem contendo chapas metálicas a utilizar na máquina 17

As chapas metálicas em questão chegam à Preh Portugal embaladas em pequenas caixas de cartão vindas de fornecedores externos (Figura 31), que são depois aprovisionadas no Armazém 1. O abastecimento deste material à máquina 17, que devido à ausência de normalização se processa habitualmente em quantidades excessivas, dá-se somente quando requisitado ao *Mizusumashi* pelo seu operador ou pelo Chefe de Turno.

4.1.8 Outros Materiais

Materiais tais como sacos de plástico, papel Kraft, rolos de película aderente e rolos de fita adesiva ficam depositados numa estante reservada para o efeito (Figura 32), sendo o seu abastecimento realizado habitualmente por iniciativa do operador do *Mizusumashi* após uma rápida verificação visual das quantidades em *stock*. Excluindo o papel Kraft, que detém um lugar no Supermercado da Injeção de Plásticos, estes materiais de menor consumo encontram-se depositados no Armazém 3.



Figura 32 - Estante reservada para outros materiais

Todos os restantes materiais não referidos anteriormente vão sendo requisitados pelos operadores ou Chefes de Turno ao Comboio Logístico em função das necessidades na Injeção de Plásticos.

4.1.9 Outras Funções

Uma encomenda, assim que concluída, é devidamente inspecionada pelo departamento da Qualidade, que, após uma rigorosa análise, é capaz de tomar uma decisão sobre a sua aprovação. Quando aprovada, a palete que suporta as embalagens de peças injetadas é sinalizada pelos responsáveis com uma autorização para prosseguir (Figura 33).

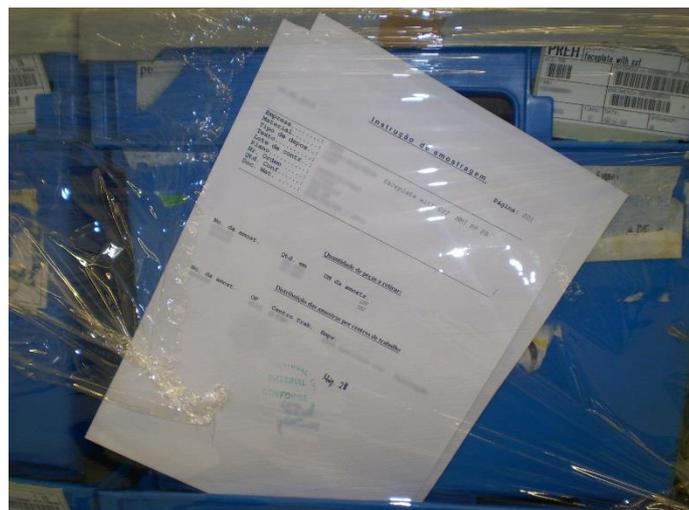


Figura 33 - Material dado como conforme pelo departamento da Qualidade

À responsabilidade do *Mizusumashi* de abastecer a Injeção de Plásticos com as matérias-primas necessárias, junta-se a função de transportar as encomendas aprovadas (libertadas) ao seu destino. O

local de descarregamento varia consoante as peças em questão, podendo passar pelos seguintes espaços:

- Armazém 1: material a ser utilizado na Pintura ou nas Linhas de Montagem;
- Armazém 3: material a ser utilizado no Corte. Por forma a assegurar o FIFO, as peças por cortar devem passar sempre primeiro pelo Armazém 3;
- Corte: na eventualidade de não existir peças em *stock* no Armazém 3, o material por cortar segue diretamente para o Corte;
- Pintura: na eventualidade de não existir peças em *stock* no Armazém 1, os componentes a pintar seguem diretamente para a Pintura.

4.2 Corte

Nesta secção dá-se o corte dos *sets* de teclas e botões produzidos na Injeção de Plásticos, que devem ser posteriormente fixados em tabuleiros plásticos de pintura pelos operadores dos três postos existentes. O transporte dos materiais referidos, o abastecimento de paletes de plástico e a remoção das caixas vazias acumuladas nos bordos-de-linha são tarefas da responsabilidade do *Mizusumashi*.

4.2.1 Caixas com Material por cortar

As caixas ESD médias que contêm o material a fornecer encontram-se depositadas no Supermercado do Corte (Figura 34). Após o seu levantamento, o operador do Comboio Logístico pode descarregá-las nos bordos-de-linha das máquinas necessitadas, caso correspondam à mesma referência em produção e exista neles espaço suficiente, ou numa palete de madeira, caso se tratem de outra referência ou não seja possível abastecer diretamente os equipamentos.



Figura 34 - Material por cortar depositado no Supermercado do Corte

A requisição de material por cortar está ao encargo dos operadores das máquinas, que indicam verbalmente ao Comboio Logístico a quantidade de caixas da referência pretendida, sendo geralmente o suficiente para várias horas de trabalho. Por não existir um sistema que auxilie o *Mizusumashi* a decidir sobre quanto e quando abastecer, este está dependente das indicações e dos alertas emitidos pelos colaboradores da secção.

4.2.2 Tabuleiros plásticos de pintura

Tal como se fez referência anteriormente, no Corte existem áreas destinadas ao depósito de tabuleiros libertados pelas Linhas de Montagem, de onde os operadores desta secção podem ir satisfazendo as suas necessidades (Figura 35). Na eventualidade desses depósitos não conterem tabuleiros plásticos de pintura suficientes para fixarem as peças cortadas, os operadores são forçados a aguardar por uma das esporádicas visitas do *Mizusumashi* para fazer a sua requisição. Assim que o pedido é efetuado, o operador do Comboio Logístico carrega no Armazém 3 uma palete filmada com 90 tabuleiros e descarrega-a numa das áreas do Corte reservadas para o efeito.



Figura 35 - Áreas destinadas ao depósito de tabuleiros plásticos de pintura

4.2.3 Outros Materiais: paletes de plástico

As peças, depois de cortadas e colocadas nos tabuleiros anteriores, são transferidas para a Pintura. Com o intuito de proteger essa secção contra eventuais resíduos e poeiras libertadas pelas comuns paletes de madeira, estes tabuleiros devem seguir em cima de paletes de plástico (Figura 36).



Figura 36 - Paleta de plástico vazia na Expedição

A necessidade de paletes de plástico é, na maioria das ocasiões, comunicada pelos operadores do Corte ao *Mizusumashi*. Contudo, em alguns casos, o responsável pelo abastecimento procura antecipar os momentos em que estas serão necessárias e toma a iniciativa de as transferir para o local em que serão utilizadas. Este tipo de paletes está normalmente disponível no Cais de Produção ou na Expedição.

4.2.4 Outras Funções

O operador do Comboio Logístico, para além de satisfazer os pedidos dos operadores desta secção, é responsável por remover as caixas vazias que se vão acumulando nos bordos-de-linha de cada uma das máquinas (Figura 37). Após estas serem retiradas, o operador coloca-as num pequeno carrinho projetado para o efeito e transporta-as até ao Cais de Produção, onde faz o seu descarregamento.



Figura 37 - Caixas vazias no bordo-de-linha

Na eventualidade dos depósitos de tabuleiros chegarem às 90 unidades (duas colunas de 45), como consequência do descarregamento gradual pelos comboios logísticos das Linhas de Montagem e do baixo consumo na secção, o *Mizusumashi* está encarregue de transportá-los para o Armazém 3 em paletes devidamente filmadas e identificadas.

4.3 Pintura

O abastecimento da Pintura processa-se de um modo diferente comparativamente com a Injeção de Plásticos e o Corte. Enquanto estas secções estão abertas à circulação do *Mizusumashi*, que pode interagir com o seu espaço físico, controlando visualmente as quantidades em *stock* de forma a compreender as necessidades no decorrer da produção, a Pintura, por outro lado, encontra-se isolada por paredes e portões que limitam o seu acesso. O restringimento referido, patente na Figura 38, impede que o operador do Comboio Logístico possa fazer a devida gestão das carências desta secção.



Figura 38 - Acessos à Pintura

As matérias-primas são habitualmente solicitadas pelos colaboradores da Pintura via telefone interno ou por entrega em mão de uma requisição com informações relativas aos materiais pretendidos, estando o operador do *Mizusumashi* encarregue de fazer o seu abastecimento. Excetuando os separadores de bolha rosa, que têm depósito no Supermercado da Injeção de Plásticos, materiais como tabuleiros plásticos de pintura, tabuleiros de esferovite, tampas de esferovite, sacos de plástico, rolos de fita adesiva, separadores de esponja preta e separadores de esponja rosa, encontram-se armazenados no Armazém 3.

4.4 Diagramas de Spaghetti

A ausência de uma rota fixa para o *Mizusumashi*, capaz de normalizar e organizar a forma como este se movimenta dentro da organização, resulta em percursos imprevisíveis e ineficientes. Com o objetivo de analisar as movimentações resultantes da execução das tarefas pelas quais está encarregue, recorreu-se à elaboração de diagramas de *spaghetti*. A cada diagrama corresponde um ciclo do *Mizusumashi*, tendo sido registados 20 ao longo de 5 dias de estudo (Anexo III – Diagramas de Spaghetti: Diagnóstico). O *spaghetti* apresentado na Figura 39 é consequência da sobreposição de todos os que foram elaborados para esse efeito.

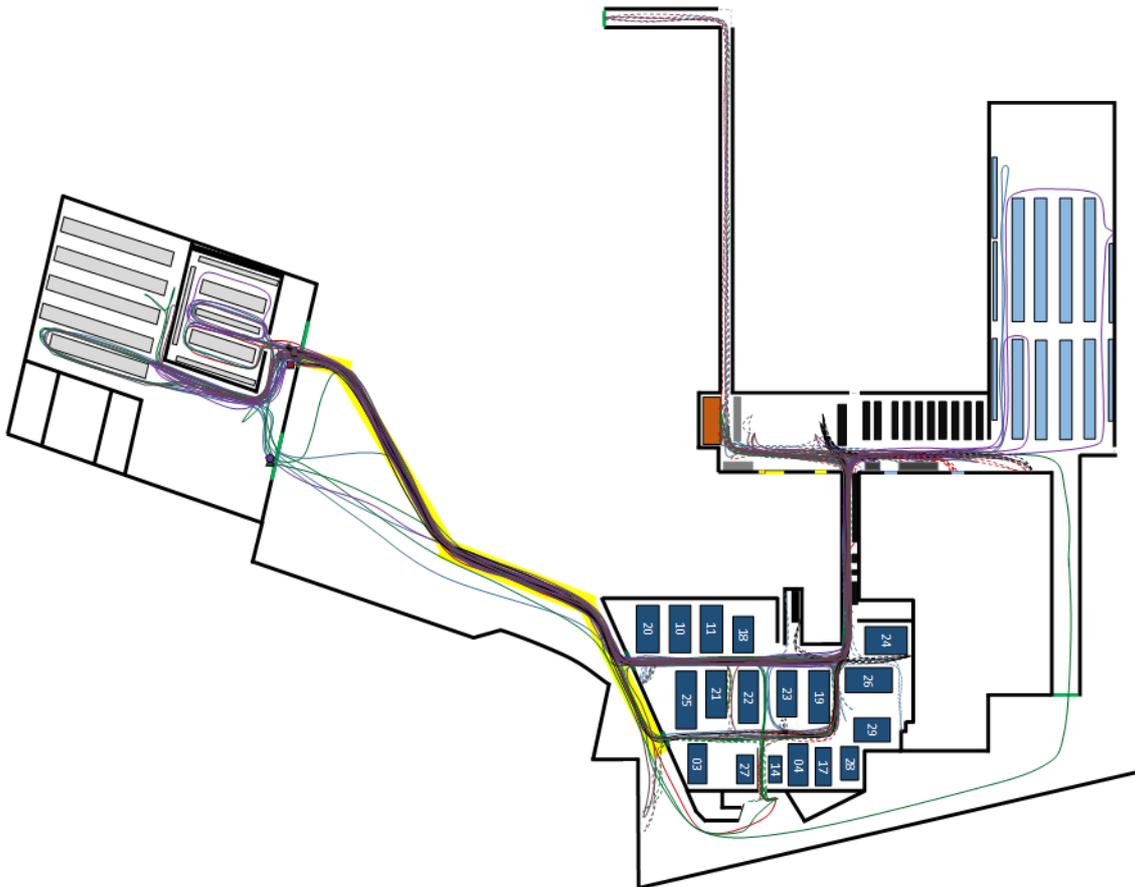


Figura 39 - Diagrama de spaghetti inicial

A observação do presente diagrama de *spaghetti* permite identificar:

- Zonas mais visitadas pelo *Mizusumashi*, seja por necessidade de acesso ou por preferência do operador responsável. A análise da densidade dos fluxos registados torna evidente o percurso mais adotado ao longo do estudo.
- Zonas negligenciadas pelo *Mizusumashi*, onde apenas são feitas passagens esporádicas ao longo do turno de trabalho. Com a tentativa de encurtar ao máximo as distâncias a percorrer, o

operador logístico acaba por negligenciar certas regiões em favorecimento de outras mais convenientes. O corredor de circulação que divide as máquinas 25 e 03, utilizado apenas em escassas ocasiões, é o caso mais notório neste diagrama de *spaghetti*.

- Trajetos pouco eficientes e demorados, responsáveis por perdas de tempo significativas, tendo como principal exemplo as extensas deslocações a pé ao Cais de Produção.
- Incumprimento de regras estabelecidas pela organização que proíbem a circulação do *Mizusumashi* em determinadas áreas, tais como no Armazém 1, em zonas demarcadas com fita amarela no Armazém 3 ou, quando no exterior, fora da passadeira amarela pintada no pavimento.

4.5 Diagramas de Sequência

De maneira a adquirir um melhor entendimento sobre o modo como o *Mizusumashi* opera, revelou-se indispensável analisar as atividades que este executa dentro da organização. Para esse fim foram utilizados diagramas de sequência (Anexo II – Diagramas de Sequência), desenvolvidos em simultâneo com os diagramas de *spaghetti* já mencionados.

Com base nas medições efetuadas durante a realização dos diagramas em questão, procurou-se estudar a duração associada a cada tipo de atividade (Operações, Transportes e Esperas), bem como o impacto exercido nos ciclos observados. O gráfico da Figura 40 sintetiza as informações presentes nos diagramas de sequência, representando o tempo e percentagem média referentes aos tipos de atividades realizadas.

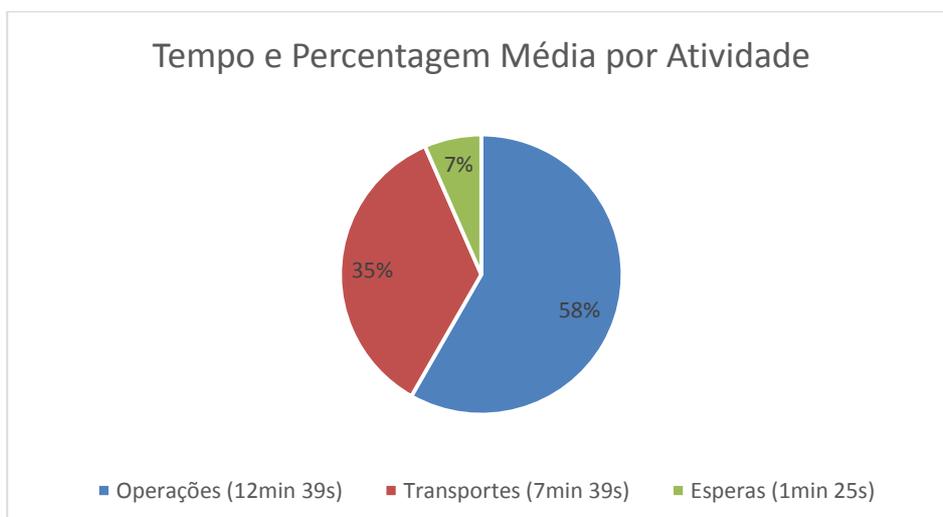


Figura 40 - Gráfico do tempo e percentagem média por atividade

Segundo o gráfico apresentado, a percentagem média de atividades de tempo improdutivo ronda os 42%, principalmente devido aos elevados valores registados nos transportes (35%), que constituem o desperdício mais evidente nesta análise.

4.5.1 Tempos de ciclo irregulares

A análise dos diagramas de sequência permite identificar oscilações consideráveis nas durações dos ciclos registados. As medições efetuadas podem ser observadas no gráfico da figura seguinte:

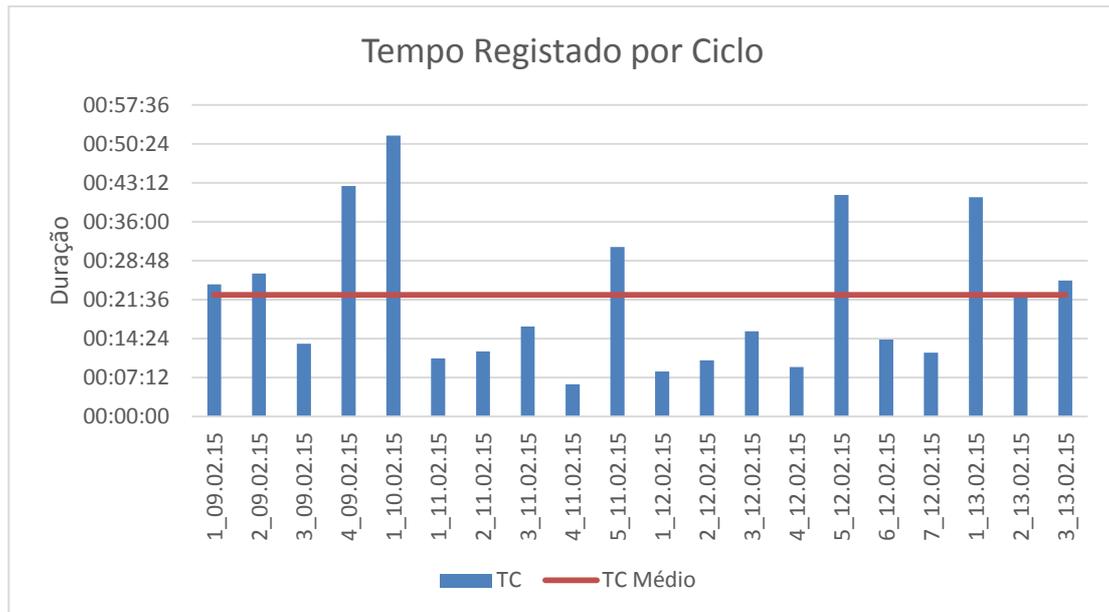


Figura 41 - Gráfico do tempo registrado por ciclo

A variabilidade patente no gráfico da Figura 41 deve-se essencialmente à falta de normalização no modo como o *Mizusumashi* desenvolve as suas funções. A inexistência de uma rota fixa e de um tempo de ciclo padrão resulta num operador logístico apenas capaz de responder às encomendas conforme as vai recebendo. Com isto, o *Mizusumashi* passa por certos períodos do dia em que está completamente sobrecarregado com encomendas e por outros em que se encontra praticamente desocupado.

4.5.2 Elevado número de transportes e deslocações

Apesar de ser espectável e compreensível que o *Mizusumashi* despenda um certo tempo em movimentações – devido à obrigatoriedade de satisfazer as necessidades dentro das secções e de cumprir outras tarefas que lhe foram incumbidas – os 35% registados em atividades de transporte constituem um valor demasiado elevado para este tipo de desperdício.

A dimensão desta percentagem é justificada pela escolha de trajetos ineficientes e demorados, consentida pela ausência de um circuito fixo estabelecido, e pela necessidade de proceder a extensas deslocações a pé causadas pelo reduzido espaço disponível para circular e pelos acessos limitados a certas zonas da organização.

4.5.3 Tempo de espera significativo

O tempo de espera decorrente de atividades tais como mudanças de carruagem, averiguações de necessidades junto dos operadores, trocas de bateria, entre outras responsáveis por retardar o normal funcionamento do *Mizusumashi*, representa um impacto de aproximadamente 7% na duração média por ciclo.

O valor referente a este tipo de atividade deriva essencialmente da inexistência de mecanismos que simplifiquem a requisição de matérias-primas e a gestão visual dos níveis de *stock* nas secções, bem como da dificuldade em manobrar o Comboio Logístico quando emparelhadas múltiplas carruagens para o transporte de diferentes cargas.

4.5.4 Elevado tempo no Armazém 3

De acordo com o gráfico da Figura 40, as Operações correspondem a 58% do tempo de ciclo médio registado para o *Mizusumashi*. A partir de uma cuidada análise ao tipo de atividade em questão, foi possível verificar que 46% do valor referido deve-se exclusivamente ao carregamento/abastecimento de materiais no Armazém 3, tal como revela o gráfico da Figura 42.

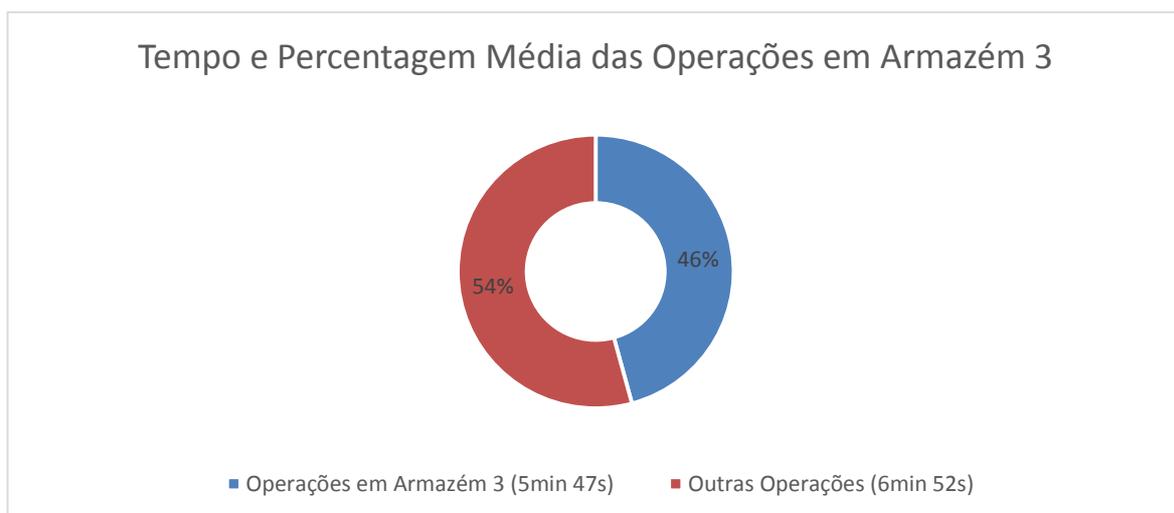


Figura 42 - Gráfico do tempo e percentagem média das operações em Armazém 3

Os 46%, correspondentes à duração média das operações realizadas no Armazém 3, são normalmente consequência das dificuldades sentidas pelo operador logístico para encontrar os locais de depósito das matérias-primas pretendidas.

Perante o obstáculo mencionado, o operador sente a necessidade de pedir a colaboração do responsável pela gestão do Armazém 3, que, com base na sua vasta experiência, é habitualmente capaz de indicar a posição atribuída a cada material.



Figura 43 - Locais de consulta das posições em supermercado: a) computador; b) lista de materiais

Na eventualidade de este não conseguir prestar auxílio, seja por indisponibilidade ou desconhecimento, o *Mizusumashi* pode optar por consultar as listas de referências afixadas nas estantes do Supermercado da Injeção de Plásticos, ou por aceder aos dados existentes em SAP através do computador presente no local (Figura 43).

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são descritas as propostas de melhoria apresentadas tendo em vista a resolução dos problemas anteriormente identificados. As soluções em questão - desenvolvidas com base nas informações provenientes do *Gemba* e nas sugestões transmitidas pelos colaboradores - englobam a normalização do circuito e tempo de ciclo do *Mizusumashi*, a introdução de sistemas visuais capazes de regularizar o abastecimento nas secções de Injeção de Plásticos e Corte (sustentada por duas aplicações Excel projetadas para gerar os consumos dos diferentes materiais), e a correspondente organização das suas áreas produtivas. A Pintura não foi alvo de melhorias neste projeto, devido à impossibilidade de interagir diretamente com as suas instalações como resultado da inexistência de acessos para o operador logístico. Apesar ter sido equacionada a implementação de um quadro *kanban* à entrada da secção, considerou-se que a utilização do telefone interno para esporádicas requisições de material conferia uma solução adequada para o efeito.

5.1 Normalização do Circuito e Tempo de Ciclo

A deliberação de um circuito fixo e de um tempo de ciclo padrão constitui um procedimento fundamental e basilar para a normalização/otimização do Comboio Logístico. Pelo motivo referido, o desenvolvimento das propostas de melhoria teve começo neste importante passo.

5.1.1 Circuito do Mizusumashi

O circuito proposto para o *Mizusumashi* surge com o objetivo de normalizar o modo como este se movimenta no interior da organização. Baseando-se na análise dos trajetos registados nos diagramas de *spaghetti* e nas listas de atividades presentes nos diagramas de sequência, projetou-se a rota apresentada na Figura 44 a ser cumprida pelo operador logístico (para melhor resolução consultar Anexo V – Circuito Padrão do Mizusumashi).

CIRCUITO DO COMBOIO LOGÍSTICO - INJEÇÃO DE PLÁSTICOS / CORTE / PINTURA

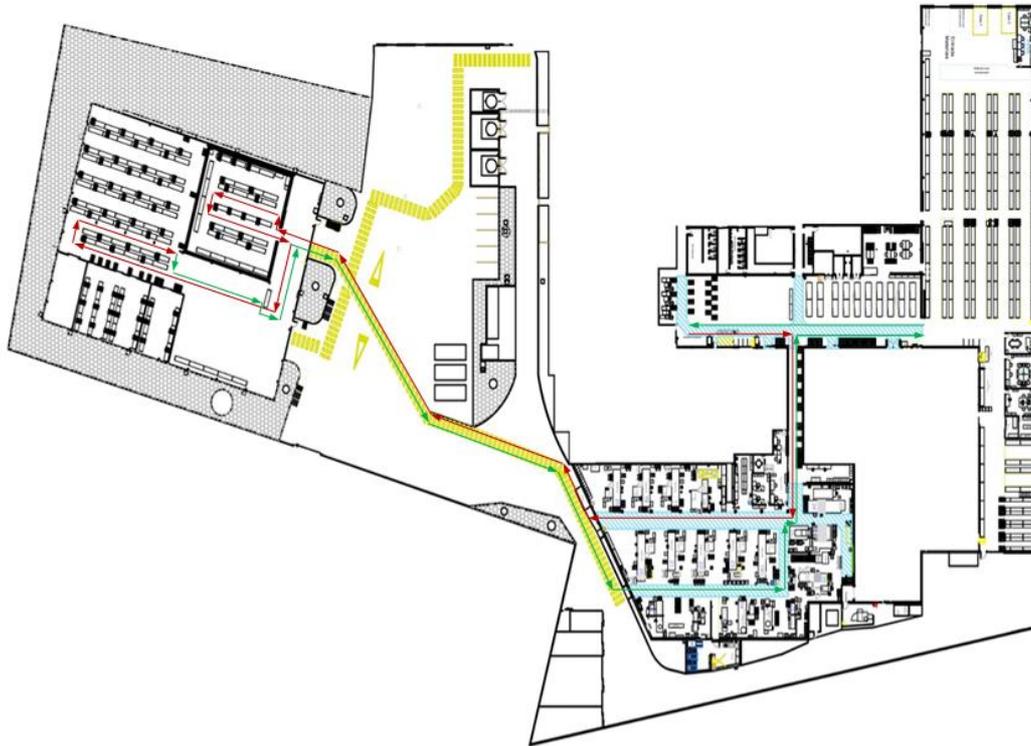


Figura 44 - Circuito estabelecido para o Mizusumashi

Com a implementação desta proposta é assegurada a passagem regular e equitativa do *Mizusumashi* pelas secções a abastecer – Injeção de Plásticos, Pintura e Corte – ao mesmo tempo que se impossibilita a adoção de trajetos desajustados, ineficazes e mais demorados. Por forma a facilitar a consulta do circuito definido, procedeu-se à sua impressão e afixação na cobertura do Comboio Logístico.

5.1.2 Tempo de Ciclo padrão

A variabilidade patente nas durações dos ciclos analisados nos gráficos de sequência conduziu à necessidade de determinar um tempo de ciclo padrão para o *Mizusumashi*. Com base no valor médio calculado (22m e 29s) e atendendo à vasta lista de funções a cargo do operador logístico – onde se incluem tarefas sem cadência previsível, tais como a requisição de material pela Pintura, o levantamento de equipamento ESD (luvas e batas anti-estática), a entrega de encomendas aprovadas pelo departamento da Qualidade, o abastecimento da Injeção de Plásticos com materiais auxiliares (rolos de fita adesiva e de película aderente, sacos pretos de plástico, entre outros) e a limpeza e organização do espaço de trabalho – foi estimado em concordância com os colaboradores envolvidos um tempo de ciclo padrão de 45 minutos.

5.2 Injeção de Plásticos

5.2.1 Aplicação Excel

Com o intuito de calcular e analisar os consumos de embalagens, separadores, matérias-primas (granulados) e outros materiais necessários na Injeção de Plásticos, foi desenvolvido um programa Excel capaz de fornecer estas informações indispensáveis para uma correta programação e planeamento do *Mizusumashi*.

- **Folha Excel por Máquina Injetora**

O funcionamento da aplicação Excel referida está assente numa base-de-dados dividida em múltiplas folhas de cálculo, que armazenam informações importantes relativas aos diferentes componentes injetados nesta secção (exemplo disponível no Anexo VI – Folha Excel dedicada à Máquina 28). Com o intuito de simplificar a programação da presente ferramenta e de forma a facilitar a organização dos dados recolhidos em SAP, dossiês da Engenharia de Processo, Cartas de Trabalho e outras fontes de informação, optou-se por dedicar uma folha Excel a cada uma das 18 máquinas injetoras. A partir da base-de-dados incorporada no programa e das escolhas efetuadas pelo utilizador no interface da página principal, esta aplicação procede automaticamente com todas as ações necessárias para o cálculo dos valores pretendidos.

Em *Referência* figuram as referências atribuídas pela organização aos componentes injetados na máquina em questão. A partir de simples pesquisas no *software* SAP, onde se podem consultar os Planos de Trabalho e as Listas Técnicas associadas, é possível extrair diretamente as informações apresentadas nas colunas seguintes:

- *Denominação*, onde consta a designação atribuída ao material pela empresa;
- *ValStd*, que consiste no tempo necessário, em minutos, estimado pela organização para a produção de 100 unidades de um determinado componente;
- *Ref.* e *Qtd. (g/100)* de cada uma das matérias-primas (granulados) usadas na injeção do material, onde se inserem, respetivamente, a referência e a quantidade (em gramas) de granulado necessário para a fabricação de 100 unidades do componente em questão. De maneira a abranger a multiplicidade de granulados necessários para a produção de certos componentes, definiram-se 5 grupos de *Matéria-Prima*, i.e., 5 pares das colunas referidas, que conferem ao programa Excel a flexibilidade necessária para compreender essa possibilidade.

Dados referentes às matérias-primas utilizadas no embalamento das peças injetadas ou a outros materiais que sejam eventualmente necessários na sua fabricação/embalamento, podem ser provenientes de diversas fontes, que vão desde pesquisas em SAP, consultas de dossiês da Engenharia de Processo e de Cartas de Trabalho, a esclarecimentos prestados por operadores e Chefes de Turno. O registo dessas informações é efetuado nas colunas referidas seguidamente.

No que diz respeito à *Embalagem do Material*:

- A coluna *Tipo* é preenchida com base na embalagem definida para acondicionar os componentes injetados. Durante a programação da aplicação considerou-se útil criar uma folha Excel onde se pudesse organizar as informações referentes às embalagens utilizadas na Injeção de Plásticos. A folha em questão (Anexo VII – Folha Excel Tipos_Embalagem), designada por *Tipos_Embalagem*, compreende uma tabela onde se atribui um *Tipo* à *Referência* de cada uma das embalagens e se arquivam outras informações que se consideraram pertinentes, tais como a sua *Designação* e *Dimensões*.
- A coluna *Capacidade* contém o número de peças a ser colocado na respetiva embalagem. Se no caso das caixas o valor é determinado pela organização e pode ser ajustado ao longo do tempo, o número de componentes a colocar nos diferentes tabuleiros de plástico ou esferovite é limitado e definido pela estrutura que estes apresentam.

No que diz respeito aos *Separadores*:

- À semelhança da abordagem adotada para a *Embalagem do Material*, seguiu-se o mesmo procedimento no modo como se organizaram os dados referentes aos separadores utilizados na divisão das camadas de peças criadas no interior das caixas onde se processa o seu embalamento. Por forma a definir um *Tipo* para a *Referência* de cada separador e de maneira a possibilitar o registo de outros dados relevantes, tais como a *Designação* e o *Peso* respetivo, relevou-se necessário destinar a folha presente no Anexo VIII – Folha Excel Tipos_Separador para o efeito. Com base na tabela da folha em questão procedeu-se ao preenchimento das colunas *Tipo 1* e *Tipo 2*, criadas com o objetivo de cobrir a possibilidade de serem utilizados até dois tipos diferentes de separadores no embalamento de certos componentes.
- Nas colunas *Qtd. 1* e *Qtd. 2*, associadas aos respetivos tipos, constam o número de separadores necessários por unidade de embalagem.

No que diz respeito aos *Outros Materiais*:

Tal como nos casos da *Embalagem do Material* e dos *Separadores*, os outros materiais que possam vir a ser utilizados no embalamento ou na produção de determinados componentes encontram-se catalogados por *Tipo* numa folha de cálculo reservada para esse fim, *Outros_Materiais* (Anexo IX – Folha Excel *Outros_Materiais*). A cada *Tipo* corresponde apenas uma *Referência* dessa tabela de materiais, onde se podem ainda registar dados relativos à *Designação* e *Peso*.

- Interface da Aplicação

O interface projetado com o intuito de facilitar a utilização da aplicação Excel desenvolvida pode ser observado na Figura 45.

Tempo de Ciclo Mizusumashi (min)	
----------------------------------	--

	REF1	REF2	REF3	REF4
M03				
M04				
M10				
M11				
M14				
M17				
M18				
M19				
M20				
M21				
M22				
M23				
M24				
M25				
M26				
M27				
M28				
M29				

REFERÊNCIA 1
REFERÊNCIA 2
REFERÊNCIA 3
REFERÊNCIA 4

CONSUMOS
TIPOS DE EMBALAGEM
TIPOS DE SEPARADOR
OUTROS MATERIAIS
CÁLCULO DETALHADO

Figura 45 - Interface da aplicação Excel

Por forma a dar início ao funcionamento do programa é fundamental começar por preencher, em minutos, o campo correspondente ao Tempo de Ciclo do *Mizusumashi*. Os valores calculados no decorrer desta aplicação Excel serão relativos a esse intervalo de tempo estimado para o Comboio Logístico.

Após o seu preenchimento, deve-se proceder à escolha das referências dos materiais em produção nas diferentes máquinas injetoras. Essa seleção é facilitada pela existência de uma lista incorporada dentro

de cada célula, onde constam todas as referências registadas na folha de cálculo dedicada à máquina correspondente. Uma vez que podem estar simultaneamente em fabricação mais do que uma referência por máquina, tornou-se conveniente estender o número de referências possíveis por equipamento até quatro (REF1, REF2, REF3 e REF4). Na eventualidade da mesma referência ser erradamente selecionada mais do que uma vez dentro do mesmo equipamento, a folha de cálculo está programada para exibir um alerta visual como resposta a essa ocorrência.

Os botões *Referência 1*, *Referência 2*, *Referência 3* e *Referência 4*, dispostos do lado esquerdo da presente folha, permitem ao utilizador controlar a visibilidade das colunas *REF1*, *REF2*, *REF3*, *REF4*, respetivamente, consoante a necessidade de utilização e de forma a possibilitar a gestão da aparência da página principal.

Com a conclusão das etapas anteriores, o programa já se encontra em condições de apresentar os resultados relativos às quantidades consumidas de embalagens, separadores e outros materiais durante o Tempo de Ciclo pré-definido para o *Mizusumashi*. Por forma a projetar na folha de cálculo as tabelas de consumos geradas para cada um dos casos, o utilizador deve carregar nos botões dispostos em *Consumos*. O clique fará apresentar a tabela associada ao respetivo botão de forma devidamente organizada por ordem decrescente de quantidade consumida.

O interface deste programa incorpora ainda o botão *Cálculo Detalhado*, disposto imediatamente abaixo do grupo *Consumos*. Quando selecionado, este botão redireciona o utilizador para a folha Excel responsável pelos cálculos que sustentam o funcionamento desta ferramenta, tornando-a útil e essencial para o planeamento do *Mizusumashi*. Procurando facilitar a compreensão das suas funcionalidades, optou-se por dividir a explicação pelos diferentes campos que a compõem (Anexo X – Folha Excel Cálculo Detalhado).

Em *Tempo de Ciclo Mizusumashi (min)* é apresentado o valor definido pelo utilizador para este parâmetro no interface do programa, com base no qual serão calculados os consumos resultantes dos materiais em produção.

A coluna *Referências* é automaticamente preenchida aquando a seleção inicial das referências em fabrico a partir das listas disponibilizadas para cada máquina de injeção.

Com base nas referências dispostas na coluna anterior, a folha está programada para completar automaticamente os seguintes campos a partir das informações existentes nas folhas de cálculo dedicadas a cada equipamento:

- *Denominação* e *ValStd* atribuídos em SAP pela empresa;
- *Tipo* e *Capacidade* da embalagem utilizada;
- *Tipo 1*, *Qtd. 1*, *Tipo 2* e *Qtd. 2*, referentes aos separadores usados durante o embalamento;
- *Ref.* e *Qtd. (g/100)* de cada matéria-prima (granulados) usada para injetar o componente em produção;
- *Tipo* e *Qtd.* de outros materiais utilizados durante o processo.

A coluna *TC* (Tempo de Ciclo) surgiu com o interesse de converter o valor de *ValStd*, que se encontra em minutos por cada 100 peças produzidas, para segundos por peça. Por forma a obter esses valores recorreu-se à expressão que se segue:

$$\text{Tempo de Ciclo (TC)} = \frac{\text{ValStd} \times 60}{100} \text{ [s/peça]}$$

Conhecidos os valores de *TC* e *Tempo de Ciclo Mizusumashi (min)*, o programa é capaz de determinar a quantidade de peças injetadas de cada referência durante o intervalo de tempo definido para o segundo parâmetro, apresentando em *Qtd. Produzida* o resultado da aplicação da seguinte expressão:

$$\text{Quantidade Produzida} = \frac{\text{Tempo de Ciclo Mizusumashi (min)} \times 60}{\text{TC}} \text{ [UN]}$$

Os dados relativos à *Referência*, *Designação* e *Dimensões* da embalagem utilizada, são apresentados com base no *Tipo* associado ao material injetado. Através do valor presente nesse campo, o programa procura as informações pretendidas na folha *Tipos_Embalagem* e disponibiliza-as nas células respetivas.

A coluna *Consumos de Embalagens* dá a conhecer ao utilizador a quantidade de embalagens necessárias para acondicionar o número de peças produzidas durante o ciclo do *Mizusumashi*. Os valores nela apresentados são resultado da aplicação da expressão disposta a seguir:

$$\text{Consumo de Embalagens} = \frac{\text{Qtd. Produzida}}{\text{Capacidade}} \text{ [UN]}$$

A *Autonomia (ciclos/emb)* consiste no número de ciclos do *Mizusumashi* que serão necessários para consumir uma embalagem. Por forma a obter estes valores, responsáveis por transmitir ao utilizador uma perspetiva diferente relativa ao consumo da embalagem em questão, foi utilizada a seguinte expressão:

$$Autonomia (ciclos/emb) = \frac{1}{(Qtd. Produzida / Capacidade)}$$

As colunas *Referência* relativas aos separadores, utilizados para dividir as diferentes camadas de peças injetadas, são preenchidas de forma semelhante às colunas *Referência*, *Designação* e *Dimensões* usadas na caracterização da embalagem utilizada. Com base nos tipos de separadores (*Tipo 1* e *Tipo 2*) presentes nas colunas, o programa automaticamente recolhe as referências a si associadas na folha *Tipos_Separador*.

Os consumos de separadores associados à produção de cada componente durante o ciclo do *Mizusumashi*, dispostos na coluna *Consumo* referente a *Separadores*, são dados pela fórmula seguinte:

$$Consumo = Qtd. \times Consumo de Embalagens [UN]$$

A partir dos valores presentes na coluna *Qtd. (g/100)* respeitante às matérias-primas (granulados) usadas na injeção dos materiais, a aplicação Excel obtém as quantidades consumidas durante a sua produção, em kg, através da expressão que se segue:

$$Consumo (kg) = \frac{[Qtd. (g/100) / 100] \times Qtd. Produzida}{1000}$$

O *Consumo* de *Outros Materiais* que podem estar envolvidos nos processos de injeção ou no embalamento de certos componentes é também fornecido pelo programa Excel. O cálculo destes valores utiliza uma das duas expressões seguintes, dependendo da respetiva *Qtd.* presente na coluna que a antecede:

- a) Se o valor em *Qtd.* for maior ou igual a 1, o que significaria que essa quantidade está em unidades por embalagens consumidas, o programa recorre à seguinte expressão:

$$Consumo = Qtd. \times Consumo de Embalagens [UN]$$

- b) Se o valor em *Qtd.* for menor que 1, o que significaria que essa quantidade está em unidades por quantidade de peças produzidas, o programa recorre à seguinte expressão:

$$\text{Consumo} = \text{Qtd.} \times \text{Qtd. Produzida [UN]}$$

5.2.2 Sacos de granulado

A existência de depósitos onde o *Mizusumashi* pode acondicionar certos sacos de granulado a consumir na Injeção de Plásticos, levou a que fossem adotadas diferentes abordagens no desenvolvimento das propostas de melhoria. Desse modo, procedeu-se à seguinte categorização: matéria-prima em carrinho e matéria-prima sem carrinho.

- **Matéria-prima em carrinho**

A Injeção de Plásticos utiliza uma grande variedade de granulados, não sendo por isso viável reservar carrinhos para descarregar todos eles. Apesar de a empresa ter definido no passado o número de carrinhos necessários, a sua localização e a matéria-prima que conservam, revelou-se indispensável começar por analisar quais os granulados que atualmente justificam um local de depósito dentro da secção.

Neste sentido, desenvolveu-se uma análise ABC dos valores dos consumos registados no primeiro trimestre de 2015 (Anexo XI – Análise ABC aos consumos de matéria-prima) que, segundo a organização, constituem uma amostra representativa da situação atual. Com base nos resultados obtidos na análise desenvolvida, decidiu-se avançar com a seleção das matérias-primas responsáveis por cerca de 88% do consumo apresentado durante esse período. O grupo selecionado engloba um total de 9 granulados (sinalizados a vermelho na análise ABC), sendo que 8 desses já possuíam carrinho próprio na Injeção de Plásticos.

Determinadas as matérias-primas em carrinho, entendeu-se que seria indispensável a implementação de um mecanismo simples e funcional que fosse capaz de transmitir rapidamente ao *Mizusumashi* as informações necessárias para um abastecimento adequado. A partir dos dados presentes no Anexo XII – Consumo máximo de matéria-prima em carrinho por máquina injetora (Kg/Hora), gerados através da aplicação Excel desenvolvida e apresentados na Tabela 2, tornou-se possível proceder com o cálculo do ponto de encomenda e do nível máximo de granulado permitido em carrinho, ambos expressos em número de sacos.

Tabela 2 - Consumo Máximo por Referência de granulado

	Referência	Consumo Máx. (Kg/Hora)	Consumo Máx. (Sacos/Hora)
M24	00698-157/0000	39,228	1,569
	00698-157/0000	13,334	0,533
	00698-263/0000	17,038	0,682
	00698-216/0000	17,527	0,701
	00698-281/0000	20,719	0,829
	00698-253/0000	14,236	0,569
	00698-198/0000	8,278	0,331
	00701-028/0000	14,341	0,574
	00698-295/0000	19,350	0,774
	00698-210/0000	5,782	0,231

Para cada matéria-prima foi definido um nível mínimo de 2 sacos, de maneira a acautelar previsíveis gastos em mudanças de moldes, alterações repentinas na produção e eventuais situações em que diversas máquinas injetoras necessitem de um saco de granulado no mesmo instante.

No que diz respeito ao Tempo de Entrega Máximo, i.e., o tempo máximo que o operador dispõe para abastecer os carrinhos necessitados, decidiu-se que seria o equivalente ao dobro do tempo estimado para cada ciclo *Mizusumashi* (90 minutos):

$$\text{Tempo de Entrega Máximo (horas)} = \frac{2 \times \text{Tempo de Ciclo Mizusumashi (min)}}{60}$$

Definidas estas condições, determinou-se o ponto de encomenda - *Reorder Point* - através da seguinte expressão:

$$\text{Reorder Point (Sacos)} = \text{Consumo (Sacos/Hora)} \times \text{Tempo de Entrega Máximo (horas)}$$

Na eventualidade da aplicação da expressão anterior resultar num valor inferior a 2 unidades, prevalece a condição imposta inicialmente relativamente ao nível mínimo de sacos em carrinho. O nível máximo de sacos permitido, que nunca poderá ser superior à capacidade do carrinho (16 sacos), é dado pela expressão apresentada a seguir.

$$\text{Nível Máximo (Sacos)} = \text{Reorder Point} + [\text{Tempo de Entrega Máximo (horas)} \times \text{Consumo (Sacos/Hora)}]$$

Tabela 3 - Reorder Point e Nível Máximo por Referência de granulado

Referência	Consumo Máx. (Kg/Hora)	Consumo Máx. (Sacos/Hora)	Reorder Point (Sacos)	Nível Máximo (Sacos)
00698-157/0000	39,228	1,569	3	6
M24 00698-157/0000	13,334	0,533	2	3
00698-263/0000	17,038	0,682	2	4
00698-216/0000	17,527	0,701	2	4
00698-281/0000	20,719	0,829	2	4
00698-253/0000	14,236	0,569	2	3
00698-198/0000	8,278	0,331	2	3
00701-028/0000	14,341	0,574	2	3
00698-295/0000	19,350	0,774	2	4
00698-210/0000	5,782	0,231	2	3

Conhecidos os valores anteriores (Tabela 3), procurou-se desenvolver uma proposta de alocação dos granulados selecionados pelo menor número de carrinhos possível. Para esse fim, levou-se a cabo um estudo sobre a possibilidade de juntar dois tipos de matéria-prima num mesmo depósito respeitando os seguintes princípios:

- Aspetto do sacco: a junção de matérias-primas que apresentem sacos semelhantes é muito pouco recomendada. Devido aos elevados prejuízos que podem resultar de uma eventual troca no granulado a injetar, esta possibilidade constitui um cenário a evitar. Por forma a assegurar que os operadores não se equivocam no momento de recolher o sacco de granulado pretendido, só devem ser agrupados aqueles que apresentem sacos com diferenças evidentes.
- Reorder Point e Nível Máximo: por forma a simplificar o sistema a implementar, bem como o seu entendimento por parte do *Mizusumashi*, decidiu-se que as matérias-primas a agrupar devem apresentar os mesmos valores para estes parâmetros.
- Localização: os granulados que, dependendo dos seus consumos por máquina, se pretendam depositar em zonas distintas na Injeção de Plásticos, não devem ficar armazenados no mesmo carrinho.

O estudo desenvolvido com base nos princípios e condições previamente estabelecidas permitiu conceber uma proposta capaz de alocar os 9 granulados selecionados em apenas 7 carrinhos de matéria-prima, menos 2 do que aqueles que eram utilizados até ao momento para depositar 8 granulados. Na Figura 46 pode observar-se o modo como se procedeu à sua organização.

C1		C2		C3	C4	
00698-198	00701-028	00698-253	00698-210	00698-157	00698-263	00698-216
C5		C6		C7		
00698-281		00698-295		00698-157		

Figura 46 - Esquema proposto para os carrinhos de matéria-prima

A partir do esquema apresentado desenvolveu-se um mecanismo de gestão visual que, com uma estrutura semelhante à de um semáforo, permite ao operador logístico perceber intuitivamente o estado do carrinho no instante em que o observa. O sistema visual em questão, contendo informações relativas aos pontos de encomenda e nível máximo definidos, foi incorporado nas folhas de identificação destes depósitos com a configuração apresentada no exemplo disposto na Figura 47. No Anexo XIII – Identificações dos carrinhos de matéria-prima, estas podem ser consultadas.



Figura 47 - Sistema visual implementado no carrinho 3

Com a finalidade de auxiliar o funcionamento do mecanismo implementado, criou-se uma estrutura onde o operador do *Mizusumashi* pudesse registar as quantidades de encomenda (Anexo XIV – Folha de Registo: Injeção de Plásticos). Este simples utensílio colocado no interior do Comboio Logístico, para além de permitir a anotação do número de sacos de granulado a abastecer no carrinho

correspondente, contém ainda informações sobre o local em que as matérias-primas se encontram depositadas no Supermercado da Injeção de Plásticos, procurando com isso reduzir o tempo despendido pelo operador no momento de fazer o seu carregamento.

- Matéria-prima sem carrinho

A ausência de depósitos na Injeção de Plásticos para os sacos dos restantes granulados conduziu a uma abordagem diferente da adotada anteriormente. A comunicação ao *Mizusumashi* das necessidades das matérias-primas sem carrinho próprio, que até então implicava uma abordagem direta ao operador responsável, passou a ser processada através de um sistema *kanban* implementado junto a cada uma das 18 máquinas injetoras.

O sistema proposto é constituído por uma sequência de 3 cores distintas – verde, amarelo e vermelho – que estabelecem um código visual para o grau de urgência do pedido a colocar, representando verde as requisições menos urgentes, amarelo as requisições de urgência intermédia e vermelho as requisições mais urgentes. A proposta desenvolvida pode ser observada na Figura 48.

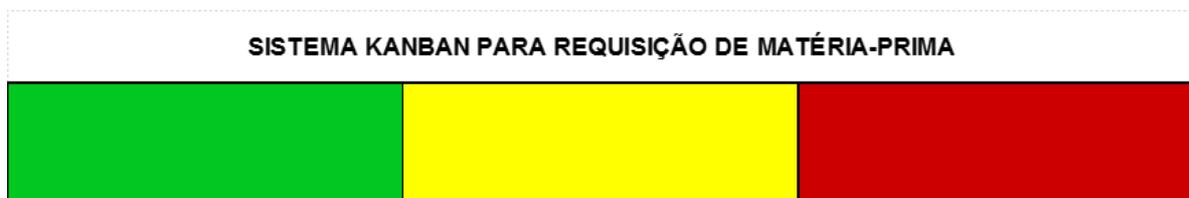


Figura 48 - Sistema kanban para requisição de matéria-prima

Em representação dos granulados a requisitar em cada uma das máquinas de injeção foram concebidos cartões *kanban* onde constam dados sobre a referência da matéria-prima, o código-de-barras associado, a máquina a que pertencem e a sua localização no Supermercado da Injeção de Plásticos. De maneira a informar o *Mizusumashi* sobre a quantidade necessária, cada cartão possui um campo em branco (QTD) onde o operador do equipamento deve inserir o valor pretendido. Na Figura 49 apresenta-se um exemplar dos cartões criados.



Figura 49 - Cartão kanban do granulado 00698-007/0000

Após o preenchimento da quantidade necessária no respetivo cartão e por forma a finalizar a requisição da matéria-prima, o operador da máquina é responsável por coloca-lo no quadro *kanban* por baixo da cor correspondente ao nível de urgência de abastecimento.

O *Mizusumashi*, ao verificar a sua presença durante o cumprimento do circuito estabelecido, está encarregue de retirar o cartão do quadro, verificando a urgência atribuída ao pedido, levantar a quantidade indicada de granulado no Supermercado da Injeção de Plásticos, abastecer a máquina necessitada e devolver o cartão ao posto de trabalho.

5.2.3 Caixas ESD médias e pequenas

O desenvolvimento de uma proposta capaz de normalizar o modo como se processa o abastecimento destas caixas ESD, de maneira a impor um número limite na secção e a definir um espaço próprio para o seu descarregamento, implicou uma análise prévia dos consumos que estas apresentam.

Recorrendo ao programa Excel elaborado, fez-se o levantamento dos dados presentes no Anexo XV – Consumo máximo de caixas por máquina injetora (Caixas/Hora). O somatório dos valores resultantes do registo efetuado permitiu determinar os consumos máximos por hora na secção Injeção de Plásticos, dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Consumo Máximo por Tipo de Embalagem

Tipo de Embalagem	Consumo Máx. (Caixas/Hora)
Caixa ESD média	31
Caixa ESD pequena	13

Conhecidos os valores anteriores e atendendo à sua elevada dimensão, determinou-se que o descarregamento destes tipos de caixas ESD passaria a ser feito num local fixo e demarcado – onde seria colocada uma palete com área suficiente para o efeito – a ser visitado regularmente pelo Comboio Logístico (no mínimo uma vez por hora) e reabastecido caso o nível de caixas se encontre abaixo do limite máximo imposto (Figura 50).



Figura 50 - Local destinado ao depósito de caixas ESD médias e pequenas

Por forma a facilitar a gestão visual desse depósito e a conferir um certo *stock* de segurança, decidiu-se que seriam permitidas no máximo 36 caixas ESD médias (6 colunas de 6 caixas) e 15 caixas ESD pequenas (3 colunas de 5 caixas), tendo sido criadas as etiquetas presentes na Figura 51 para as identificar.



Figura 51 - Etiquetas referentes às caixas ESD médias e pequenas

O *layout* projetado para esta nova área de descarregamento foi afixado no interior do *Mizusumashi*, servindo como auxiliar para o seu operador, e no quadro de comunicações da secção, por forma a alertar todos os colaboradores para esta alteração (Anexo XVI – Layout do local de armazenamento).

5.2.4 Caixas ESD de cartão / Separadores de cartão e espuma

A proposta de organização dos contentores onde estes materiais são depositados foi sustentada na implementação de sistemas de gestão visual capazes de regularizar o modo como o *Mizusumashi* faz o seu abastecimento. Por forma a determinar o ponto de encomenda de cada um deles, começou-se por deduzir os valores presentes no Anexo XVII – Consumo máximo de materiais em contentor por máquina injetora, calculados na aplicação Excel para o período de uma hora (Tabela 5).

Tabela 5 - Consumo Máximo por Tipo de Embalagem e Separador

Tipo de Embalagem	Consumo Máx. (Caixas/Hora)	Tamanho do Lote	Consumo Máx. (Lotes/Hora)
Caixa ESD de cartão	7	100	0,7

Tipo de Separador	Consumo Máx. (Separadores/Hora)	Tamanho do Lote	Consumo Máx. (Lotes/Hora)
Divisória de cartão	64	100	0,64
Divisória de espuma	73	200	0,365

À semelhança do procedimento adotado nas matérias-primas sem carrinho, estabeleceu-se um tempo de entrega máximo de 90 minutos, i.e., dois ciclos do Comboio Logístico, a partir do qual foram calculados os pontos de reabastecimento e os níveis máximos através das seguintes expressões:

$$\text{Reorder Point (Lotes)} = \frac{\text{Consumo (UN/H)} \times \text{Tempo de Entrega Máximo (horas)}}{\text{Tamanho do Lote}}$$

$$\text{Nível Máximo (Lotes)} = \text{Reorder Point} + \frac{[\text{Consumo (UN/H)} \times \text{Tempo de Entrega Máximo (horas)}]}{\text{Tamanho do Lote}}$$

Tabela 6 - Reorder Point e Nível Máximo por Tipo de Embalagem e Separador

Tipo de Embalagem	Consumo Máx. (Caixas/Hora)	Consumo Máx. (Lotes/Hora)	Reorder Point (Lotes)	Nível Máximo (Lotes)
Caixa ESD de cartão	7	0,7	2	4

Tipo de Separador	Consumo Máx. (Separadores/Hora)	Consumo Máx. (Lotes/Hora)	Reorder Point (Lotes)	Nível Máximo (Lotes)
Divisória de cartão	64	0,64	1	2
Divisória de espuma	73	0,365	1	2

Com base nos valores apresentados na Tabela 6, conceberam-se as etiquetas presentes no Anexo XVIII – Sistemas Visuais aplicados aos contentores, contendo as diretivas a respeitar pelo operador do *Mizusumashi* no momento de abastecer.

5.2.5 Tabuleiros plásticos de pintura

Os tabuleiros plásticos de pintura, apesar de serem esporadicamente utilizados em certos equipamentos de injeção, apresentam consumos claramente mais regulares e acentuados nas máquinas 18 e 19. Devido a este motivo e ao facto das máquinas em questão ficarem constantemente rodeadas de paletes, optou-se por normalizar o abastecimento destes materiais para os respetivos postos de trabalho.

A identificação dos tabuleiros a fornecer em ambas as máquinas, bem como a análise relativa aos consumos associados à produção dos componentes neles a fixar, encontram-se organizados na Tabela 7.

Tabela 7 - Consumo por Referência de tabuleiro

Máquina	Referência	Consumo (Tabuleiros/Hora)
18	13099-001/0000	7
	13099-010/0000	7
19	13099-004/0000	4

Com base nas informações apresentadas na tabela anterior, reunidas a partir da aplicação Excel, propôs-se a introdução de mecanismos visuais que permitissem um controlo simples e imediato das necessidades de tabuleiros plásticos de pintura em ambos os postos de trabalho. Considerando um tempo de abastecimento máximo igual ao dobro do tempo de ciclo definido para o Comboio Logístico (90 minutos), definiram-se em colaboração com os operadores o ponto de encomenda e o nível

máximo para cada um dos casos, tendo em conta a capacidade limitada dos bordos-de-linha e procurando prevenir possíveis quebras de material no decorrer da produção (Tabela 8).

Tabela 8 - Reorder Point e Nível Máximo por Referência de tabuleiro

Máquina	Referência	Consumo (Tabuleiros/Hora)	Reorder Point (Tabuleiros)	Nível Máximo (Tabuleiros)
18	13099-001/0000	7	10	20
	13099-010/0000	7	10	20
19	13099-004/0000	4	6	12

A abordagem adotada culminou no desenvolvimento dos sistemas apresentados na Figura 52, já afixados no bordo-de-linha da máquina a que correspondem.



Figura 52 - Etiquetas referentes aos tabuleiros plásticos de pintura utilizados nas máquinas 18 e 19

5.2.6 Tabuleiros de esferovite

No que diz respeito aos tabuleiros de esferovite (03523-430/0002), que até então eram descarregados em paletes nas redondezas da máquina 22, apresentou-se uma proposta de melhoria com vista à redução da quantidade destas embalagens na secção. Seguindo uma abordagem similar às que foram descritas para outros materiais, deliberou-se que seriam igualmente implementados mecanismos de gestão visual que servissem de guia para o abastecimento dos bordos-de-linha do equipamento.

Por forma a ser tomada uma decisão sobre o nível máximo permitido e a compreender-se a quantidade necessária de tabuleiros de esferovite nesse posto, procurou-se avaliar o consumo apresentado durante o tempo de ciclo do *Mizusumashi* com base nos valores calculados no programa Excel (Tabela 9).

Tabela 9 - Consumo por Referência de tabuleiro

Referência	Consumo (Tabuleiros/Hora)
03523-430/0002	12

Através da análise dos resultados obtidos e atendendo à capacidade máxima dos bordos-de-linha existentes no posto de trabalho – que no limite terão disponibilidade para 20 tabuleiros – foi decidido em sintonia com os operadores da máquina e o responsável pelo *Mizusumashi* que o abastecimento passaria a ser feito de forma gradual e continuada, nunca excedendo o limite estabelecido de 18 embalagens (quantidade que assegura o consumo registado em dois ciclos do Comboio Logístico).

O nível máximo acordado encontra-se redigido numa etiqueta criada com a finalidade de alertar e notificar o *Mizusumashi* sobre essa condição. A referência visual em questão apresenta-se na Figura 53.



Figura 53 - Etiqueta referente aos tabuleiros de esferovite 03523-430/0002

5.2.7 Componentes utilizados na Máquina Injetora 17

A máquina de injeção 17 tem a particularidade de integrar uma pequena chapa metálica no interior da peça durante a sua fabricação. Inserida manualmente no molde pelo operador, essa chapa pode corresponder a um dos dois tipos utilizados nesse equipamento, 12700-608/0003 ou 12707-019/0001, sendo ambos transportados dentro de caixas de cartão provenientes de fornecedores externos contendo, respetivamente, 300 ou 140 unidades.

O abastecimento desmedido destas matérias-primas pelo Comboio Logístico, habitualmente como consequência de requisições de quantidades suficientes para mais de um turno de trabalho, levou à

necessidade de desenvolver uma proposta capaz de padronizar e controlar o processo. Devido ao elevado tempo despendido para proceder ao levantamento das caixas de material no Armazém 1 e considerando a alta capacidade do bordo-de-linha deste equipamento, optou-se pela definição de um Tempo de Entrega máximo de 3 ciclos do Comboio Logístico. Tendo em conta esta condição, imposta com o objetivo de reduzir o número de deslocações ao Armazém 1, elaborou-se um estudo das quantidades necessárias para assegurar a produção durante esse intervalo de tempo (Tabela 10), sendo o *Reorder Point* equivalente ao consumo de caixas durante 135 minutos e o Nível Máximo dado pela seguinte expressão:

$$\text{Nível Máximo (Caixas)} = 2 \times \text{Reorder Point}$$

Tabela 10 - *Reorder Point* e Nível Máximo de caixas para a máquina 17

Referência	Consumo (Caixas/Hora)	<i>Reorder Point</i> (Caixas)	Nível Máximo (Caixas)
12700-608/0003	2	5	10
12707-019/0001	3	7	14

A partir do estudo realizado foi projetado um mecanismo de gestão visual para ambos os tipos de chapa, com o intuito de normalizar o modo como o *Mizusumashi* processa o seu abastecimento. Esse mecanismo consiste numa etiqueta afixada junto ao bordo-de-linha da máquina 17, que se encontra disposta na Figura 54.

<p>12700-608/0003</p> <p>CONTACT NET</p>	
<p>6 CAIXAS OK</p>	<p><6 CAIXAS NOK</p>
<p>Nível Máximo: 10 CAIXAS</p>	
<p>12707-019/0001</p> <p>CONTACT NET MCP 361</p>	
<p>8 CAIXAS OK</p>	<p><8 CAIXAS NOK</p>
<p>Nível Máximo: 14 CAIXAS</p>	

Figura 54 - Etiqueta referente aos materiais 12700-608/0003 e 12707-019/0001 a fornecer na máquina 17

5.2.8 Estante destinada a granulados sem depósito

O acentuado crescimento da organização tornou o espaço disponível nas suas instalações cada vez mais reduzido. Com a necessidade de introduzir novos equipamentos na Injeção de Plásticos, considerou-se conveniente a eliminação da estante em questão, responsável por ocupar uma extensa área na divisão. Nas suas prateleiras estava depositado um número infindável de sacos de granulado, sendo que alguns não se encontravam sequer identificados ou num estado aceitável de preservação.

Após a devolução dos sacos etiquetados ao Supermercado da Injeção de Plásticos e a consequente desocupação da estante, propôs-se o aproveitamento de um dos carrinhos libertados anteriormente para acomodar eventuais sacos contendo restos de granulados sem local de armazenagem na secção. Por forma a acautelar o depósito de matérias-primas sem identificação, os operadores estão encarregues de fixar no exterior do saco uma das etiquetas disponibilizadas no local, desenvolvidas para esse propósito (Figura 55).

preh IDENTIFICAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA Injeção de Plásticos
REFERÊNCIA INTERNA: _____ <i>(Indicar % em caso de Mistura)</i>
DESIGNAÇÃO: _____ _____
LOTE: _____

Figura 55 - Etiqueta de identificação de matéria-prima

O *Mizusumashi* é responsável pela manutenção do carrinho, devendo por isso fazer um controlo visual do seu estado no cumprimento de cada ciclo. De maneira a evitar uma quantidade excessiva de sacos depositados, estes devem ser gradualmente devolvidos ao Armazém 3 seguindo o procedimento criado e afixado na estrutura (Anexo XIX – Procedimento para devolução de granulados).

5.2.9 Outros Materiais

A requisição de outros materiais eventualmente necessários na Injeção de Plásticos (tais como papel Kraft, sacos de plástico, rolos de fita adesiva, rolos de película aderente, paletes de madeira, paletes de

plástico, entre outros) passou a ser comunicada ao *Mizusumashi* através dos quadros *kanban* dispostos nas máquinas injetoras.

Por forma a divulgar o pedido no respetivo quadro, foi desenvolvido um novo tipo de cartão *kanban* que permitisse aos operadores das máquinas introduzirem manualmente a referência, a designação e a quantidade necessária do material pretendido (Figura 56). Tal como mencionado em “*Matéria-prima sem carrinho*”, os cartões preenchidos devem ser colocados no sistema *kanban* por baixo da cor correspondente ao nível de urgência da encomenda, sendo posteriormente recolhidos pelo operador do *Mizusumashi* que os devolve no momento em que faz o seu abastecimento.

preh	Injeção de Plásticos Comboio Logístico	M18
REQUISIÇÃO DE MATERIAL		
DESIGNAÇÃO:		
REF:		
QTD:	<input type="text"/>	

Figura 56 - Cartão *kanban* destinado à requisição de outros materiais

5.3 Corte

5.3.1 Aplicação Excel

À semelhança da medida tomada para a Injeção de Plásticos, o interesse em compreender as necessidades de materiais no Corte conduziu ao desenvolvimento de uma aplicação Excel capaz de executar os cálculos pretendidos (Anexo XX – Aplicação Excel: Corte). A folha de cálculo construída para esse efeito é composta pelos seguintes campos:

O *Tempo de Ciclo Mizusumashi (min)* consiste no único campo que implica a inserção de dados por parte do utilizador, sendo neste caso o tempo de ciclo, em minutos, estimado para o Comboio Logístico. A partir do valor introduzido, a aplicação tem indicações para preencher automaticamente o *Tempo de Entrega Máximo (min)*, programado para corresponder ao dobro do tempo de ciclo definido.

$$\text{Tempo de Entrega Máximo (min)} = 2 \times \text{Tempo de Ciclo Mizusumashi (min)}$$

Em *Referência*, pertencente à *Designação do Material*, colocou-se as referências dos materiais a cortar nas máquinas desta secção. Com base nos dados presentes nesta coluna, procedeu-se ao levantamento das informações existentes nos Planos de Trabalho e Listas Técnicas existentes em SAP, que permitiram o preenchimento das colunas que se seguem:

- *Denominação*, que consiste na designação atribuída em SAP pela empresa ao material a cortar;
- *ValStd*, i.e., a quantidade de minutos que o operador da máquina necessita para cortar 100 peças e colocá-las nos respetivos tabuleiros plásticos de pintura.

No que diz respeito ao tabuleiro necessário:

- Na coluna *Referência* associada ao grupo *Tabuleiro* é apresentada a referência do tabuleiro utilizado para fixar as peças cortadas de determinado material;
- A coluna *Designação* é destinada à colocação da denominação definida em SAP para o tabuleiro em questão;
- Em *Taxa de Consumo* são inseridos os valores que indicam a quantidade de tabuleiros necessária por cada 100 componentes cortados.

As colunas *N.º Peças/Caixa*, referente às *Caixas de Material no Bordo-de-Linha* e que indicam o número de peças embaladas em cada caixa, e *Capacidade*, referente ao *Tabuleiro* e que indicam o número de peças cortadas que é possível fixar nele, são preenchidas a partir dos dados arquivados na aplicação Excel dedicada à Injeção de Plásticos.

A introdução das informações anteriores permite à folha Excel proceder com o cálculo dos valores correspondentes às colunas que se seguem:

- A *TC* onde, tal como no programa dedicado à Injeção de Plásticos, é feita a conversão do valor de *ValStd*, que se encontra em minutos por cada 100 peças cortadas, para segundos por peça cortada. Para tal, fez-se uso da seguinte expressão:

$$TC = \frac{ValStd \times 60}{100} [s/peça]$$

- A *Qtd. Cortada* consiste na quantidade de peças que o operador corta durante o Tempo de Entrega máximo definido para o *Mizusumashi*, sendo dado pela expressão que se segue:

$$Qtd. Cortada = \frac{Tempo de Entrega Máximo (min) \times 60}{TC} [UN]$$

- A *Consumo de Tabuleiros* apresenta nas suas células a quantidade de tabuleiros plásticos de pintura necessários para acomodar o número de peças cortadas no intervalo de tempo calculado em *Tempo de Entrega Máximo (min)*, através da fórmula:

$$Consumo de Tabuleiros = \left(\frac{Taxa de Consumo}{100} \right) \times Qtd. Cortada [UN]$$

- A *Caixas Necessárias no Bordo-de-Linha* indica a quantidade de caixas que devem estar presentes no bordo-de-linha da máquina para satisfazer as necessidades de material durante o *Tempo de Entrega Máximo (min)*. Os valores presentes nesta coluna são o resultado da aplicação da expressão seguinte:

$$Caixas Necessárias no Bordo-de-Linha = \frac{Consumo de Tabuleiros \times Capacidade}{N.^\circ Peças/Caixa} [UN]$$

5.3.2 Caixas com Material por cortar

O abastecimento de material a ser cortado nesta secção, que até então se processava com base nas quantidades indicadas verbalmente pelos operadores das máquinas ao *Mizusumashi* (geralmente o suficiente para várias horas de trabalho), resultou na necessidade de desenvolver medidas capazes de normalizar a maneira como este recurso é fornecido aos equipamentos do Corte.

Por forma a analisar qual o consumo associado a cada material, definiu-se um intervalo de tempo equivalente a dois ciclos do Comboio Logístico (90 minutos). Este intervalo consiste no tempo máximo que o *Mizusumashi* dispõe para concluir o seu abastecimento (Tempo de Entrega Máximo), sendo determinado através da seguinte expressão:

$$Tempo de Entrega Máximo (min) = 2 \times Tempo de Ciclo Mizusumashi (min)$$

Com base no tempo de entrega estabelecido anteriormente, a aplicação Excel dedicada a esta secção calcula automaticamente a quantidade de caixas de material consumidas durante os 90 minutos, podendo observar-se os valores resultantes na Tabela 11.

Tabela 11 - Consumo de caixas com material por cortar durante o Tempo de Entrega (TE)

Referência	Consumo (Caixas/TE)
13039-470/0004	1
13039-541/0004	2
13039-543/0004	2
13039-544/0004	4
13039-545/0001	1
13039-550/0002	3
13045-083/0001	3
13039-701/0002	2
13039-702/0005	3
13039-703/0007	2

A partir das quantidades apresentadas na tabela anterior e tendo em consideração um *stock* de segurança de uma caixa - definido com o propósito de acautelar possíveis quebras de material - estabeleceram-se os níveis máximos de embalagens permitidos nos bordos-de-linha recorrendo à fórmula seguinte:

$$\text{Nível Máximo} = \text{Consumo Tempo de Entrega Máximo} + \text{Stock de Segurança [UN]}$$

A intenção de regularizar o modo como o *Mizusumashi* fornece estas matérias-primas, assegurando o respeito pelo *Tempo de Entrega Máximo* e pelos *Níveis Máximos* impostos, culminou na implementação de um procedimento capaz de comunicar de forma instantânea e visual a quantidade de material necessária num determinado momento. A proposta apresentada assenta na introdução de um conceito simples e funcional: a ordem de abastecimento é dada pelo esvaziamento das caixas presentes nos bordos-de-linha, onde cada caixa vazia representa a necessidade de fornecer uma caixa cheia com o mesmo material.

De maneira a auxiliar o funcionamento do conceito introduzido, desenvolveu-se uma estrutura onde o operador responsável pudesse fazer a anotação das quantidades de encomenda que, para o presente caso, são equivalentes ao número de caixas vazias nos bordos-de-linha (Anexo XXI – Folha de Registo: Corte). Esse utensílio, fixado no interior do *Mizusumashi*, possibilita ainda a consulta do nível máximo

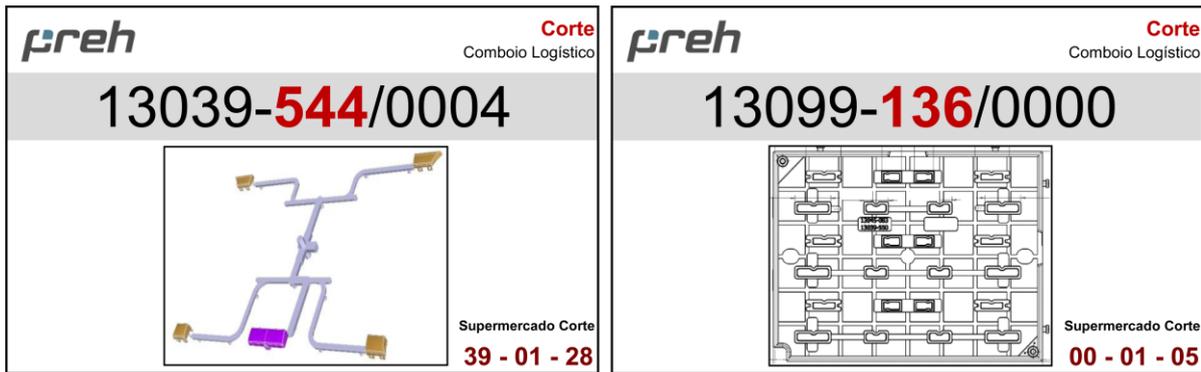


Figura 58 - Exemplos dos cartões disponibilizados no quadro kanban

Em Hora de Entrega, os operadores das máquinas de corte podem proceder à requisição das matérias-primas necessárias através da colocação dos respetivos cartões *kanban* na cavidade dedicada à hora em que deverão ser abastecidos. Devido ao elevado número de tarefas a encargo do Comboio Logístico, estabeleceu-se que as encomendas devem ser colocadas até com 2 horas de antecedência, de modo a permitir um adequado planeamento das suas ações.

No momento em que o *Mizusumashi* se depara com a requisição, está encarregue de fazer o levantamento do cartão *kanban* introduzido. Após o abastecimento da secção, que deve processar-se até à hora seleccionada pelo operador, o cartão deve ser devolvido na cavidade correspondente.

5.3.4 Organização do Corte

A desorganização instalada nos postos de trabalho do Corte, provocada pelo amontoar de múltiplas cartas de trabalho, *checklists* de operações a realizar e identificações de tabuleiros plásticos de pintura, conduziu à apresentação de uma simples proposta de melhoria.

De maneira a acomodar na secção os três tipos de documentos, foram introduzidos cinco suportes de folhas A4 onde estes pudessem ser devidamente organizados (Figura 59). As cartas de trabalho ocupam 3 dessas estruturas (uma por cada posto de trabalho), enquanto as *checklists* e as identificações dos tabuleiros preenchem as restantes.



Figura 59 - Suportes de folhas A4 introduzidos no Corte

A solução implementada assegura um acesso rápido e prático a estes documentos, reduzindo o tempo despendido pelos operadores para os encontrar e consultar. Para além de auxiliar os trabalhadores do Corte, esta alteração torna bastante menos demorada a tarefa do *Mizumashi* de identificar as paletes de tabuleiros que têm o Armazém 3 como destino.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS PROPOSTAS DESENVOLVIDAS

No presente capítulo realiza-se a análise e discussão das propostas desenvolvidas ao longo do projeto. Deste modo, são evidenciados os impactos resultantes da otimização do Comboio Logístico, alcançados através da definição de um circuito fixo e de um tempo de ciclo padrão, da normalização do abastecimento de materiais e da organização de certas regiões da área fabril.

6.1 Circuito fixo e Tempo de Ciclo padrão

A definição de um circuito fixo a cumprir pelo operador logístico (5.1.1), associado ao respetivo tempo de ciclo padrão (5.1.2), viabilizou a passagem regular e normalizada do *Mizusumashi* pelas secções a abastecer de um modo eficiente e produtivo. Através da proposta desenvolvida conseguiu-se que fosse evitada a adoção de percursos inadequados e variáveis, bem como a ocorrência de longos períodos de tempo sem circular por certas regiões a seu encargo. O diagrama de *spaghetti* registado após a normalização dos fatores em questão pode ser visualizado na Figura 60, sendo resultado da sobreposição dos diagramas presentes no Anexo IV – Diagramas de Spaghetti: Auditoria. Medições efetuadas no decorrer deste levantamento permitiram comprovar a estabilização do TC.

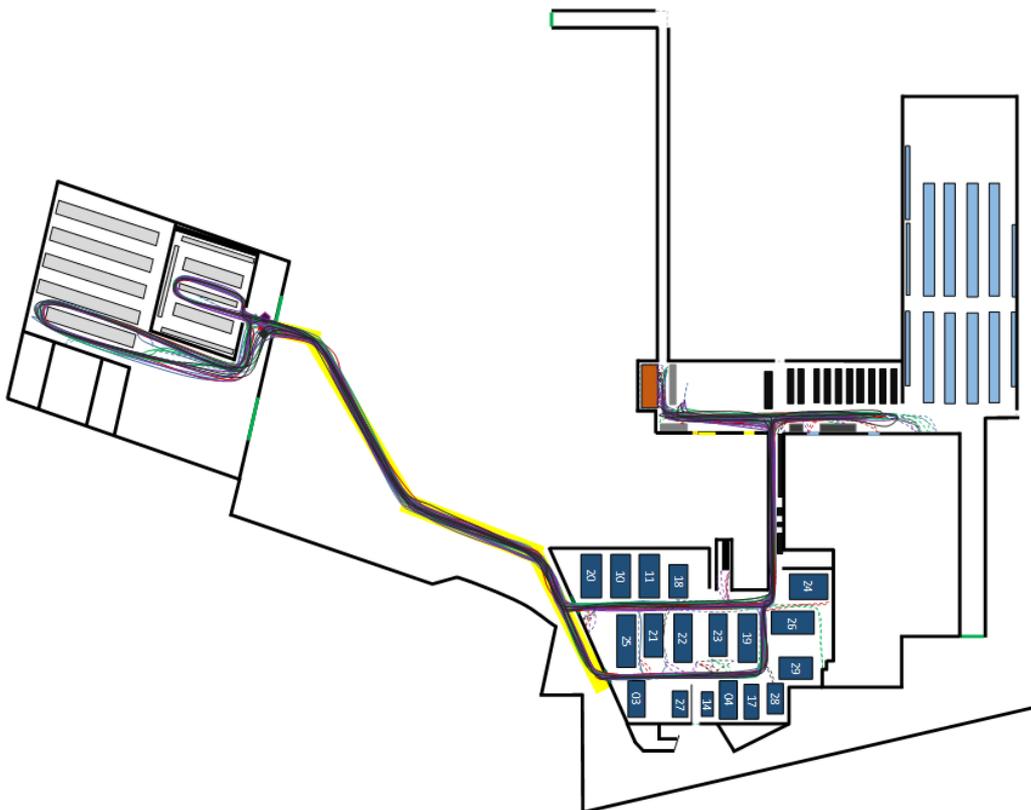


Figura 60 - Diagrama de spaghetti após a normalização

6.2 Normalização do abastecimento de materiais

A normalização do abastecimento de materiais assegura que este é desempenhado de igual modo por todos os operadores do *Mizusumashi*, proporcionando assim uma maior robustez ao processo. A atividade dos colaboradores em questão deixa de ser apenas baseada no bom senso e nas requisições dos restantes funcionários e passa a derivar diretamente das instruções presentes nos sistemas de gestão visual implementados. Com esta abordagem são dispersadas todas as dúvidas causadoras de um abastecimento desmedido e inconsistente, o que resulta num comportamento mais eficiente.

Os mecanismos implementados permitiram reduzir significativamente as quantidades de materiais acumulados na Injeção de Plásticos e no Corte, sem nunca comprometer o desempenho produtivo nessas secções. Os seus níveis de *stock*, que até então oscilavam entre o excesso e a escassez de material, foram regularizados e estabilizados de maneira a acondicionar no espaço fabril apenas as quantidades mínimas necessárias para satisfazer as carências associadas à produção em curso. As melhorias obtidas nos níveis médios de *stock* podem ser observadas na Tabela 12, desenvolvida a partir das medições presentes no Anexo XXII – Níveis de Stock na Injeção de Plásticos.

Tabela 12 - Redução dos níveis médios de stock

Material	Nível Médio Inicial	Nível Médio Final	Melhoria
Sacos de granulado			
00698-157/0000	7,13	3,88	- 45,61%
00698-157/0000 (M24)	3,31	2,25	- 32,08%
00698-263/0000	8,13	2,56	- 68,46%
00698-216/0000	7,19	3,06	- 57,39%
00698-281/0000	5,69	2,94	- 48,35%
00698-253/0000	13,31	2,31	- 82,63%
00698-198/0000	8,25	2,38	- 71,21%
00698-295/0000	5,56	3,13	- 43,82%
00698-210/0000	3,13	2,44	- 22,00%
Caixas ESD			
Médias	95,31	23,63	- 75,21%
Pequenas	164,56	10,19	- 93,81%
Cartão	46,19	24,88	- 46,14%

Material	Nível Médio Inicial	Nível Médio Final	Melhoria
Separadores			
Cartão	4,81	1,69	- 64,94%
Espuma	3,31	1,44	- 56,60%
Tabuleiros plásticos de pintura			
13099-001/0000	53,00	13,44	- 74,65%
13099-010/0000	43,94	14,44	- 67,14%
13099-004/0000	39,75	9,19	- 76,89%
Tabuleiros de esferovite			
03523-430/0002	97,31	14,69	- 84,91%
Caixas com Material para Máquina Injetora 17			
13016-084/0001	9,44	7,13	- 24,50%
13016-029/0004	9,56	8,69	- 9,15%

Além da diminuição da quantidade de materiais depositados na Injeção de Plásticos, é de salientar a redução de aproximadamente **47%** no tempo médio consumido pelo *Mizusumashi* em operações no Armazém 3 (Anexo XXIII – Redução do tempo despendido no Armazém 3). Esta melhoria resulta essencialmente da implementação de mecanismos visuais, tais como cartões *kanban* e folhas de registo aplicadas no interior do comboio, que informam o operador logístico sobre o local de armazenamento dos principais materiais a abastecer, evitando assim que este perca tempo a consultar as listas de referências afixadas no armazém ou outros colaboradores presentes no local.

6.3 Aumento da área disponível no espaço fabril

A remoção da estante onde se armazenavam os sacos de granulados sem depósito na Injeção de Plásticos (5.2.8) e a designação de um espaço próprio para a colocação de caixas ESD médias e pequenas (5.2.3), possibilitou a libertação de cerca de **32 m²** na área produtiva da secção (sinalizada a vermelho na Figura 61).

7. CONCLUSÃO

Neste último capítulo da dissertação apresentam-se considerações finais relativas ao projeto desenvolvido, assim como propostas de trabalho futuro com o intuito de promover a melhoria contínua da organização.

7.1 Considerações finais

O objetivo deste projeto consistia em aplicar técnicas e procedimentos *Lean Production* que permitissem otimizar o *Mizusumashi* responsável pelas secções Injeção de Plásticos, Corte e Pintura. Com a intenção de reunir informações que fundamentassem a realização do presente projeto, começou-se por elaborar uma revisão bibliográfica sobre a metodologia LP, onde se mencionam as suas origens, os seus princípios e algumas das suas principais ferramentas.

O desempenho do *Mizusumashi* foi descrito e analisado criticamente, tendo como base a observação do seu comportamento e os dados registados nos diagramas de sequência e de *spaghetti* desenvolvidos. A partir do diagnóstico elaborado, tornou-se possível identificar as principais fontes de desperdício associadas ao operador logístico em estudo. A ausência de normalização na sua atividade refletia-se nos percursos erróneos, nos tempos de ciclo irregulares, na desorganização do espaço produtivo, e nas elevadas oscilações das quantidades de materiais depositados (variando entre a escassez e o excesso), decorrentes de um abastecimento desordenado e desregulado.

As propostas de melhoria apresentadas com vista à resolução dos problemas referidos incluem a normalização do circuito e tempo de ciclo associado, que resultou em trajetos mais eficientes (ao evitar percursos inadequados) e numa estabilização da duração por ciclo. Apesar da inicial e espectável resistência à mudança, o *Mizusumashi* passou a deslocar-se mais regularmente pelas secções, assegurando o seu abastecimento atempado.

Outra das sugestões passou pela introdução de sistemas de gestão visual (baseados nas aplicações Excel desenvolvidas) capazes de regularizar e normalizar o abastecimento das secções. Desta forma, conseguiu-se assegurar que esta tarefa fosse desempenhada de igual modo por todos os operadores do Comboio Logístico, garantindo assim reduções acentuadas das quantidades de materiais

depositados (entre 9,15% e 93,81%) e uma diminuição considerável do tempo despendido para abastecer no Armazém 3 (46,59%).

A eliminação de recursos excedentários permitiu organizar e racionalizar as áreas produtivas. A remoção da estante destinada à colocação de sacos de granulado já abertos ou sem depósito definido, em conjunto com a designação de um espaço próprio para a colocação de caixas ESD médias e pequenas, possibilitou a libertação de cerca de 32m² na Injeção de Plásticos. Caso a empresa pretenda introduzir uma nova máquina injetora na secção, dispõe do espaço em questão para o fazer.

É de salientar que a Pintura não foi alvo de melhorias nesta dissertação, em consequência da inexistência de acessos para o Comboio Logístico e do entendimento de que o telefone interno conferia uma solução adequada para a requisição esporádica de materiais. Apesar de ter sido equacionada a implementação de um quadro *kanban* à entrada da secção, a conclusão de que esse método não seria mais funcional ou vantajoso que o existente, levou a que essa possibilidade acabasse por não se concretizar.

7.2 Trabalho futuro

Como propostas de trabalho futuro recomenda-se a implementação e cumprimento das soluções apresentadas ao longo deste projeto, visto que se revelaram capazes de resultar em benefícios para a organização. As aplicações Excel desenvolvidas, de maneira a preservarem a sua utilidade, devem ser mantidas atualizadas conforme vão sendo adquiridos novos equipamentos ou fabricados diferentes componentes.

Sugere-se também a implementação de um sistema de picagem destinado aos operadores do Comboio Logístico (tal como já acontece com os responsáveis pelo abastecimento das Linhas de Montagem), o que permitira registar e auditar o cumprimento da rota definida e do tempo de ciclo padrão. Os dados resultantes desta medida seriam importantes para compreender o desempenho do *Mizusumashi*, podendo ainda servir de apoio para o desenvolvimento de melhorias no futuro.

Devido às dificuldades sentidas pelos operadores em acoplar várias carruagens ao comboio, entende-se que seria pertinente a introdução de um sistema mais prático e funcional. Deste modo, evitavam-se trocas constantes de carruagens, dificuldades em passar por locais estreitos, carregamentos

demasiado demorados e, essencialmente, conseguir-se-ia reduzir significativamente o número de viagens necessárias para transportar a mesma quantidade de materiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Araidah, O., Momani, A., Khasawneh, M., & Momani, M. (2010). Lead-Time Reduction Utilizing Lean Tools Applied to Healthcare: The Inpatient Pharmacy at a Local Hospital *Journal for Healthcare Quality*, 32(1), 59-66. doi:10.1111/j.1945-1474.2009.00065.x
- Alavi, S. (2003). Leaning the right way. *Manufacturing Engineer*, 82(3), 32-35.
- Alves, A. C. (2008). *Projecto Dinâmico de Sistemas de Produção Orientados ao Produto*. (Tese de Doutoramento em Engenharia de Produção e Sistemas), Universidade do Minho, Escola de Engenharia.
- Apreutesei, M., Suci, E., & Arvinte, I. R. (2010). Lean Manufacturing - A Powerful Tool for Reducing Waste During the Processes. *Analele Universității Eftimie Murgu Reșița. Fascicula de Inginerie*, XVII(2), 23-34.
- Benson, R., & Kulkarni, N. S. (2011). Understanding Operational Waste from a Lean Biopharmaceutical Perspective. *Pharmaceutical Engineering*, 31, 1-7.
- Chalice, R. (2007). *Improving Healthcare Using Toyota Lean Production Methods: 46 Steps for Improvement*: ASQ Quality Press.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*: Kaizen Institute.
- Courtois, A., Martin-Bonnefois, C., & Pillet, M. (1997). *Gestão da Produção* (4ª ed.). Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas, Lda.
- Cunningham, J., & Jones, D. (2007). *Easier, Simpler, Faster: Systems Strategy for Lean IT*: Productivity Press.
- Dailey, K. W. (2003). *The Lean Manufacturing Pocket Handbook*: DW Publishing Co.
- de Souza, N. H., & Lindgren, P. (2012). *Implementação de um Quadro de Gestão Visual objetivando Melhoria Contínua*. Paper presented at the International Congress on University Industry Cooperation, Taubaté, SP - Brazil. <http://www.unitau.br/unindu/artigos/pdf391.pdf>
- Dennis, P. (2005). *Andy & Me: Crisis and Transformation on the Lean Journey*: Productivity Press.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified, Second Edition: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*: Productivity Press.
- Di Pietro, L., Mugion, R. G., & Renzi, M. F. (2013). An integrated approach between Lean and customer feedback tools: An empirical study in the public sector. *Total Quality Management & Business Excellence*, 24(8), 899-917. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/14783363.2013.791106>
- Emiliani, M. L. (1998). Lean behaviors. *Management Decision*, 36(9), 615-631. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/00251749810239504>
- Fisher, M. (1999). Process improvement by poka-yoke. *Work Study*, 48(7), 264-266. doi:doi:10.1108/00438029910294153
- Galgano, A. (2003). *Las tres revoluciones. Caza del desperdicio: Doblar la productividad con la "LEAN Production"*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Ghinato, P. (1995). Sistema Toyota de Produção: Mais do Que Simplesmente Just-in-Time. *Production*, 5(2), 169-189.
- Ghinato, P. (2007). Jidoka: Mais do Que "Pilar da Qualidade": Lean Way Consulting.
- Gilmore, T., Ramirez, R., & Krantz, J. (1986). Action-Based Modes of Inquiry and the Host-Researcher Relationship. *Consultation*, 5(3), 160-176.
- Ha, D. S., & Kim, S. L. (1997). Implementation of JIT purchasing: An integrated approach. *Production Planning & Control*, 8(2), 152-157. doi:10.1080/095372897235415
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2011). *Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving* (2nd ed.). New York: Productivity Press.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-64.

- Hüttmeir, A., de Treville, S., van Ackere, A., & Monnier, L. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International Journal of Production Economics*, 118(2), 501-507. doi:10.1016/j.ijpe.2008.12.014
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*: Random House Business Division.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy* (2 ed.): McGraw-Hill Education.
- Janakiraman, B., & Gopal, R. K. (2006). *Total Quality Management: Text and Cases*: PHI Learning Pvt. Ltd.
- Johansson, P. E. C., Lezama, T., Malmköld, L., Sjögren, B., & Ahlström, L. M. (2013). Current State of Standardized Work in Automotive Industry in Sweden *Procedia CIRP*, 7, 151-156.
- Karim, M. A., Smith, A. J. R., Halgamuge, S. K., & Islam, M. M. (2008). A comparative study of manufacturing practices and performance variables. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 841-859. doi:10.1016/j.ijpe.2007.07.005
- Kerper, D. A. (2006). *Lean Improvement Methodologies*: Misty River Consulting.
- Kumar, B. S., & Abuthakeer, S. S. (2012). Implementation of Lean Tools and Techniques in an Automotive Industry. *Journal of Applied Sciences*, 12(10), 1032-1037. doi:10.3923/jas.2012.1032.1037
- Liff, S., & Posey, P. A. (2004). *Seeing is Believing: How the New Art of Visual Management Can Boost Performance Throughout Your Organization*: AMACOM.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill Professional.
- Liker, J. K., & Meyer, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*: McGraw-Hill Education.
- Marchetti, B. (2012). Rapidez e Agilidade: Aumento de Produtividade. Retrieved from <http://blog.br.kaizen.com/2012/08/09/mizu/>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing - What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research & Design*, 83(A6), 662-673. doi:10.1205/cherd.04351
- Miller, J. (2006). The Water Spider: What's in a Name? Retrieved from http://gembapantarei.com/2006/11/water_spider_whats_in_a_name/
- Miltenburg, J. (2001). One-piece flow manufacturing on U-shaped production lines: a tutorial. *IIE Transactions*, 33(4), 303-321. doi:10.1023/A:1007642522626
- Monden, Y. (1993). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time* (2 ed.): Industrial Engineering and Management Press.
- Nomura, J., & Takakuwa, S. (2006). Optimization of a Number of Containers for Assembly Lines: the Fixed-Course Pick-Up System. *International Journal of Simulation Modelling*, 5(4), 155-166.
- O'Brien, R. (2001). An overview of the methodological approach of action research. *Theory and practice of action research*. Retrieved from <http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity Press.
- Ortiz, C. (2006). All-out kaizen. *Industrial Engineer*, 38(4), 30-34.
- Paez, O., Dewees, J., Genaidy, A., Tuncel, S., Karwowski, W., & Zurada, J. (2004). The Lean Manufacturing Enterprise: An Emerging Sociotechnological System Integration. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 14(3), 285-306. doi:10.1002/hfm.10067
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075-3090. doi:10.1080/0020754021000049817
- Pereira, R. (2007). Jidoka – The Forgotten Pillar. Retrieved from <http://blog.gembaacademy.com/2007/04/09/jidoka-forgotten-pillar/>
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro*: Comunidade Lean Thinking.

- Potey, N. L., & Bonde, A. S. (2013). Process Improvement Through Poka-Yoke Technique – A Case Study VSRD *International Journal of Mechanical, Civil, Automobile and Production Engineering*, 3(6), 167-172.
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(7-8), 800-822. doi:10.1108/01443570510608619
- Rother, M. (2009). *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*: McGraw Hill Professional.
- Sakikawa, T. (2012). *Transforming Japanese Workplaces*: Palgrave Macmillan.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research Methods for Business Students* (5th ed.): Prentice Hall.
- Sayer, N. J., & Williams, B. (2007). *Lean For Dummies*: Wiley Publishing, Inc.
- Scotelano, L. d. S. (2007). Aplicação da Filosofia Kaizen e uma Investigação sobre a sua Difusão em uma Empresa Automobilística. *Revista da FAE*, 10, 165-177.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149. doi:10.1016/s0272-6963(02)00108-0
- Shimbu, N. K. (1988). *Poka-Yoke: Improving Product Quality by Preventing Defects*: Productivity Press.
- Staats, B. R., Brunner, D. J., & Upton, D. M. (2011). Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. *Journal of Operations Management*, 29(5), 376-390. doi:10.1016/j.jom.2010.11.005
- Susman, G. I. (1983). *Action Research: A Sociotechnical Systems Perspective*. London: Sage Publications.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582-603.
- Tapping, D. M. (2006). *The Lean Office Pocket Guide XL*: MCS Media, Inc.
- Tayal, S. P. (2012). Just In Time Manufacturing. *International Journal of Applied Engineering Research*, 7(11).
- Tereso, A. P. (2014). Slides de Apoio à Unidade Curricular de Métodos de Investigação. Guimarães: Departamento de Produção e Sistemas. Universidade do Minho.
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2009). *The Functions of Visual Management*. Paper presented at the International Research Symposium, Salford, UK. <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/10883>
- Van Scyoc, K. (2008). Process safety improvement—Quality and target zero. *Journal of Hazardous Materials*, 159(1), 42-48. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.02.036>
- Velmanirajan, K., Rajaraman, G., Karthikeyan, S. K., & Dinesh, D. (2013). Lean Manufacturing In Chassis Assembly Through Poka-Yoke. *International Journal of Technology Enhancements and Emerging Engineering Research*, 1(1), 31-36.
- Warnecke, H. J., & Hüser, M. (1995). Lean production. *International Journal of Production Economics*, 41(1), 37-43.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2nd ed.). New York: Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed The World: The Story of Lean Production*. New York: Rawson Associates.

ANEXO I – FLUXO DE MATERIAIS DA PREH PORTUGAL, LDA.

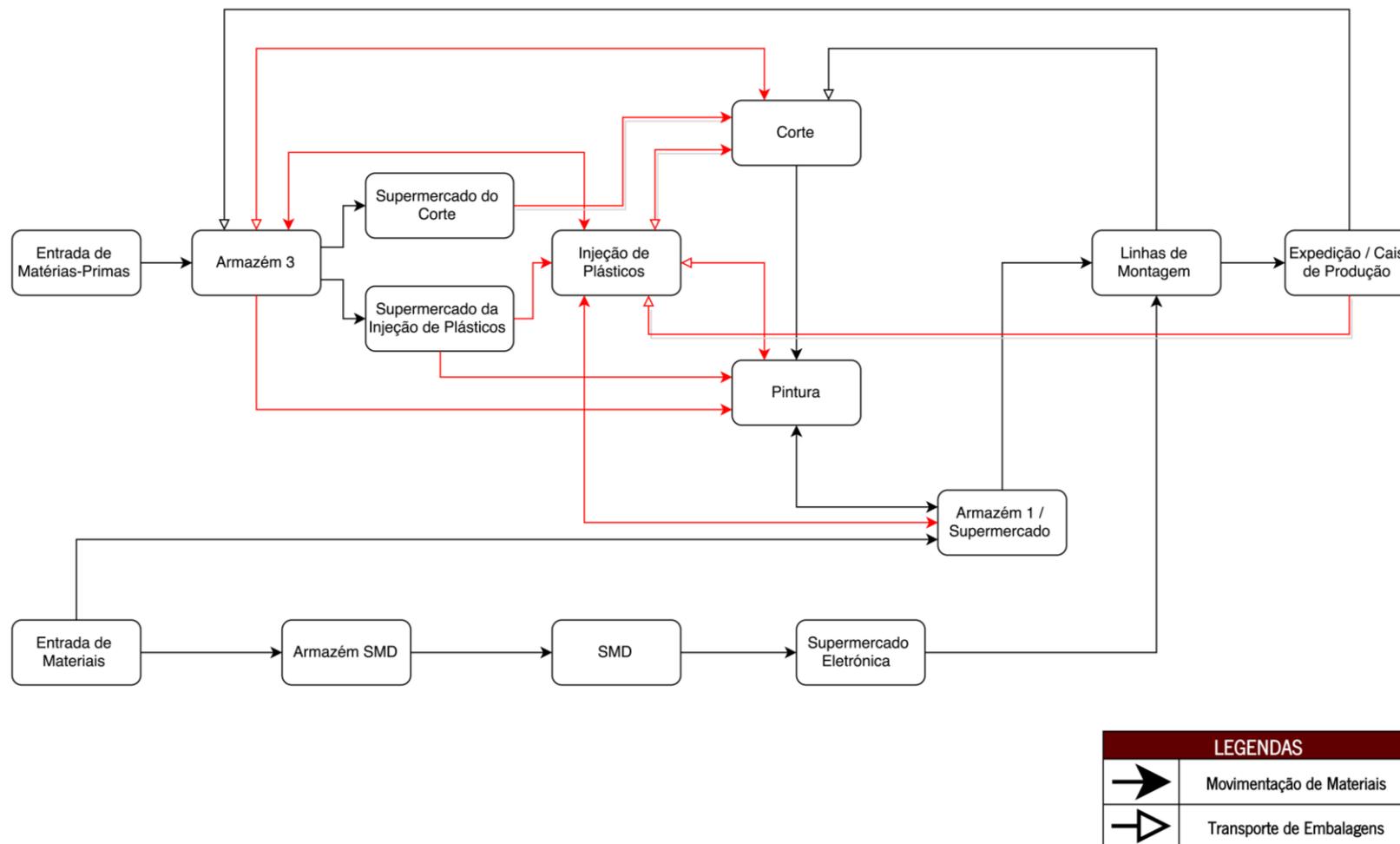


Figura 62 - Fluxo de Materiais da Preh Portugal, Lda.

ANEXO II – DIAGRAMAS DE SEQUÊNCIA

Tabela 13 - Diagrama de Sequência n.º 1

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 1		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
		OPERAÇÃO ○		5		5			
		TRANSPORTE ⇨		5		5			
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA D		3		3			
		CONTROLO □		0		0			
		ARMAZENAGEM ▽		0		0			
		DISTANCIA (metros)		0		0			
		TEMPO (minutos)		00:24:26		00:24:26			
		MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO					
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 09.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:52							
Paragem p/ abastecimento dos PT's	-	00:01:10							
Paragem p/ troca de carruagem	-	00:00:45							
Lavar as mãos devido à sujidade resultante da operação anterior	-	00:00:52							
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da M19	-	00:00:22							
Paragem p/ carregamento (palete)	-	00:02:41							
Deslocação de próx. da M19 até Pintura	-	00:00:22							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:01:15							
Deslocação da Pintura até próx. da M19	-	00:01:02							
Paragem p/ carregamento junto à M19	-	00:01:46							
Paragem p/ troca de carruagem	-	00:00:28							
Deslocação da Injeção até Armazém 3	-	00:01:23							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:11:28					Falta de Material		

Tabela 14 - Diagrama de Sequência n.º 2

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 2		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
		OPERAÇÃO	○	4		4			
		TRANSPORTE	⇨	9		9			
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA	D	1		1			
		CONTROLO	□	0		0			
		ARMAZENAGEM	▽	0		0			
		DISTANCIA (metros)		0		0			
		TEMPO (minutos)		00:26:26		00:26:26			
		MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO					
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 09.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:52							
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da M19	-	00:00:23							
Paragem p/ comunicação de material em falta	-	00:00:38							
Deslocação de próx. da M19 até Corte	-	00:00:23							
Paragem p/ carregamento na Pintura	-	00:01:22							
Deslocação a pé p/ abastecimento da M24	-	00:02:18							
Deslocação a pé da M24 até Corte	-	00:00:33							
Deslocação do Corte até Armazém 1	-	00:02:12							
Paragem p/ carregamento no Armazém 1	-	00:02:42							
Deslocação do Armazém 1 até Injeção	-	00:01:34							
Paragem p/ recolha de pedidos e abastecimento dos PT's da Injeção	-	00:05:10							
Deslocação até saída da Injeção	-	00:00:12							
Deslocação da Injeção até Armazém 3	-	00:01:02							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:07:05							

Tabela 15 - Diagrama de Sequência n.º 3

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 3		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
		OPERAÇÃO	○	5		5			
		TRANSPORTE	⇒	6		6			
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA	D	1		1			
		CONTROLO	□	0		0			
		ARMAZENAGEM	▽	0		0			
		DISTANCIA (metros)		0		0			
		TEMPO(minutos)		00:13:27		00:13:27			
		MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO					
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 09.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇒	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:53							
Deslocação da entrada da Injeção até Corte	-	00:00:37							
Paragem p/ abastecimento do Corte	-	00:02:22							
Paragem p/ carregamento no Corte	-	00:01:28							
Deslocação do Corte até Pintura	-	00:00:34							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:00:22							
Deslocação da Pintura até Injeção	-	00:00:49							
Paragem p/ troca de carruagem	-	00:00:42							
Deslocação da Injeção até Corte	-	00:00:58							
Paragem p/ carregamento no Corte	-	00:01:34							
Deslocação do Corte até Armazém 3	-	00:01:57							
Paragem p/ abastecimento do Armazém 3	-	00:01:11							

Tabela 16 - Diagrama de Sequência n.º 4

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 4		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
		OPERAÇÃO	○	22		22			
		TRANSPORTE	⇒	14		14			
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA	D	0		0			
		CONTROLO	□	0		0			
		ARMAZENAGEM	▽	0		0			
		DISTANCIA (metros)		0		0			
		TEMPO(minutos)		00:42:37		00:42:37			
		MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO					
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 09.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇒	D	□	▽		
Deslocação até saída do Armazém 3	-	00:00:21							
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:01:01							
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da M19	-	00:00:22							
Paragem p/ abastecimento próx. da M19	-	00:02:58							
Deslocação de próx. da M19 até próx. da Estante PEP	-	00:00:48							
Deslocação necessária p/ a utilização do porta-paletes	-	00:01:33							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:01:03							
Paragem p/ carregamento na Pintura	-	00:01:02							
Deslocação de próx. da Estante PEP até Injeção	-	00:00:22							
Paragem p/ abastecimento da Injeção	-	00:02:21							
Paragem p/ carregamento na Injeção	-	00:01:35							
Deslocação da Injeção até próx. da Estante PEP	-	00:00:35							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:01:37							
Paragem p/ carregamento na Pintura	-	00:01:23							
Filmar palete	-	00:00:38							
Deslocação de próx. da Estante PEP até Injeção	-	00:01:12							
Paragem p/ abastecimento da Injeção	-	00:01:07							
Paragem p/ carregamento na Injeção	-	00:00:52							
Deslocação da Injeção até Pintura	-	00:00:43							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:02:20							
Paragem p/ carregamento na Pintura	-	00:00:59							
Filmar palete	-	00:00:37							
Deslocação da Pintura até Injeção	-	00:00:22							
Paragem p/ abastecimento da Injeção	-	00:01:38							
Paragem p/ carregamento na Injeção	-	00:00:34							
Deslocação da Injeção até próx. da Estante PEP	-	00:00:52							
Paragem p/ abastecimento do Corte	-	00:01:12							
Paragem p/ carregamento na Pintura	-	00:00:57							
Deslocação de próx. da Estante PEP até Injeção	-	00:01:37							
Paragem p/ abastecimento da Injeção	-	00:02:34							
Paragem p/ carregamento na Injeção	-	00:01:04							
Deslocação da Injeção até próx. da Estante PEP	-	00:01:02							
Paragem p/ abastecimento do Corte	-	00:01:05							
Paragem p/ carregamento no Corte	-	00:00:47							
Deslocação de próx. da Estante PEP até Armazém 3	-	00:01:21							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:02:03							

Tabela 17 - Diagrama de Sequência n.º 5

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 5		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE	ACTUAL	PROPOSTA	GANHO				
		OPERAÇÃO ○	16		16				
		TRANSPORTE ⇨	20		20				
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA D	4		4				
		CONTROLO □	0		0				
		ARMAZENAGEM ▽	0		0				
		DISTANCIA (metros)	0		0				
		TEMPO (minutos)	00:51:55		00:51:55				
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO							
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 10.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:52							
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da M21	-	00:00:12							
Paragem p/ abastecimento da Injeção (zona dos separadores/caixas)	-	00:02:33							
Deslocação de próx. da M21 até ao exterior (saída lateral)	-	00:00:56					Abandona o Comboio		
Procura do porta-paletes elétrico necessário à operação	-	00:06:18							
Abastecimento das estantes no corredor da Injeção	-	00:01:55							
Devolução do porta-paletes elétrico na Pintura	-	00:01:48							
Deslocação da Pintura até Injeção	-	00:01:15							
Carregamento na Injeção	-	00:00:12							
Deslocação da Injeção até Pintura	-	00:01:35							
Abastecimento da Pintura	-	00:00:07							
Deslocação da Pintura até Injeção	-	00:00:43							
Carregamento na Injeção	-	00:00:06							
Deslocação da Injeção até Pintura	-	00:01:18							
Abastecimento da Pintura	-	00:00:07							
Deslocação da Pintura até próx. da M3	-	00:00:58							
Carregamento na Injeção	-	00:01:12							
Deslocação da Injeção até Corte	-	00:02:04							
Abastecimento do Corte	-	00:00:21							
Carregamento no Corte	-	00:01:43							
Deslocação do Corte até Pintura	-	00:00:44							
Abastecimento da Pintura	-	00:00:20							
Devolução de palete na Pintura	-	00:00:39							
Deslocação da Pintura até Cais de Produção	-	00:02:26							
Carregamento falhado no Cais de Produção	-	00:01:16					Falta de Material		
Deslocação do Cais de Produção até Corte	-	00:02:42							
Informar Corte da falta de material	-	00:00:31							
Deslocação do Corte até Injeção	-	00:01:02							
Carregamento na Injeção	-	00:00:36							
Deslocação da Injeção até Pintura	-	00:01:54							
Abastecimento da Pintura	-	00:00:05							
Carregamento na Pintura	-	00:00:21							
Deslocação da Pintura até Corte	-	00:00:58							
Abastecimento do Corte	-	00:00:44							
Averiguar necessidades na Pintura	-	00:00:53							
Deslocação da Pintura até Injeção	-	00:01:22							
Averiguar necessidades na Injeção	-	00:02:26							
Deslocação da Injeção até ao exterior (saída lateral)	-	00:00:14							
Deslocação do exterior (saída lateral) até Armazém 3	-	00:01:17					Regressa ao Comboio		
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:05:10							

Tabela 18 - Diagrama de Sequência n.º 6

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 6	FOLHA N.º 1 DE 1	RESUMO							
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE	ACTUAL	PROPOSTA	GANHO				
		OPERAÇÃO ○	4		4				
		TRANSPORTE ⇨	7		7				
ATIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA D	0		0				
		CONTROLO □	0		0				
		ARMAZENAGEM ▽	0		0				
		DISTANCIA (metros)	0		0				
		TEMPO(minutos)	00:10:46		00:10:46				
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO							
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 11.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:46							
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da M22	-	00:00:16							
Paragem p/ abastecimento dos PT's da Injeção	-	00:00:46							
Deslocação de próx. da M22 até ao exterior (saída lateral)	-	00:00:19					Abandona o Comboio		
Deslocação do exterior (saída lateral) até Corte	-	00:01:26							
Carregamento no Corte	-	00:00:45							
Deslocação do Corte até Pintura	-	00:00:56							
Abastecimento da Pintura	-	00:00:11							
Deslocação da Pintura até Injeção (saída lateral para o exterior)	-	00:01:02							
Deslocação do exterior (saída lateral) até Armazém 3	-	00:01:23					Regressa ao Comboio		
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:02:56							

Tabela 19 - Diagrama de Sequência n.º 7

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 7	FOLHA N.º 1 DE 1	RESUMO							
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE	ACTUAL	PROPOSTA	GANHO				
		OPERAÇÃO ○	2		2				
		TRANSPORTE ⇨	4		4				
ATIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA D	1		1				
		CONTROLO □	0		0				
		ARMAZENAGEM ▽	0		0				
		DISTANCIA (metros)	0		0				
		TEMPO(minutos)	00:12:04		00:12:04				
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO							
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 11.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:01:05							
Deslocação da entrada da Injeção até Corte	-	00:02:01					Interrompida c/ pedidos		
Paragem p/ abastecimento do Corte	-	00:00:26							
Deslocação do Corte até próx. da M19 na Injeção	-	00:01:21							
Paragem p/ recolha de pedidos	-	00:00:53							
Deslocação de próx. da M19 até Armazém 3	-	00:01:09							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:05:09							

Tabela 20 - Diagrama de Sequência n.º 8

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO					
GRÁFICO N.º 8		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO			
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE	ACTUAL	PROPOSTA	GANHO		
		OPERAÇÃO ○	2		2		
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		TRANSPORTE ⇒	4		4		
		ESPERA D	1		1		
		CONTROLO □	0		0		
		ARMAZENAGEM ▽	0		0		
		DISTANCIA (metros)	0		0		
		TEMPO(minutos)	00:16:38		00:16:38		
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO					
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA					
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS					
DATA: 11.02.2015		TOTAL		0	0	0	
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS			OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇒	D		
Deslocação do Armazém 3 até Injeção	-	00:01:03	○				
Paragem p/ abastecimento próx. da M21 (zona dos separadores/caixas)	-	00:01:07		⇒		Interrompida c/ pedidos	
Deslocação de próx. da M21 até ao exterior (saída lateral)	-	00:00:33			D	Abandona carruagem	
Deslocação do exterior (saída lateral) até saída da Injeção	-	00:00:24					
Paragem p/ troca de carruagem	-	00:00:16				Conecta outra carruagem	
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3	-	00:00:54					
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:12:21				Operador A3 Ausente	

Tabela 21 - Diagrama de Sequência n.º 9

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO					
GRÁFICO N.º 9		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO			
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE	ACTUAL	PROPOSTA	GANHO		
		OPERAÇÃO ○	2		2		
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		TRANSPORTE ⇒	2		2		
		ESPERA D	0		0		
		CONTROLO □	0		0		
		ARMAZENAGEM ▽	0		0		
		DISTANCIA (metros)	0		0		
		TEMPO(minutos)	00:05:59		00:05:59		
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO					
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA					
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS					
DATA: 11.02.2015		TOTAL		0	0	0	
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS			OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇒	D		
Deslocação do Armazém 3 até Pintura	-	00:01:55	○			Através de outra entrada	
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:00:45		⇒			
Deslocação da Pintura até Armazém 3	-	00:01:07			D		
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:02:12					

Tabela 22 - Diagrama de Sequência n.º 10

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 10		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
		OPERAÇÃO ○		6		6			
ATIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		TRANSPORTE ⇨		8		8			
		ESPERA D		2		2			
		CONTROLO □		0		0			
		ARMAZENAGEM ▽		0		0			
		DISTANCIA (metros)		0		0			
		TEMPO (minutos)		00:31:21		00:31:21			
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO							
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 11.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até Injeção	-	00:00:53	○					Através de outra entrada	
Deslocação da Injeção até Pintura	-	00:00:45	⇨						
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:01:54	D						
Deslocação a pé da Pintura até Cais de Produção	-	00:02:16	○						
Carregamento no Cais de Produção	-	00:01:14	⇨						
Deslocação a pé do Cais de Produção até Injeção	-	00:02:32	○						
Abastecimento dos PT's Injeção e recolha de pedidos	-	00:03:07	⇨						
Deslocação a pé da Injeção até Corte	-	00:01:11	○						
Abastecimento do Corte (palete)	-	00:00:48	⇨						
Averiguar necessidades do Corte	-	00:02:51	D						
Deslocação do Corte até próx. da M27 na Injeção	-	00:00:56	○						
Entregar palete de madeira no Parque de Resíduos	-	00:03:12	⇨						
Deslocação de próx. da M27 até saída da Injeção	-	00:00:16	○						
Paragem p/ troca de carruagem	-	00:01:08	⇨						
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3	-	00:01:06	○						
Paragem p/ verificação de inventário e carregamento no Armazém 3	-	00:07:12	D						

Tabela 23 - Diagrama de Sequência n.º 11

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO								
GRÁFICO N.º 11		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO						
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO				
		OPERAÇÃO	○	2		2				
		TRANSPORTE	⇒	4		4				
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA	D	0		0				
		CONTROLO	□	0		0				
		ARMAZENAGEM	▽	0		0				
		DISTANCIA (metros)		0		0				
		TEMPO (minutos)		00:08:20		00:08:20				
		MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO						
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA								
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS								
DATA: 12.02.2015		TOTAL		0	0	0				
DESCRIÇÃO		DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
				○	⇒	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção		-	00:00:47						Através de outra entrada	
Deslocação da entrada da Injeção até Pintura		-	00:00:55							
Paragem p/ abastecimento da Pintura		-	00:01:50							
Deslocação da Pintura até saída da Injeção		-	00:01:23							
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3		-	00:00:47							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3		-	00:02:38							

Tabela 24 - Diagrama de Sequência n.º 12

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO								
GRÁFICO N.º 12		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO						
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO				
		OPERAÇÃO	○	2		2				
		TRANSPORTE	⇒	4		4				
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA	D	0		0				
		CONTROLO	□	0		0				
		ARMAZENAGEM	▽	0		0				
		DISTANCIA (metros)		0		0				
		TEMPO (minutos)		00:10:24		00:10:24				
		MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO						
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA								
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS								
DATA: 12.02.2015		TOTAL		0	0	0				
DESCRIÇÃO		DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
				○	⇒	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção		-	00:01:15							
Deslocação da entrada da Injeção até Pintura		-	00:00:50							
Paragem p/ abastecimento da Pintura		-	00:01:36							
Deslocação da Pintura até saída da Injeção		-	00:01:58							
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3		-	00:00:56							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3		-	00:03:49							

Tabela 25 - Diagrama de Sequência n.º 13

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 13	FOLHA N.º 1 DE 1	RESUMO							
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE	ACTUAL	PROPOSTA	GANHO				
		OPERAÇÃO ○	2		2				
		TRANSPORTE ⇨	5		5				
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA D	1		1				
		CONTROLO □	0		0				
		ARMAZENAGEM ▽	0		0				
		DISTANCIA (metros)	0		0				
		TEMPO(minutos)	00:15:45		00:15:45				
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO							
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 12.02.2015		TOTAL	0	0	0				
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:53							
Deslocação da entrada da Injeção até Pintura	-	00:00:53							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:01:52							
Deslocação da Pintura até Armazém 1	-	00:01:14							
Paragem p/ troca de bateria	-	00:05:25							
Deslocação do Armazém 1 até saída da Injeção	-	00:02:09							
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3	-	00:01:05							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:02:14							

Tabela 26 - Diagrama de Sequência n.º 14

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 14	FOLHA N.º 1 DE 1	RESUMO							
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE	ACTUAL	PROPOSTA	GANHO				
		OPERAÇÃO ○	2		2				
		TRANSPORTE ⇨	4		4				
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA D	0		0				
		CONTROLO □	0		0				
		ARMAZENAGEM ▽	0		0				
		DISTANCIA (metros)	0		0				
		TEMPO(minutos)	00:09:11		00:09:11				
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO							
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 12.02.2015		TOTAL	0	0	0				
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:53							
Deslocação da entrada da Injeção até Pintura	-	00:00:59							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:02:01							
Deslocação da Pintura até saída da Injeção	-	00:01:27							
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3	-	00:00:53							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:02:58							

Tabela 27 - Diagrama de Sequência n.º 15

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 15		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE	ACTUAL	PROPOSTA	GANHO				
		OPERAÇÃO ○	6		6				
		TRANSPORTE ⇨	9		9				
ACTIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA D	2		2				
		CONTROLO □	0		0				
		ARMAZENAGEM ▽	0		0				
		DISTANCIA (metros)	0		0				
		TEMPO(minutos)	00:40:57		00:40:57				
		MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO	CUSTO						
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura	MÃO-DE-OBRA								
RESPONSÁVEL: Leandro Reis	MATERIAIS								
DATA: 12.02.2015	TOTAL		0	0	0				
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:59							
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da Estante PEP	-	00:00:53							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:01:30							
Deslocação a pé de próx. da Estante PEP até Cais de Produção	-	00:01:45							
Carregamento no Cais de Produção	-	00:02:10							
Deslocação a pé do Cais de Produção até Corte	-	00:01:57							
Abastecimento do Corte	-	00:00:18							
Carregamento no Corte	-	00:01:08							
Deslocação a pé do Corte até Pintura	-	00:01:02							
Abastecimento da Pintura	-	00:00:55							
Deslocação a pé da Pintura até Injeção	-	00:00:33							
Recolha de pedidos na Injeção	-	00:05:03							
Deslocação a pé da Injeção até próx. da Estante PEP	-	00:00:43							
Deslocação de próx. da Estante PEP até saída da injeção	-	00:00:48							
Paragem p/ troca de carruagem	-	00:01:07							
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3	-	00:01:14							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:18:52						Atraso	

Tabela 28 - Diagrama de Sequência n.º 16

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 16		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: Alberto		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
		OPERAÇÃO ○		4		4			
		TRANSPORTE ⇔		7		7			
ATIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA D		1		1			
		CONTROLO □		0		0			
		ARMAZENAGEM ▽		0		0			
		DISTANCIA (metros)		0		0			
		TEMPO(minutos)		00:14:13		00:14:13			
		MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO	CUSTO						
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura	MÃO-DE-OBRA								
RESPONSÁVEL: Leandro Reis	MATERIAIS								
DATA: 12.02.2015	TOTAL		0	0	0				
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇔	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:53	○						
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da M23	-	00:00:27		⇔					
Paragem p/ recolha de pedidos	-	00:00:16			D				
Deslocação de próx. da M23 até próx. da Estante PEP	-	00:00:40							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:01:29							
Deslocação de próx. da Estante PEP até próx. da M24 na Injeção	-	00:00:44							
Paragem p/ abastecimento da Injeção	-	00:03:27							
Deslocação de próx. da M24 até próx. da M4	-	00:00:19							
Paragem p/ abastecimento da Injeção - Carros de MP	-	00:00:21							
Deslocação de próx. da M4 até saída da Injeção	-	00:00:14							
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3	-	00:00:52							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:04:31							

Tabela 29 - Diagrama de Sequência n.º 17

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 17		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: Alberto		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
		OPERAÇÃO	○	4		4			
		TRANSPORTE	⇒	7		7			
ATIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA	D	0		0			
		CONTROLO	□	0		0			
		ARMAZENAGEM	▽	0		0			
		DISTANCIA (metros)		0		0			
		TEMPO(minutos)		00:11:50		00:11:50			
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO							
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 12.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇒	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:47							
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da Estante PEP	-	00:00:50							
Deslocação a pé em busca do porta-paletes elétrico no Armazém 1	-	00:01:02							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:01:07							
Paragem p/ carregamento de paleta de plástico próx. da Estante PEP	-	00:00:22							
Deslocação a pé p/ devolver porta-paletes elétrico ao Armazém 1	-	00:00:57							
Deslocação de próx. da Estante PEP até próx. da M14 na Injeção	-	00:00:48							
Paragem p/ abastecimento da Injeção	-	00:01:55							
Deslocação de próx. da M14 até saída da Injeção	-	00:00:18							
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3	-	00:01:03							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:02:41							

Tabela 30 - Diagrama de Sequência n.º 18

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 18		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
		OPERAÇÃO	○	7		7			
		TRANSPORTE	⇒	8		8			
ATIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA	D	1		1			
		CONTROLO	□	0		0			
		ARMAZENAGEM	▽	0		0			
		DISTANCIA (metros)		0		0			
		TEMPO(minutos)		00:40:32		00:40:32			
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO							
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 13.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇒	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:01:11							
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da M21	-	00:00:17							
Paragem p/ abastecimento da Injeção e ida ao Parque de Resíduos	-	00:10:34							
Deslocação de próx. da M21 até Pintura	-	00:01:02							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:00:33							
Deslocação da Pintura até Corte	-	00:00:19							
Paragem p/ abastecimento do Corte	-	00:03:12							
Deslocação do Corte até saída da Injeção	-	00:01:03							
Paragem p/ troca de carruagem	-	00:00:26							
Deslocação da saída da Injeção até Corte	-	00:01:04							
Filmar palete	-	00:02:49							
Paragem p/ carregamento no Corte	-	00:01:52							
Deslocação do Corte até saída da Injeção	-	00:01:08							
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3	-	00:00:56							
Paragem p/ abastecimento do Armazém 3	-	00:03:11							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:10:55							Incerteza em relação à MP

Tabela 31 - Diagrama de Sequência n.º 19

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 19		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
		OPERAÇÃO ○		6		6			
		TRANSPORTE ⇨		7		7			
ATIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA D		1		1			
		CONTROLO □		0		0			
		ARMAZENAGEM ▽		0		0			
		DISTANCIA (metros)		0		0			
		TEMPO (minutos)		00:22:22		00:22:22			
		MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO					
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 13.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:55							
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da M4	-	00:00:48							
Paragem p/ abastecimento da Injeção	-	00:00:37							
Deslocação da Injeção até Corte	-	00:01:02							
Paragem p/ abastecimento do Corte	-	00:01:04							
Deslocação do Corte até saída da Injeção	-	00:01:41							
Paragem p/ ida ao Parque de Resíduos	-	00:01:43							
Paragem p/ troca de carruagem	-	00:00:37							
Paragem p/ carregamento na Injeção	-	00:01:56							
Deslocação da Injeção até Pintura	-	00:01:02							
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:00:32							
Deslocação da Pintura até saída da Injeção	-	00:01:53							
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3	-	00:01:11							
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:07:21							

Tabela 32 - Diagrama de Sequência n.º 20

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 20		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO					
OPERADOR: José Pedro		ACTIVIDADE		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
		OPERAÇÃO	○	6		6			
		TRANSPORTE	⇒	9		9			
ATIVIDADE: Comportamento do Comboio Logístico		ESPERA	D	1		1			
		CONTROLO	□	0		0			
		ARMAZENAGEM	▽	0		0			
		DISTANCIA (metros)		0		0			
		TEMPO (minutos)		00:25:09		00:25:09			
MÉTODO: ACTUAL/PROPOSTO		CUSTO							
LOCALIZAÇÃO: Injeção de Plásticos / Corte / Pintura		MÃO-DE-OBRA							
RESPONSÁVEL: Leandro Reis		MATERIAIS							
DATA: 13.02.2015		TOTAL		0	0	0			
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇒	D	□	▽		
Deslocação do Armazém 3 até entrada da Injeção	-	00:00:51	○						
Deslocação da entrada da Injeção até próx. da Estante PEP	-	00:01:01	⇒						
Paragem p/ abastecimento da Pintura	-	00:02:53	D						
Deslocação a pé da Pintura até Armazém 1	-	00:00:16	○						
Carregamento no Armazém 1	-	00:02:11	⇒						
Deslocação a pé do Armazém 1 até Pintura	-	00:00:18	○						
Abastecimento da Pintura	-	00:01:42	⇒						
Deslocação a pé da Pintura até Cais de Produção	-	00:01:46	○						
Carregamento no Cais de Produção	-	00:02:42	⇒						
Deslocação a pé do Cais de Produção até Pintura	-	00:01:19	○						
Abastecimento da Pintura	-	00:02:10	⇒						
Deslocação da Pintura até Corte	-	00:00:21	○						
Recolha de pedidos no Corte	-	00:01:51	⇒						
Deslocação de próx. da Estante PEP até saída da Injeção	-	00:01:54	○						
Deslocação da saída da Injeção até Armazém 3	-	00:00:52	⇒						
Paragem p/ carregamento no Armazém 3	-	00:03:02	D						

ANEXO III – DIAGRAMAS DE SPAGHETTI: DIAGNÓSTICO

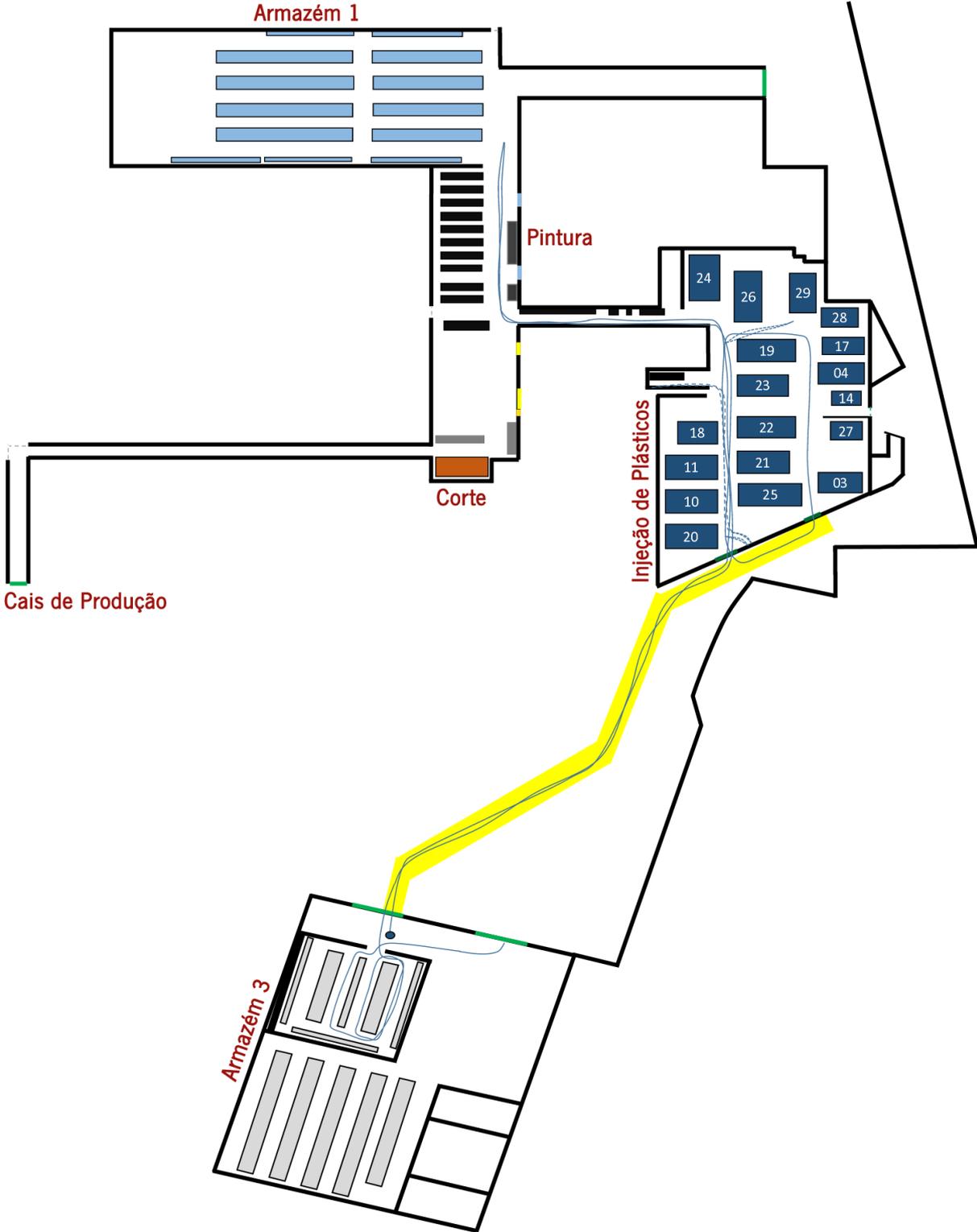


Figura 63 - Diagrama de Spaghetti n.º 1

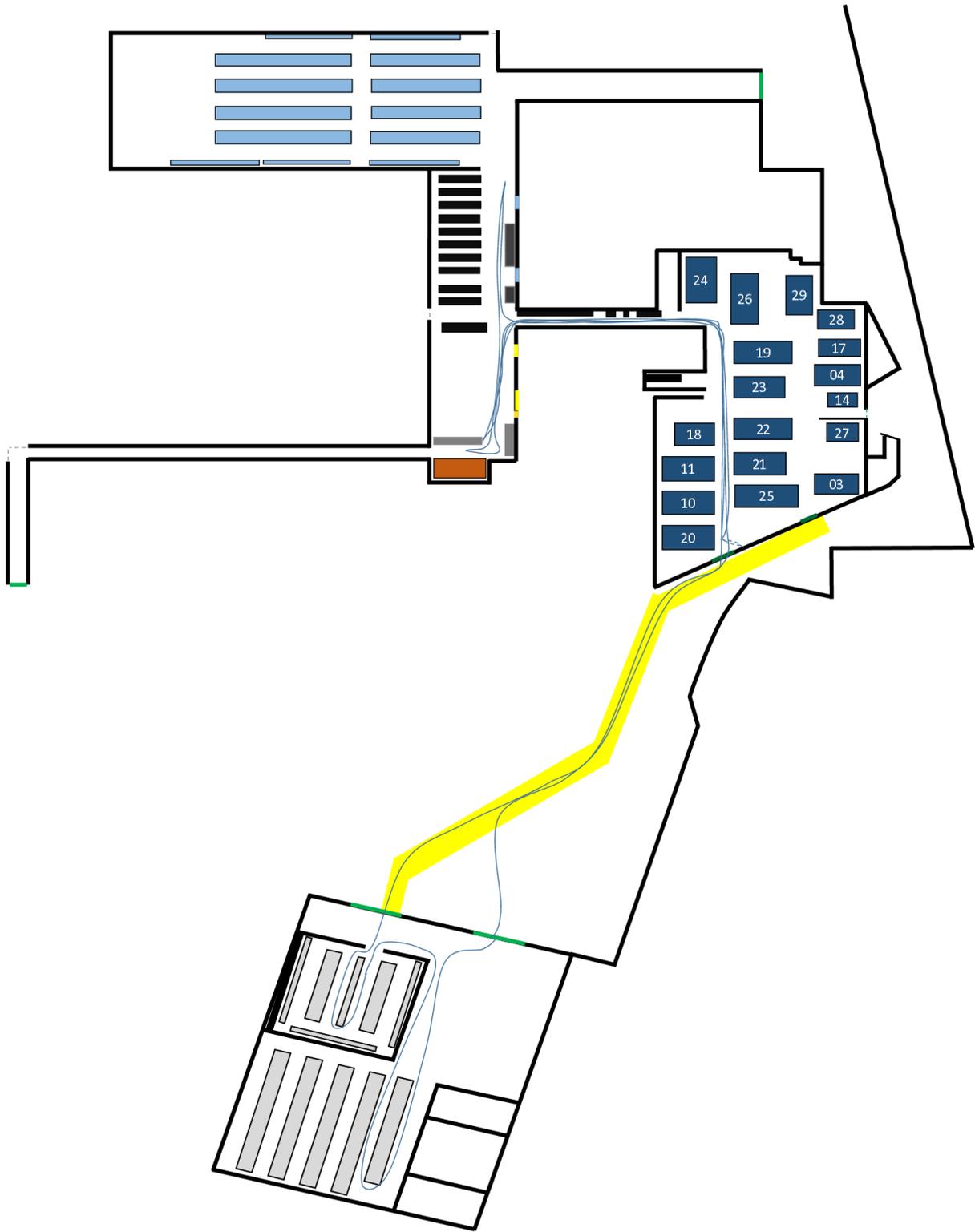


Figura 65 - Diagrama de Spaghetti n.º 3

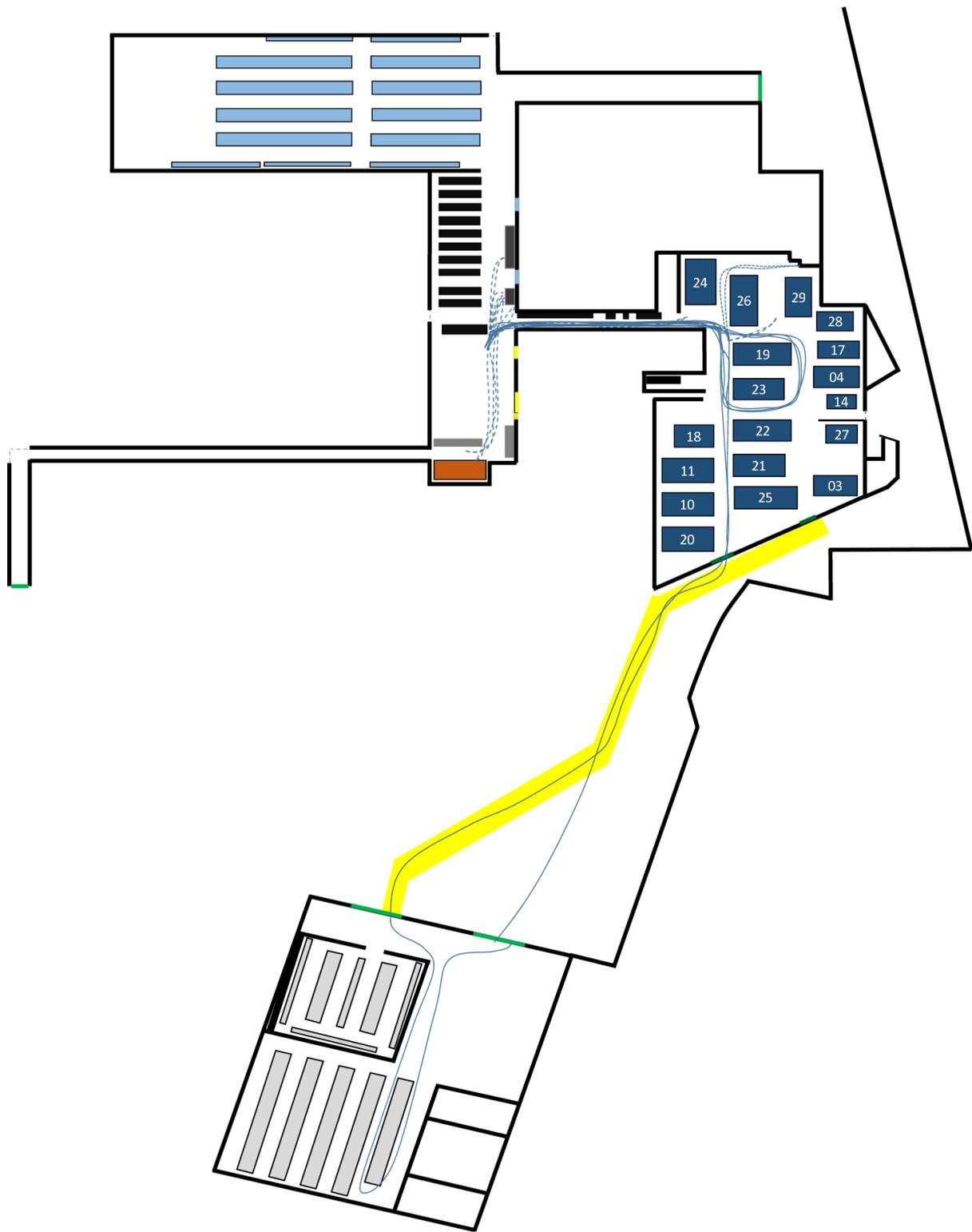


Figura 66 - Diagrama de Spagheti n.º 4

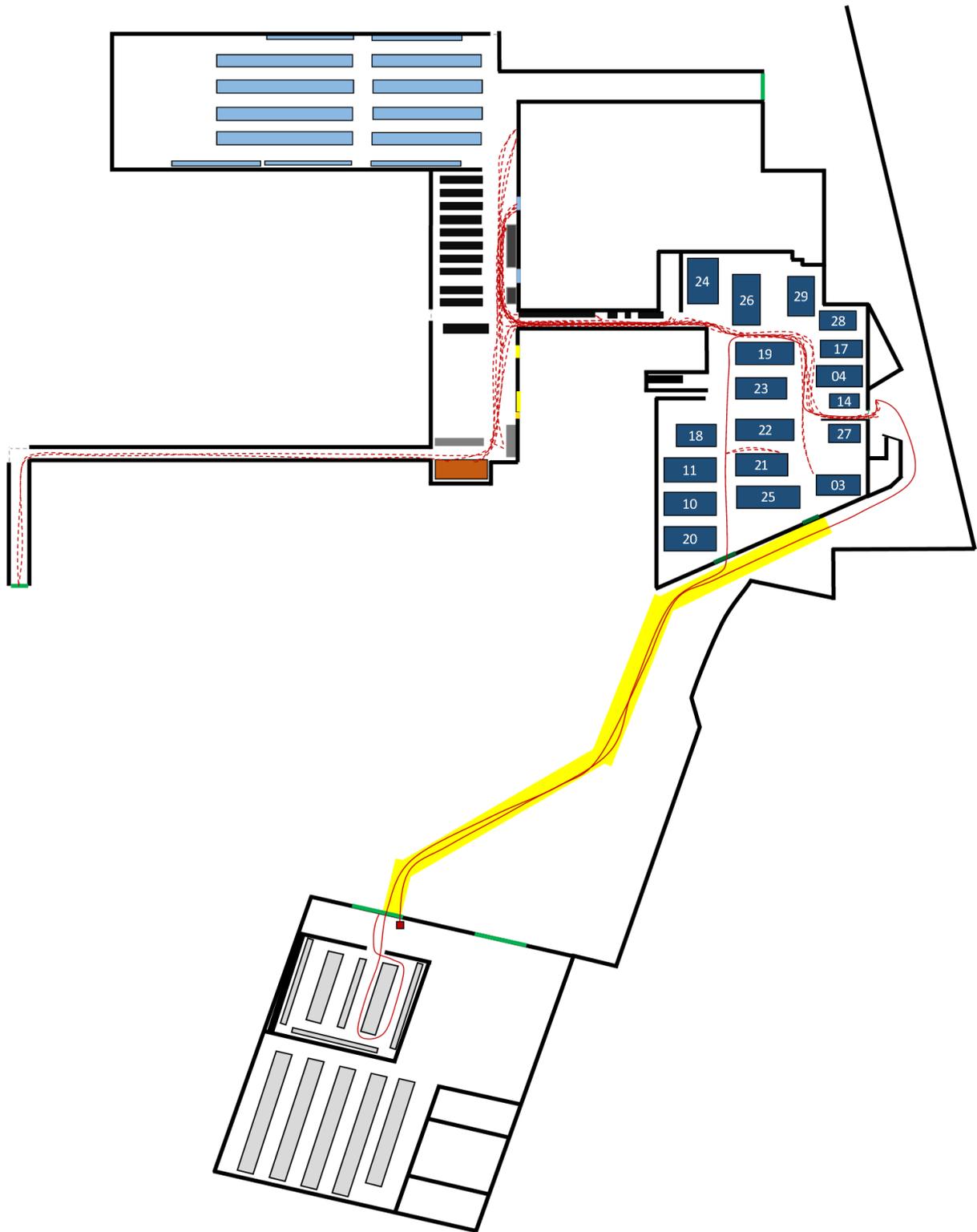


Figura 67 - Diagrama de Spaghetti n.º 5

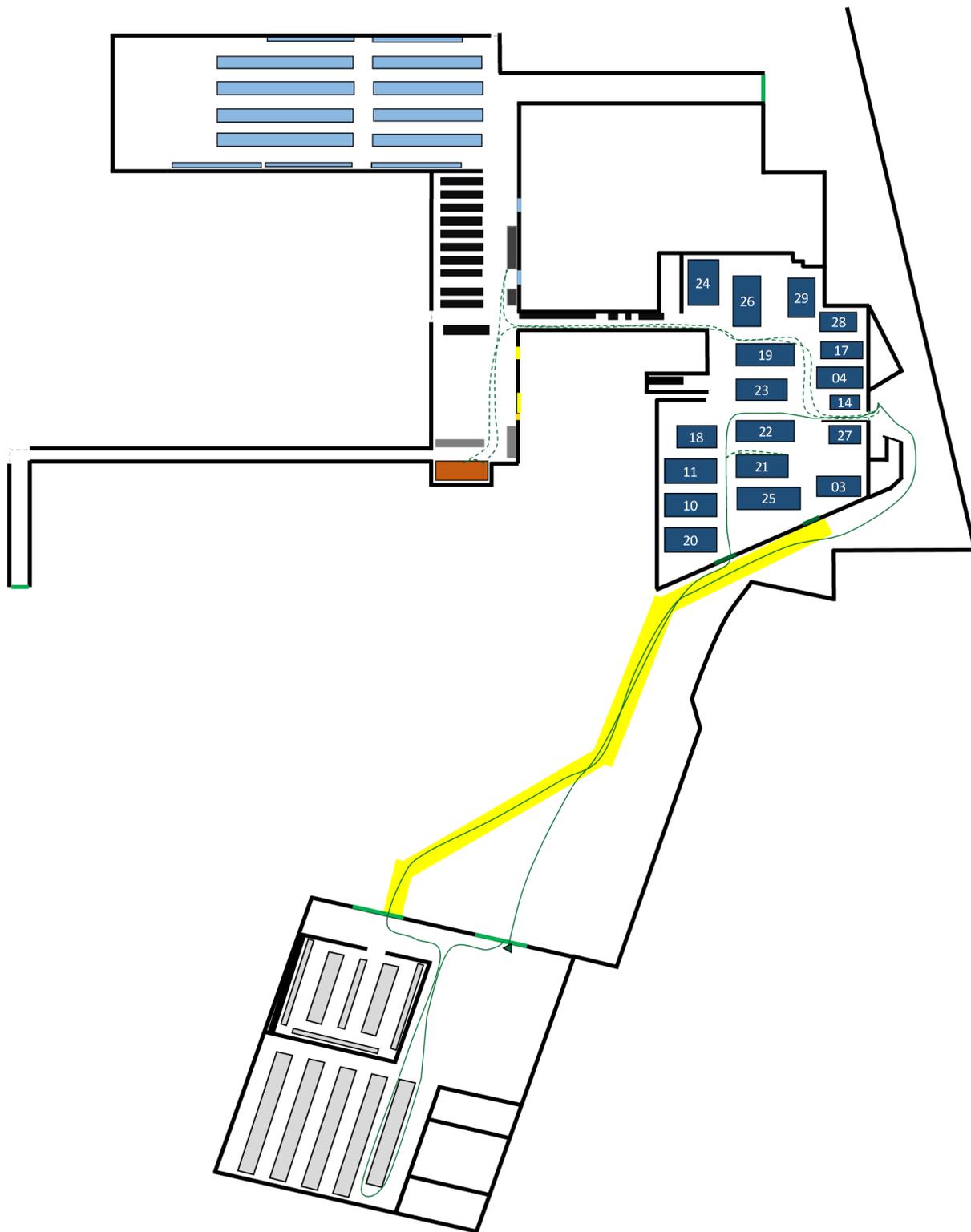


Figura 68 - Diagrama de Spaghetti n.º 6

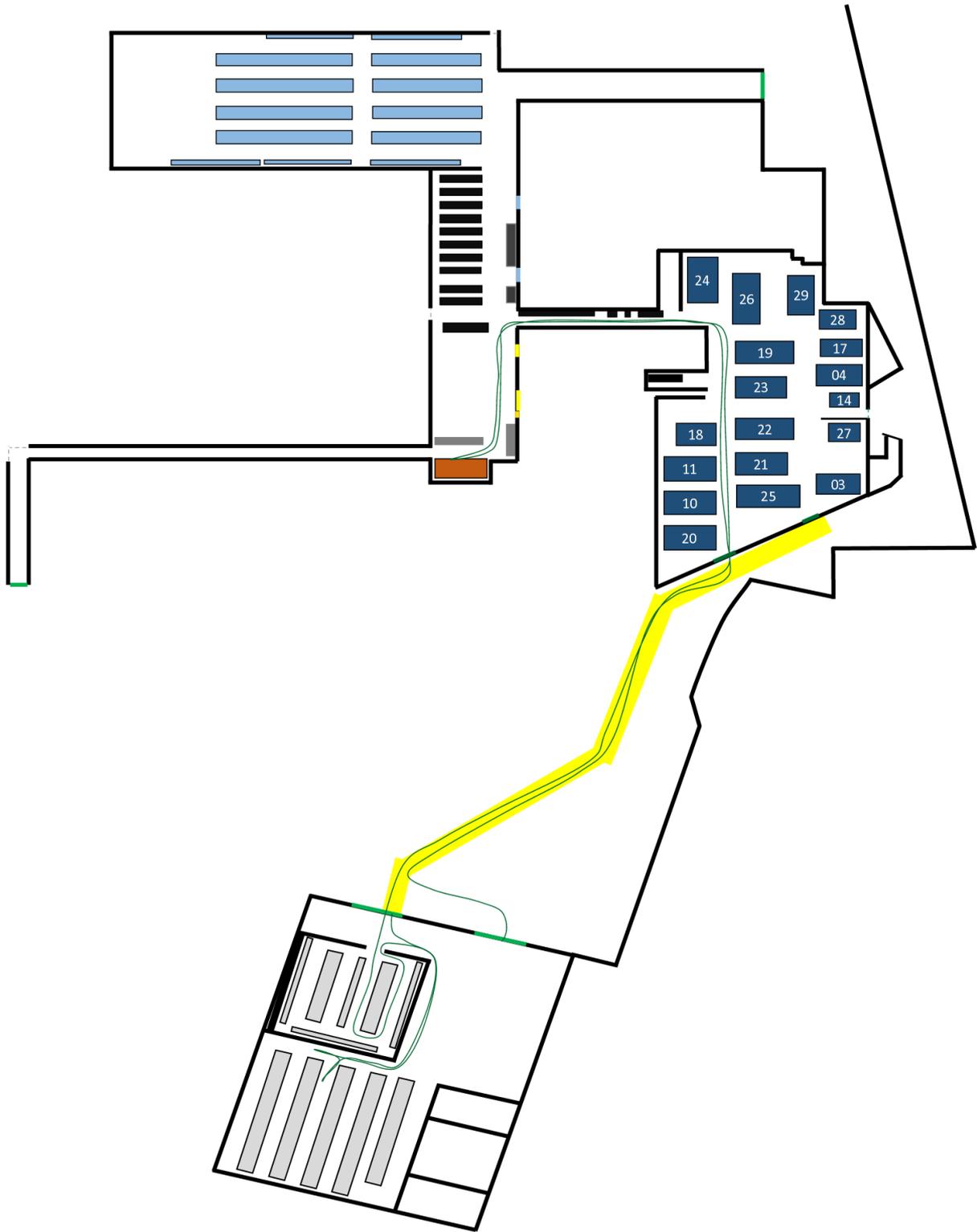


Figura 69 - Diagrama de Spaghetti n.º 7

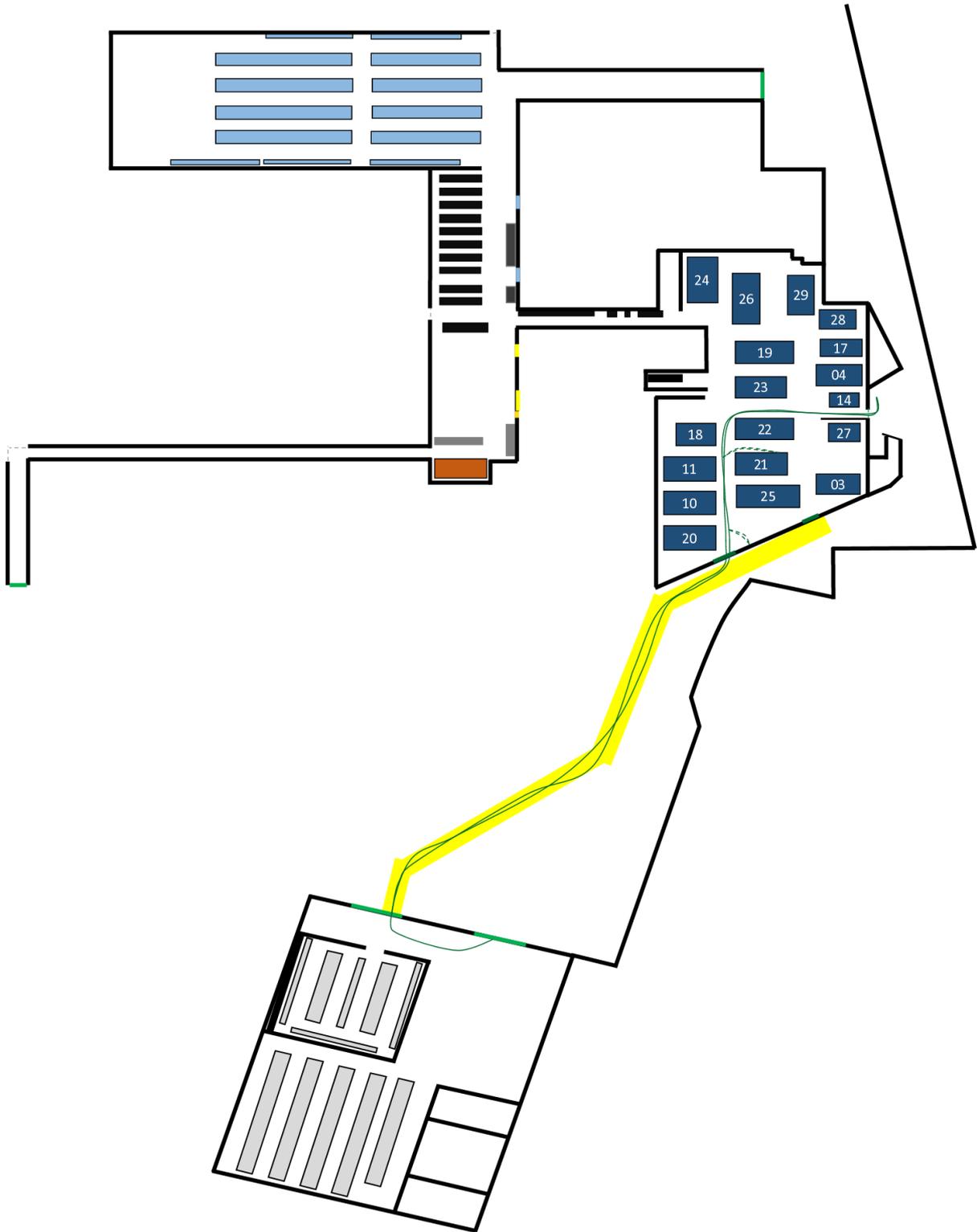


Figura 70 - Diagrama de Spaghetti n.º 8

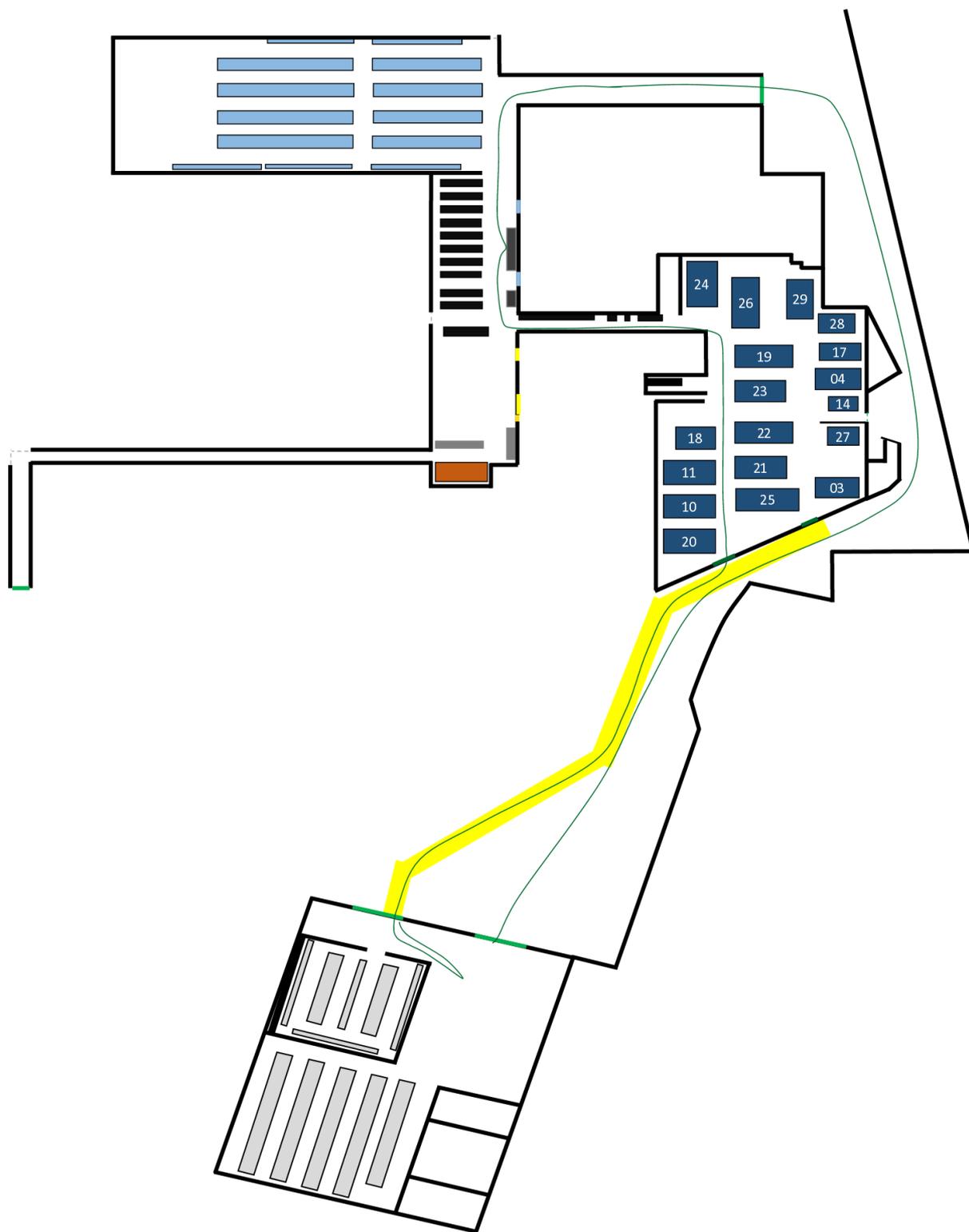


Figura 71 - Diagrama de Spaghetti n.º 9

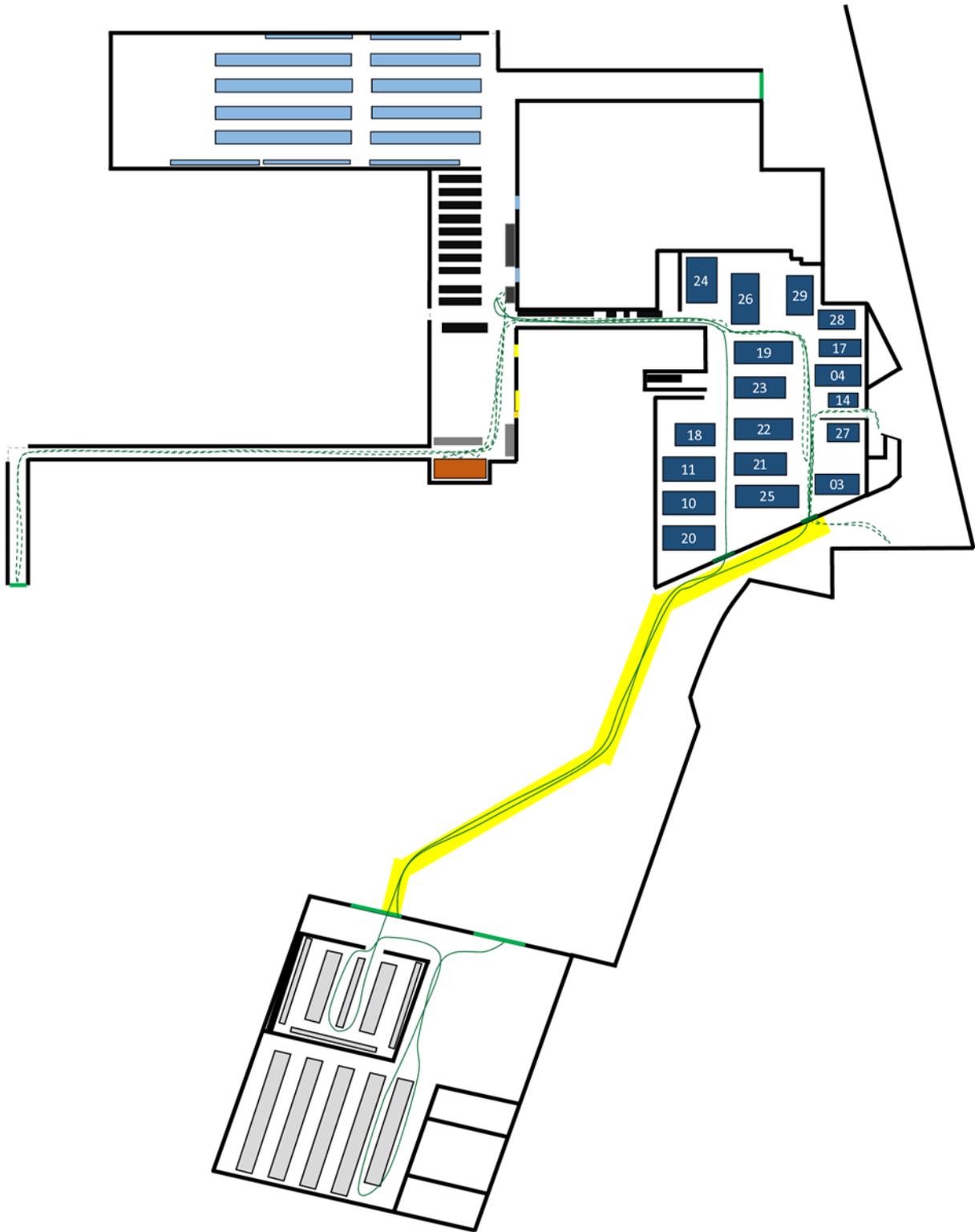


Figura 72 - Diagrama de Spaghetti n.º 10

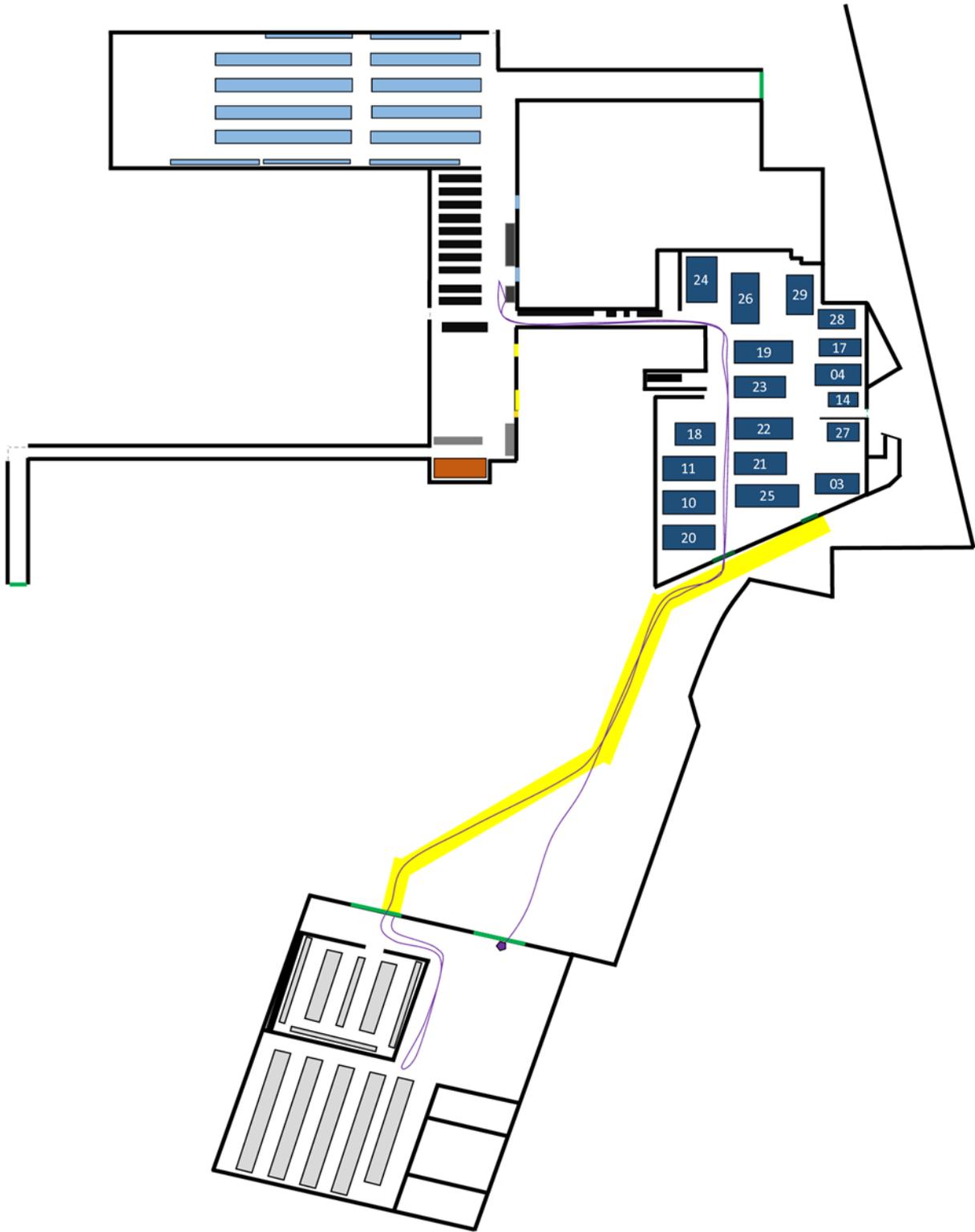


Figura 73 - Diagrama de Spaghetti n.º 11

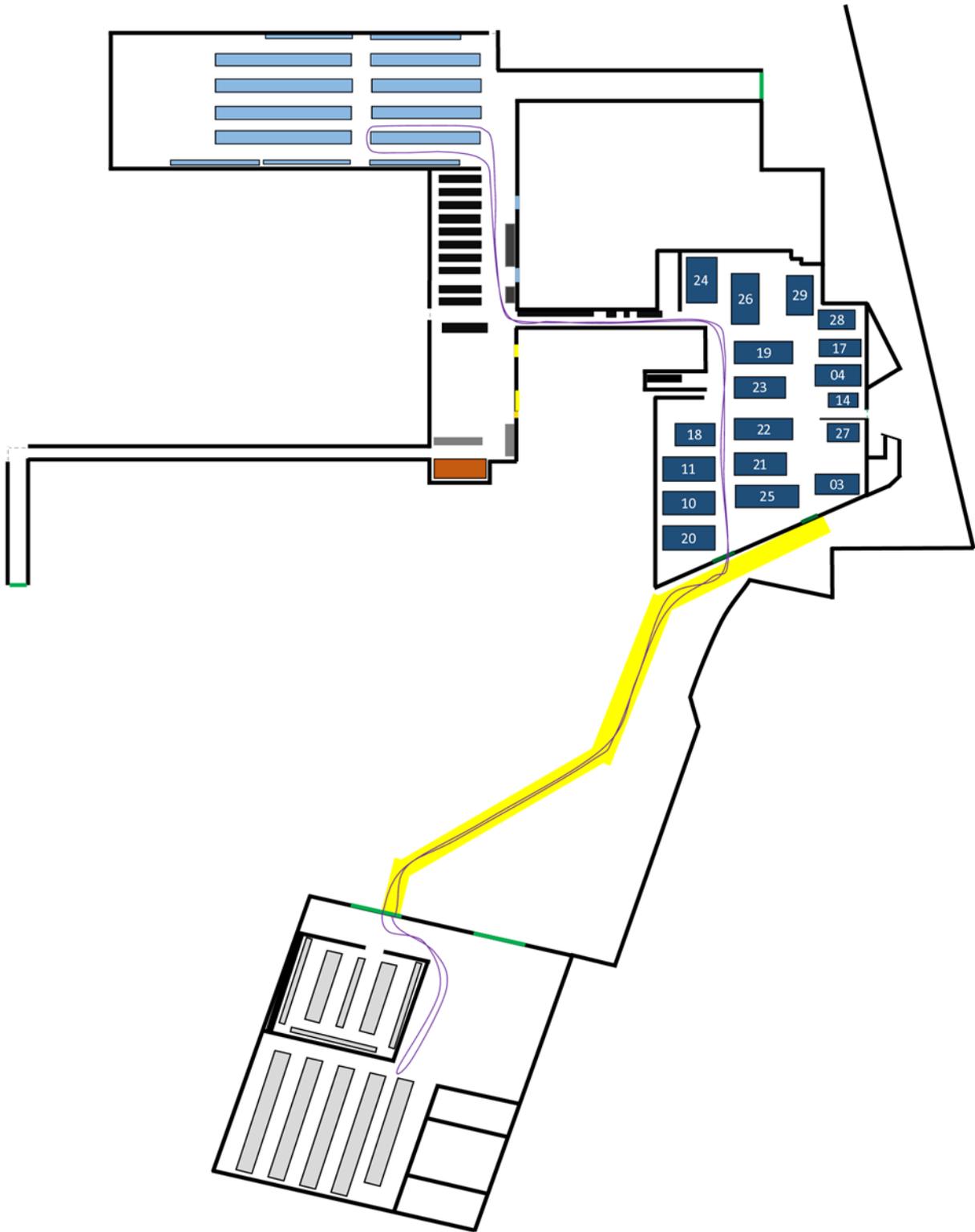


Figura 74 - Diagrama de Spaghetti n.º 12

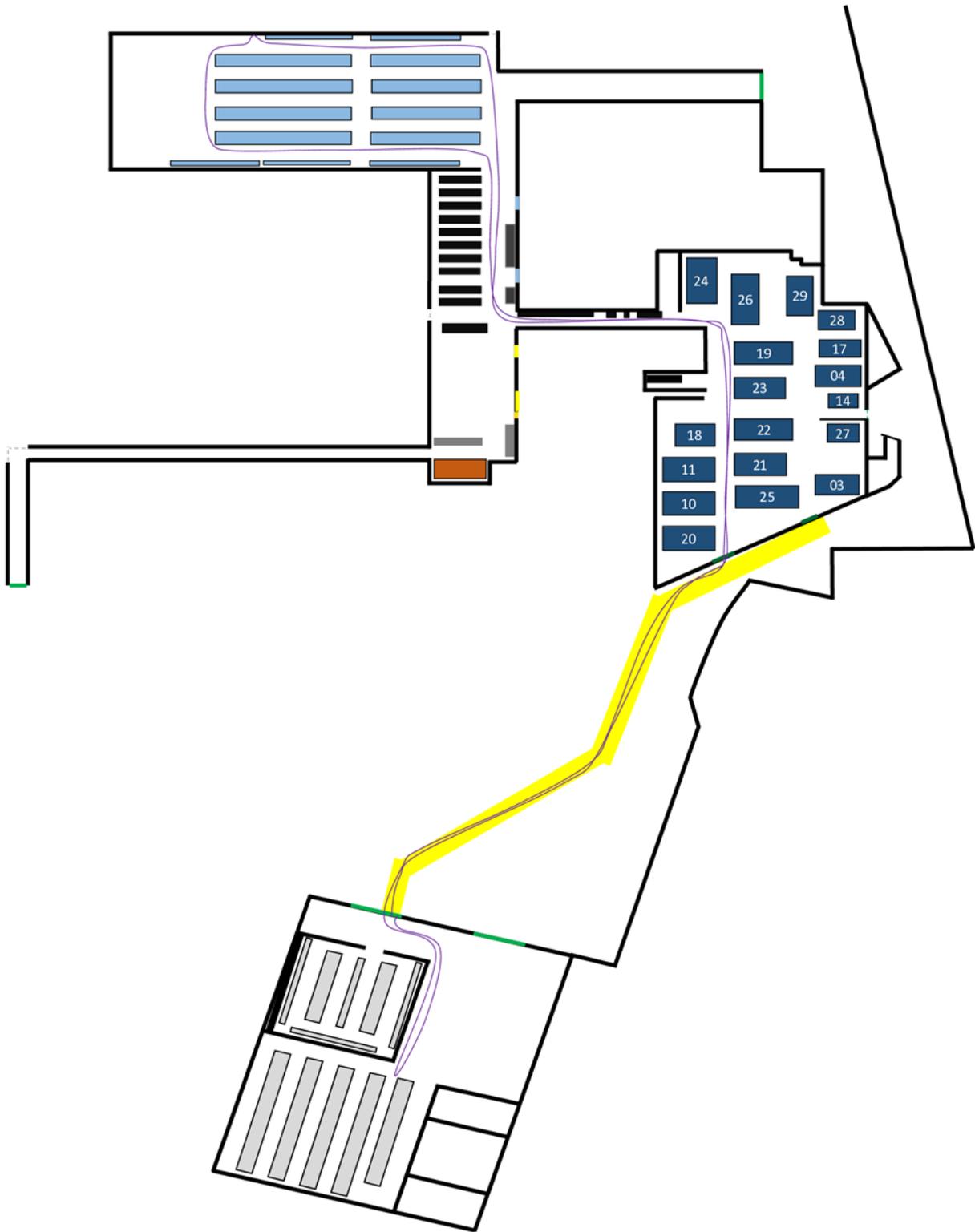


Figura 75 - Diagrama de Spaghetti n.º 13

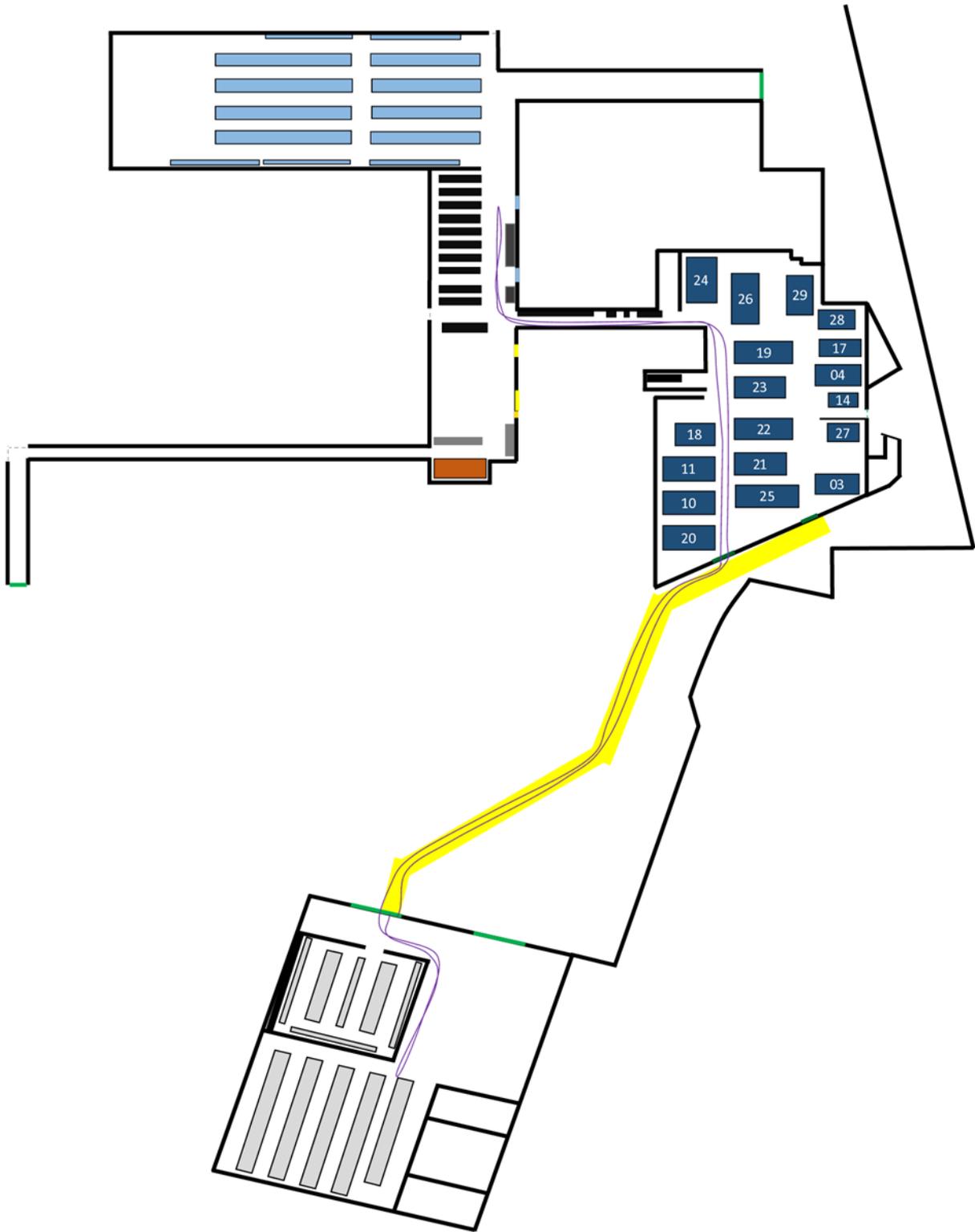


Figura 76 - Diagrama de Spaghetti n.º 14

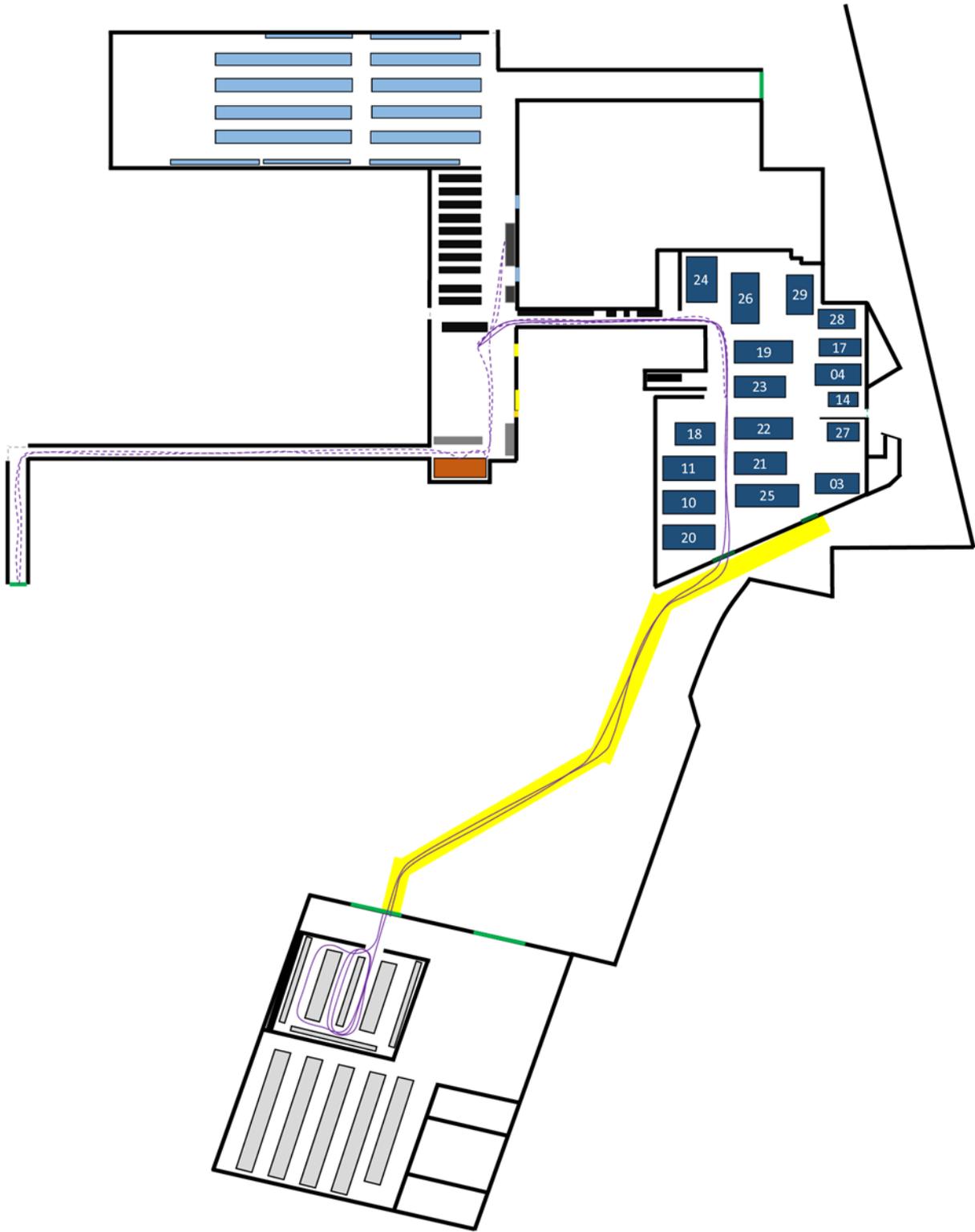


Figura 77 - Diagrama de Spaghetti n.º 15

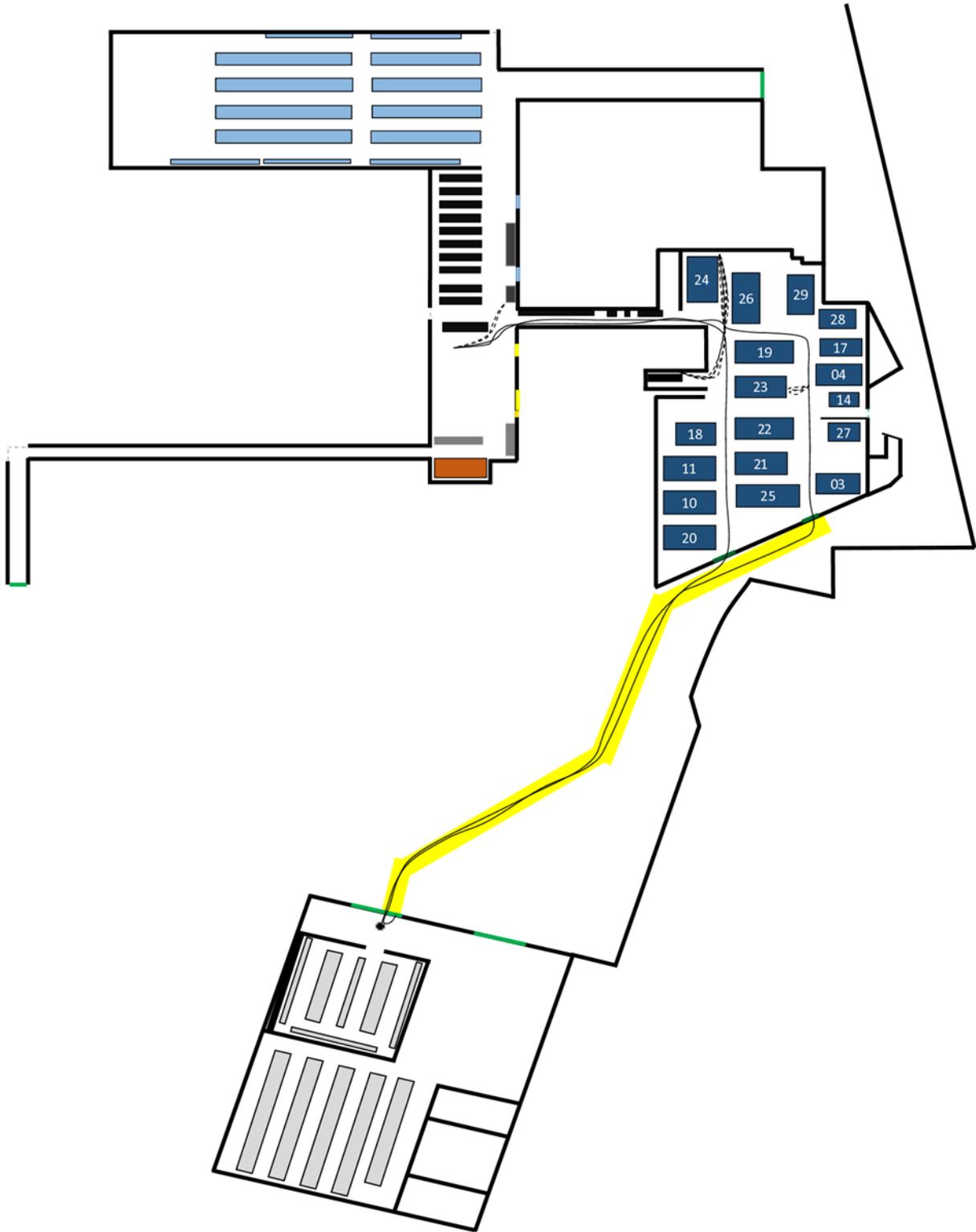


Figura 78 - Diagrama de Spaghetti n.º 16

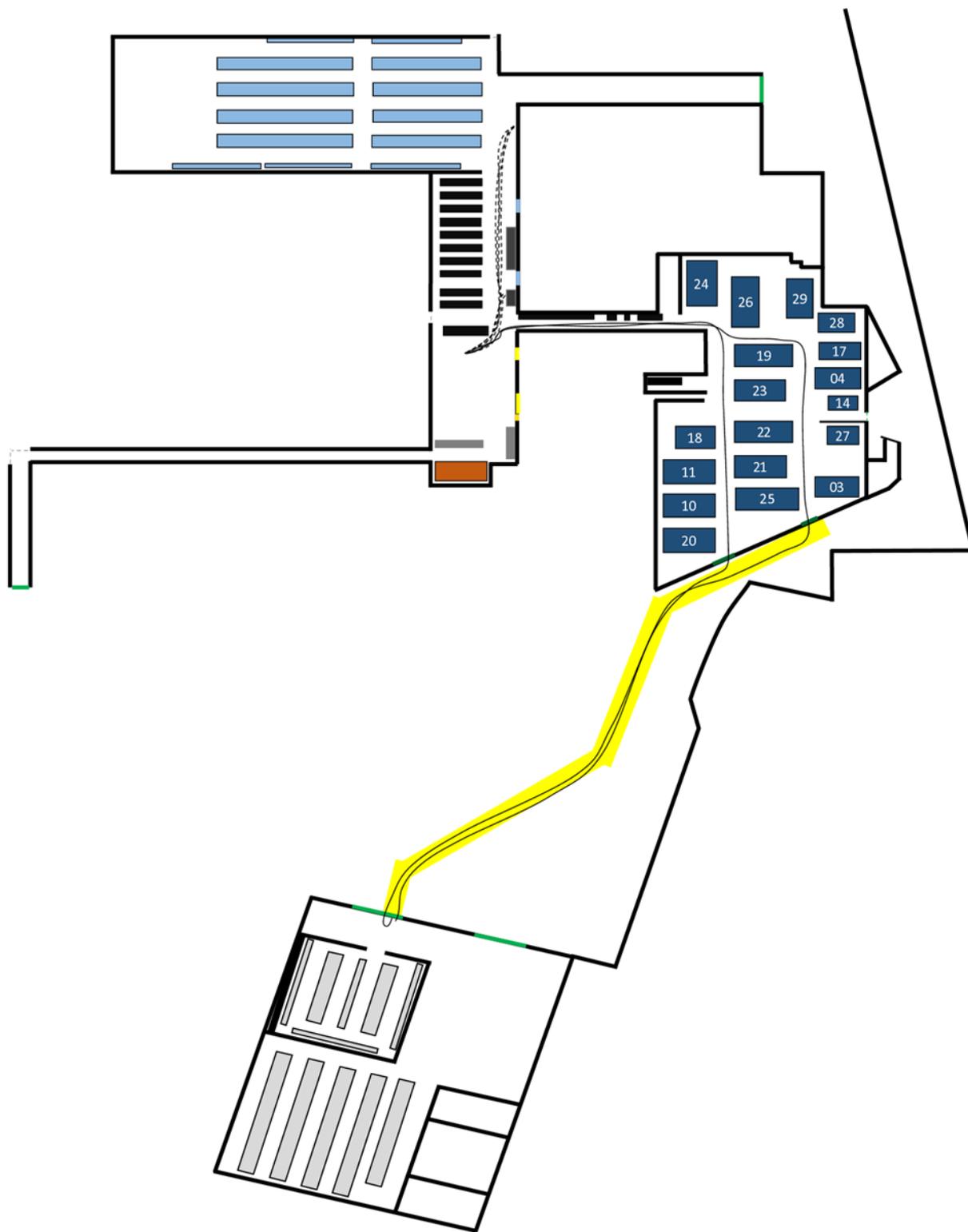


Figura 79 - Diagrama de Spaghetti n.º 17

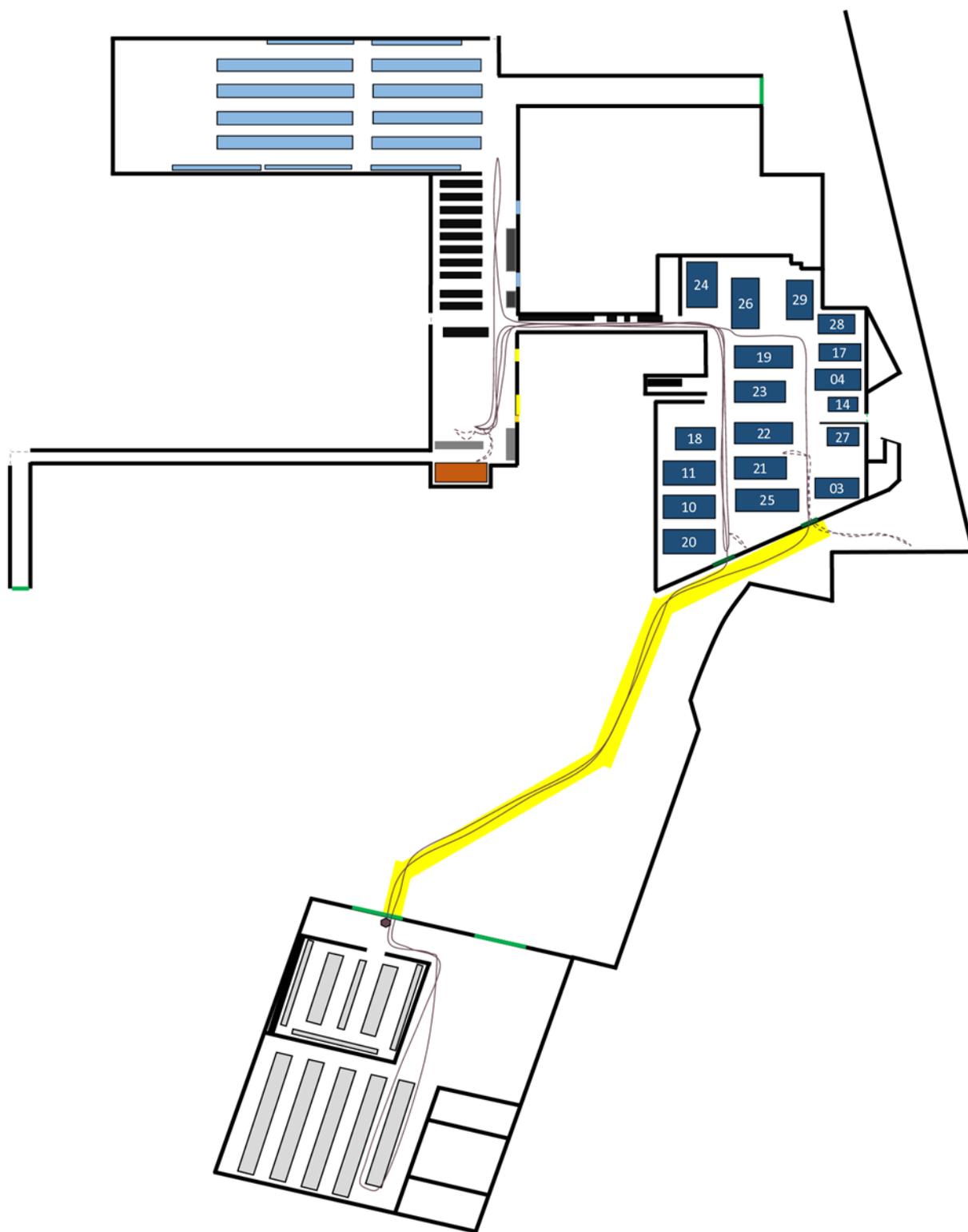


Figura 80 - Diagrama de Spaghetti n.º 18

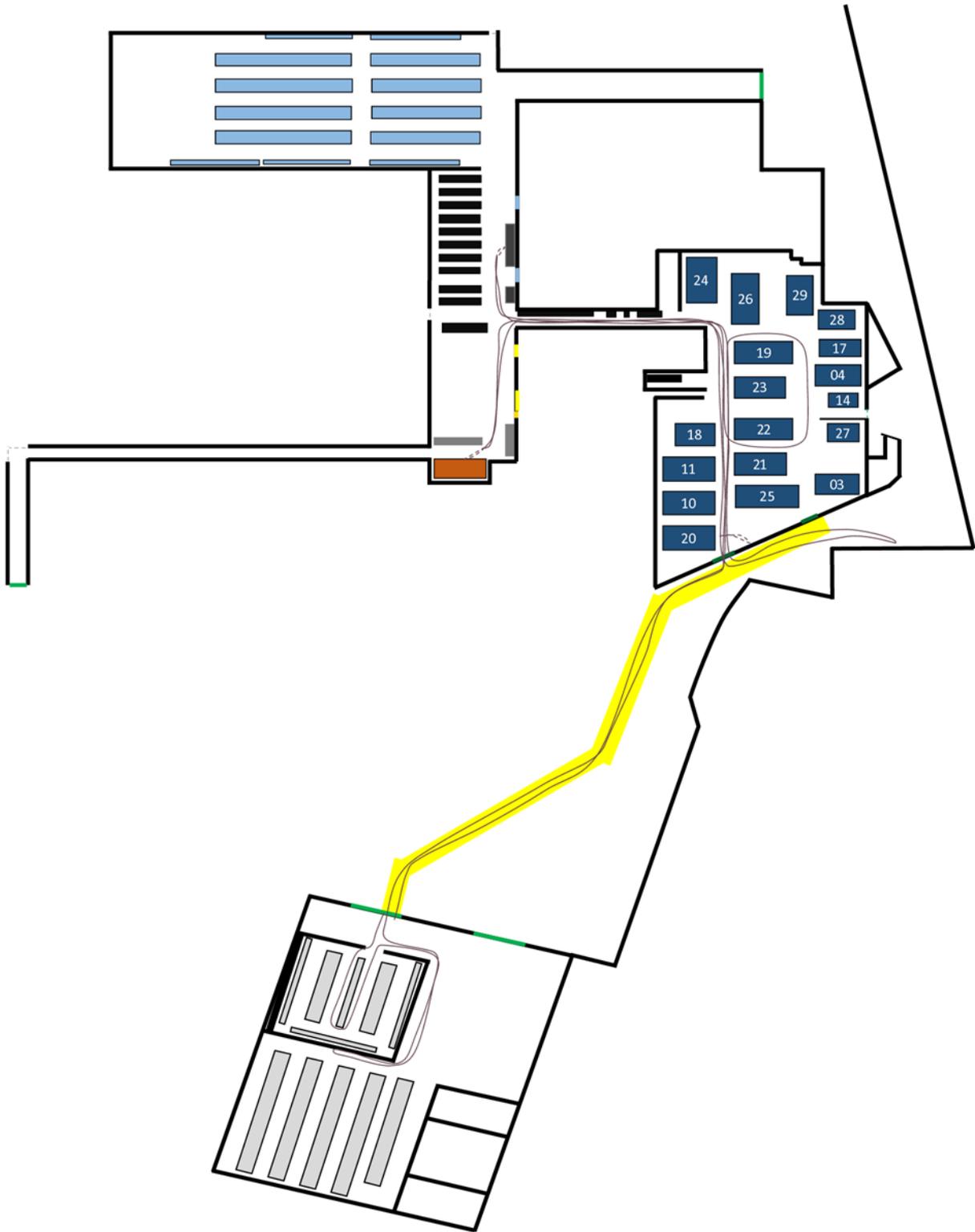


Figura 81 - Diagrama de Spaghetti n.º 19

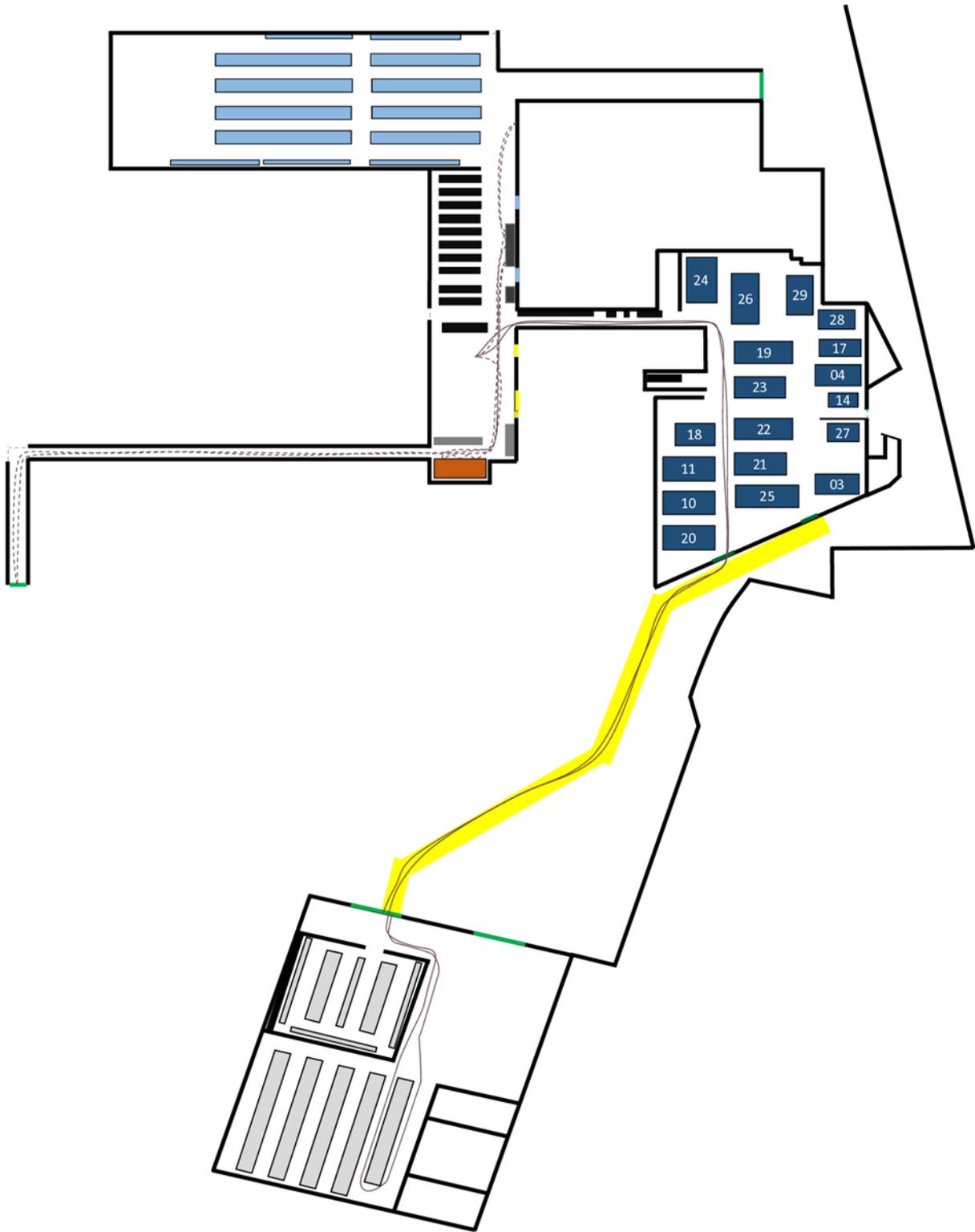


Figura 82 - Diagrama de Spaghetti n.º 20

ANEXO IV – DIAGRAMAS DE SPAGHETTI: AUDITORIA

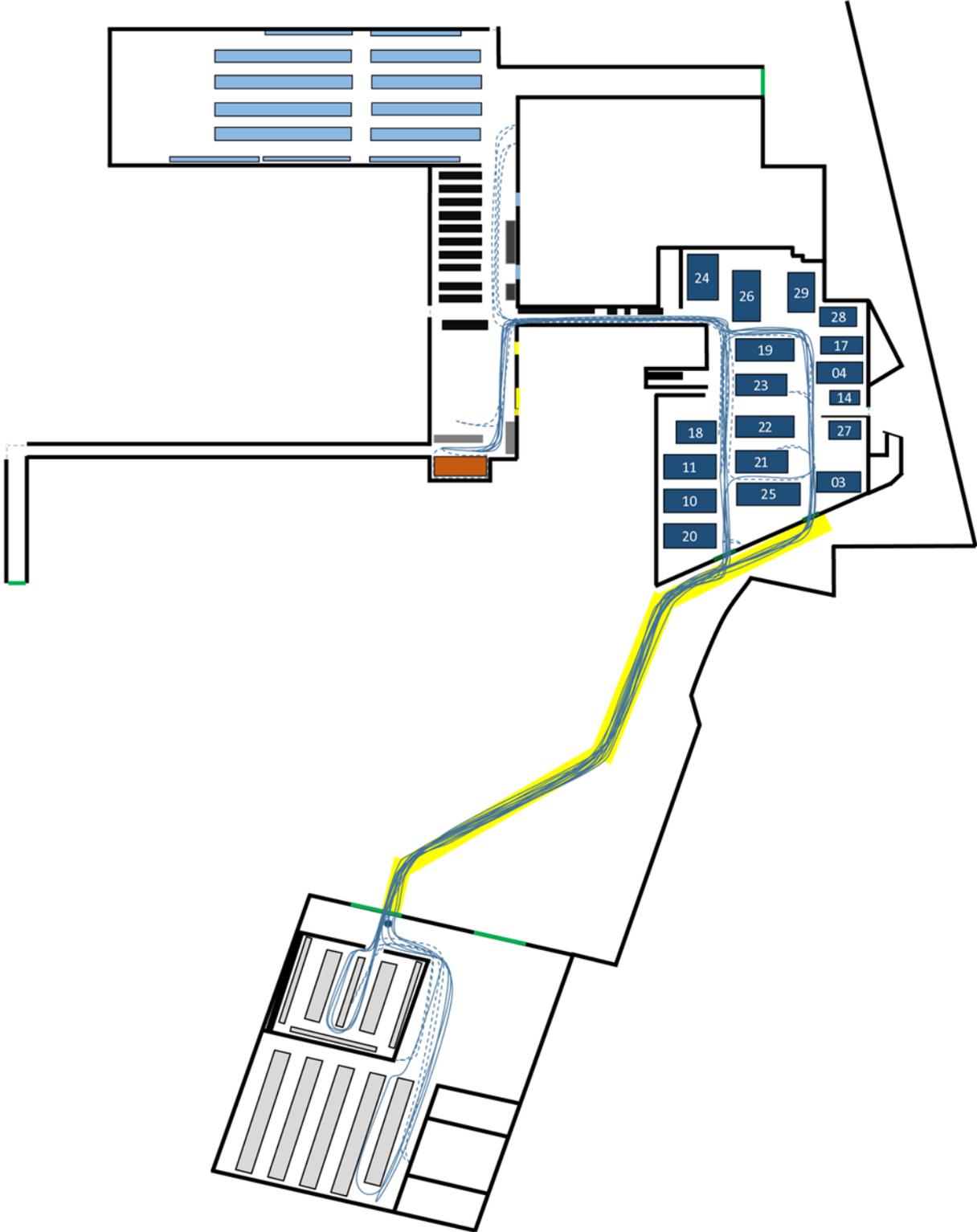


Figura 83 - Diagrama de Spaghetti n.º 21

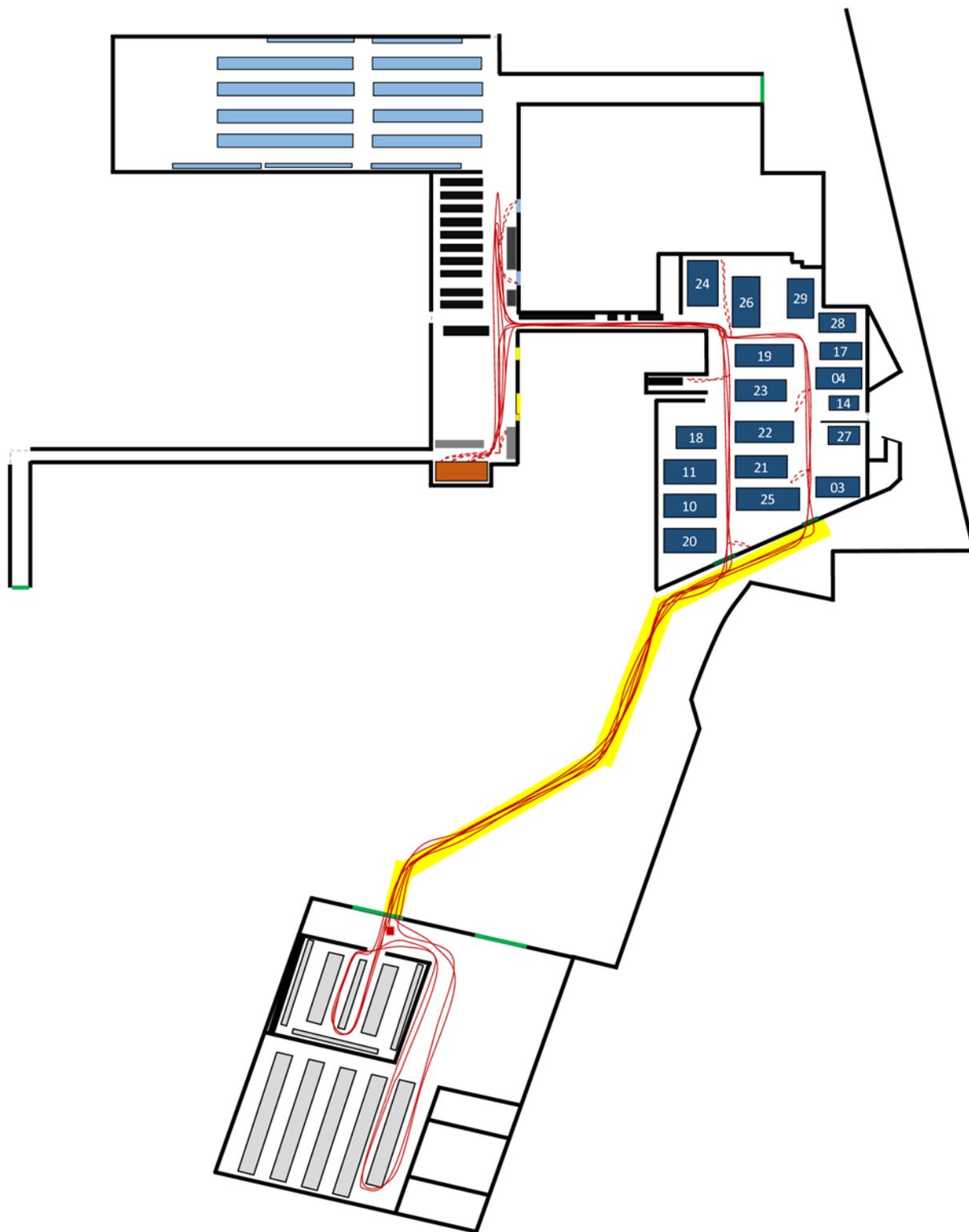


Figura 84 - Diagrama de Spaghetti n.º 22

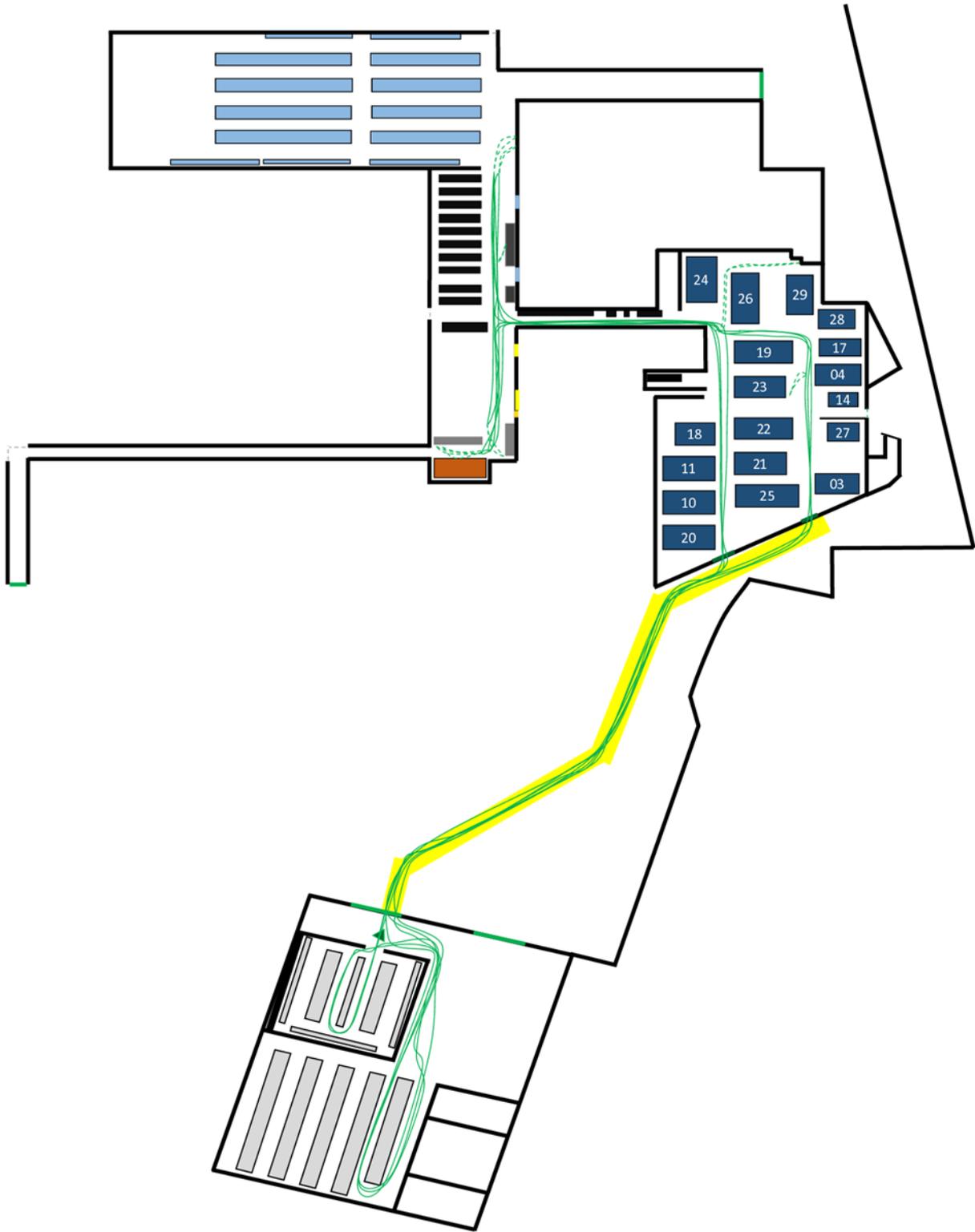


Figura 85 - Diagrama de Spaghetti n.º 23

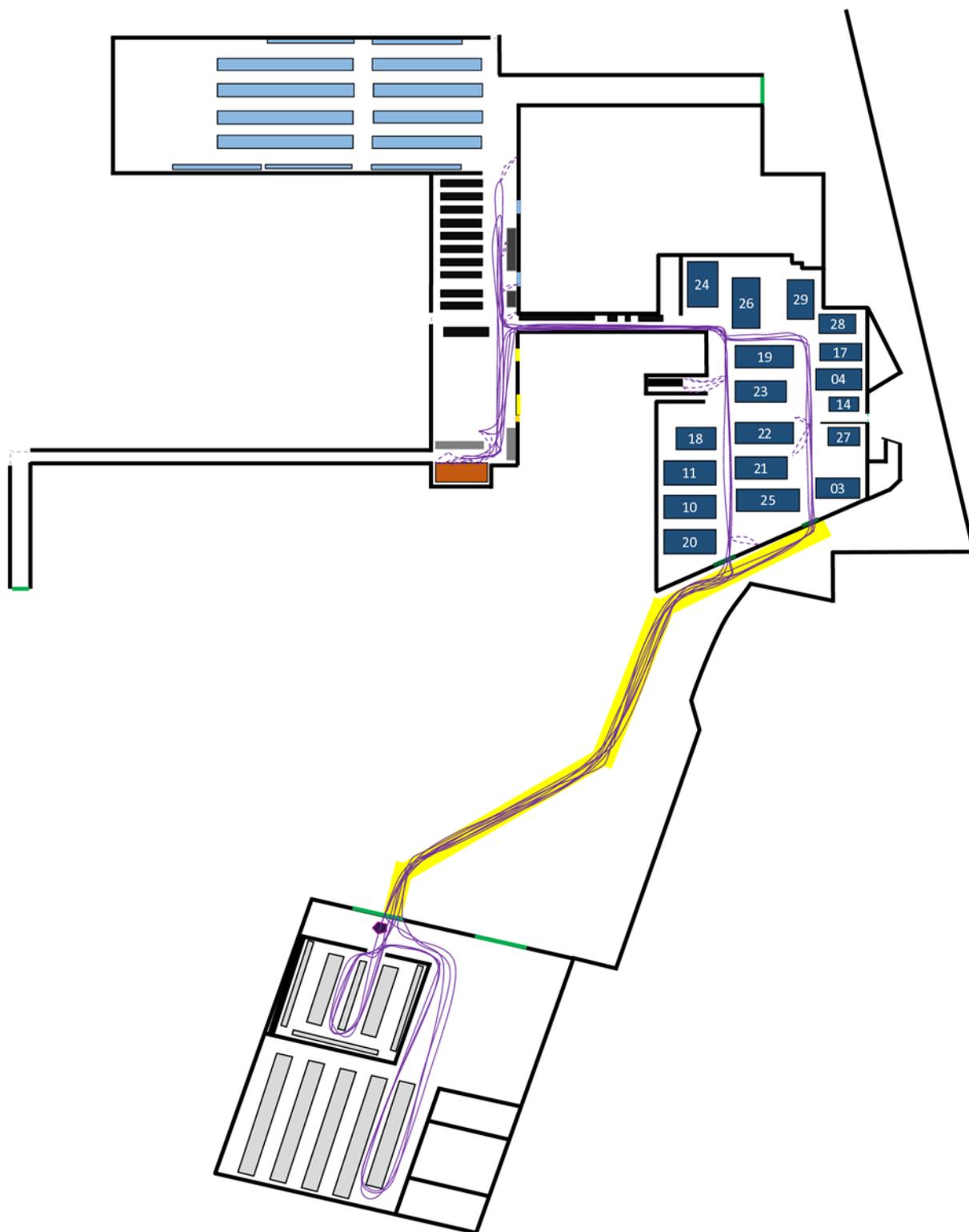


Figura 86 - Diagrama de Spaghetti n.º 24

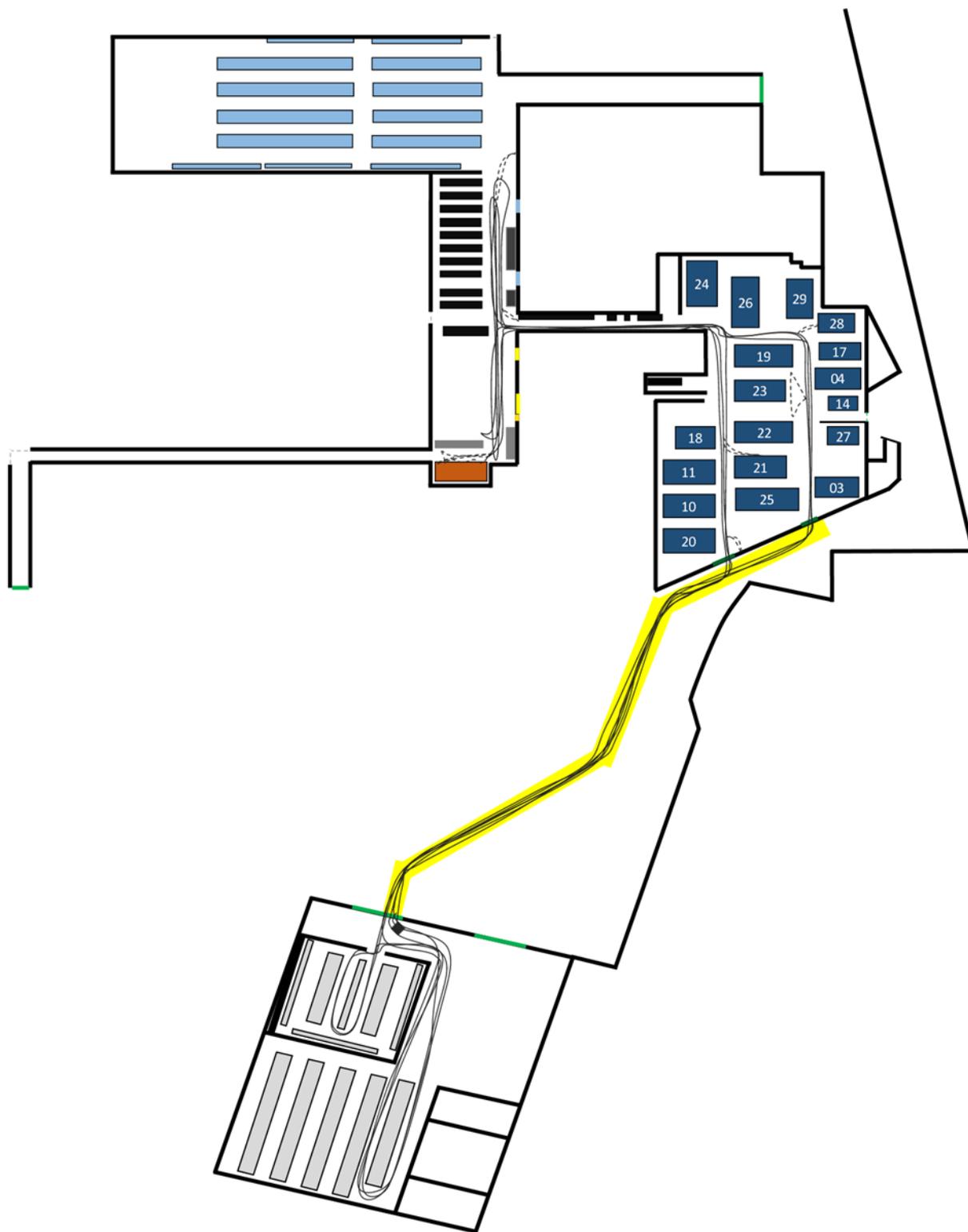


Figura 87 - Diagrama de Spaghetti n.º 25

ANEXO V – CIRCUITO PADRÃO DO MIZUSUMASHI

CIRCUITO DO COMBOIO LOGÍSTICO - INJEÇÃO DE PLÁSTICOS / CORTE / PINTURA

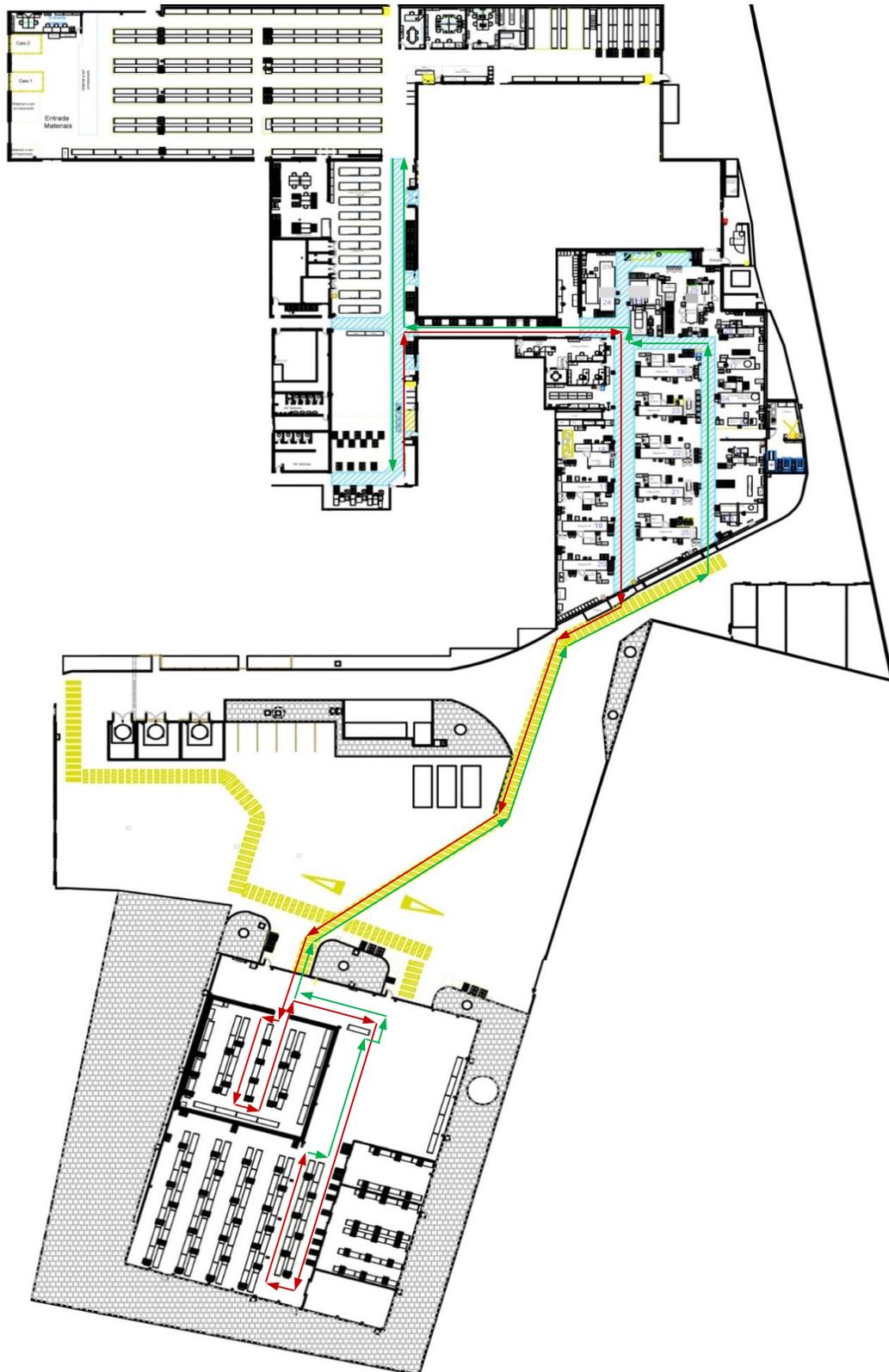


Figura 88 - Circuito Padrão do Mizushima

ANEXO VI – FOLHA EXCEL DEDICADA À MÁQUINA 28

Tabela 33 - Folha Excel dedicada à máquina 28

Designação do Material				Embalagem do Material		Separadores				Matéria-Prima 1		Matéria-Prima 2		Outros Materiais	
Referência	Denominação	ValStd	TC	Tipo	Capacidade	Tipo 1	Qtd. 1	Tipo 2	Qtd. 2	Ref.	Qtd. (g/100)	Ref.	Qtd. (g/100)	Tipo	Qtd.
Máquina 28 - 6534															
13045-839/0002	knob bearing 28R Zamak CS L6 F01 RD	9,42	5,652	2	2000	5	1	-	-	00700-064/0000	66,30	00700-015/0000	265,00	-	-
12789-024/0003	bezel (application) MMI B8 PA	39,17	23,502	1	192	1	14	-	-	00698-007/0000	1175,00	-	-	-	-
13039-545/0001	knob set blind FKA L6 F01	28,33	16,998	1	1200	1	16	-	-	00698-263/0000	277,00	-	-	-	-
12688-335/0003	bezel w/o SST	46,67	28,002	1	114	1	15	-	-	00698-007/0000	1543,50	-	-	-	-
12688-336/0003	bezel with SST	46,67	28,002	1	114	1	15	-	-	00698-007/0000	1543,50	-	-	-	-
13039-470/0004	knob set cap blind rotary FKA L6 F01	29,17	17,502	1	600	1	31	-	-	00698-263/0000	477,12	-	-	-	-

ANEXO VII – FOLHA EXCEL TIPOS_EMBALAGEM

Tabela 34 - Folha Excel Tipos_Embalagem

TIPOS DE EMBALAGEM

Tipo	Referência	Designação	Dimensões
1	CXPT600	Caixa ESD Média	600x400x220
2	CXPT300	Caixa ESD Pequena	400x300x220
3	03522-978/0000	Contentor Plástico P.S.A.	600x400x300
4	13016-084/0001	Caixa Cartão M17	250x160x110
5	13016-029/0004	Caixa Cartão M17	250x160x110
6	03503-075/0000	Caixa Cartão ESD	590x390x290
7	03503-205/0001	Caixa Cartão ESD	566x379x212
8	13099-004/0000	Tabuleiro Pintura	600x600x40
9	03523-409/0000	Tabuleiro EPS	-
10	03503-006/0000	Caixa de Cartão	355X210X190
11	03799-054/0002	Tabuleiro Pintura	-
12	13099-001/0000	Tabuleiro Pintura	-
13	13099-010/0000	Tabuleiro Pintura	-
14	03523-430/0002	Tabuleiro EPS	600x400x100
15	03503-076/0000	Caixa Cartão ESD	590X390X218
16	13065-985/0002	Tabuleiro M29	-
17	03523-325/0000	Tabuleiro EPS	-
18	13099-124/0000	Tabuleiro Pintura	-

ANEXO VIII – FOLHA EXCEL TIPOS_SEPARADOR

Tabela 35 - Folha Excel Tipos_Separador

TIPOS DE SEPARADOR			
Tipo	Referência	Designação	Peso
1	03554-013/0000	PAPEL KRAFT 580 X 360 - KA 35 G	7,6
2	03522-062/0000	DIVISÓRIA EM CARTÃO 575 X 380 X 2,5 mm	-
3	03522-162/0000	Divisória de espuma 580x380x5 mm	-
4	03522-243/0000	PE-Schaumeinlage rosa , 540 x 360 x 3 mm	-
5	03554-016/0000	PAPEL KRAFT 360 X 260 - KA 35 G natural	3,5
6	03690-734/0000	SPE 100x70x0,06	-

ANEXO IX – FOLHA EXCEL OUTROS_MATERIAIS

Tabela 36 - Folha Excel Outros_Materiais

OUTROS MATERIAIS

Tipo	Referência	Designação	Peso
1	03690-028/0000	SACO PLAST.310X400X0,08 TRANSP.	18,5
2	12700-608/0003	contact net	-
3	12707-019/0001	contact net MCP 361	-
4	03503-206/0001	ESD Board,Deckel 576 x 389 x 50mm	-
5	03522-572/0000	ESP-standard top cover, cond.595x395x21	-
6	03522-979/0000	TAMPA CINZA P/CONTENTOR 600x400x30	-

ANEXO X – FOLHA EXCEL CÁLCULO DETALHADO

Tabela 37 - Folha Excel Cálculo Detalhado

Designação do Material				Embalagem do Material no Bordo de Linha						Consumo de Embalagens	Autonomia (ciclos/emb)
Referência	Denominação	ValStd	TC	Qtd. Produzida	Tipo	Referência	Designação	Dimensões	Capacidade		

Separadores							Matéria-Prima 1			Matéria-Prima 2			
Tipo 1	Referência	Qtd. 1	Consumo	Tipo 2	Referência	Qtd. 2	Consumo	Ref.	Qtd. (g/100)	Consumo (kg)	Ref.	Qtd. (g/100)	Consumo (kg)

Matéria-Prima 3			Matéria-Prima 4			Matéria-Prima 5		
Ref.	Qtd. (g/100)	Consumo (kg)	Ref.	Qtd. (g/100)	Consumo (kg)	Ref.	Qtd. (g/100)	Consumo (kg)

Outros Materiais			
Tipo	Referência	Qtd.	Consumo

ANEXO XI – ANÁLISE ABC AOS CONSUMOS DE MATÉRIA-PRIMA

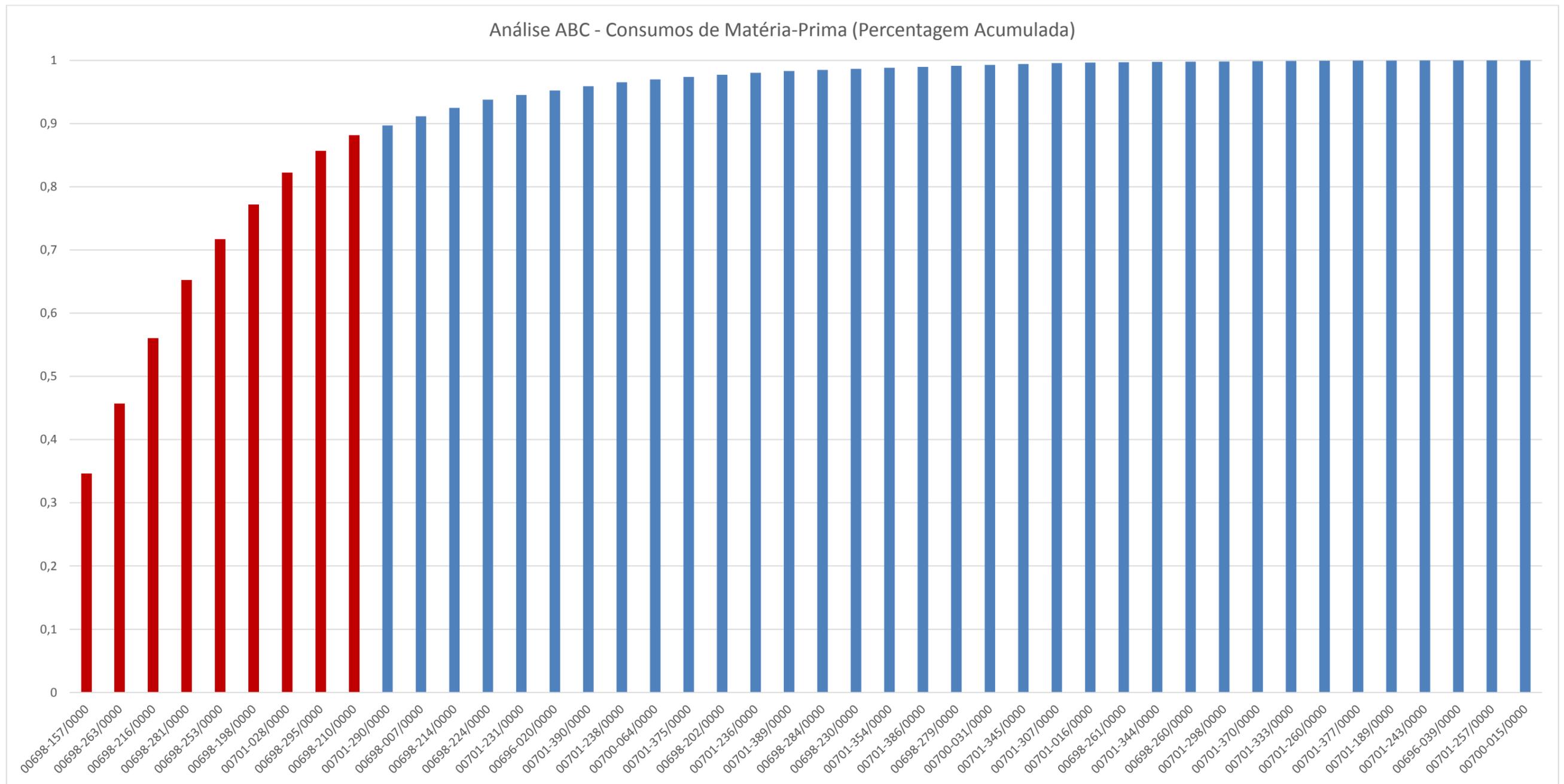


Figura 89 - Gráfico da análise ABC: Consumos de Matéria-Prima

ANEXO XII – CONSUMO MÁXIMO DE MATÉRIA-PRIMA EM CARRINHO POR MÁQUINA INJETORA

Tabela 38 - Consumo máximo de matéria-prima em carrinho por máquina injetora (Kg/Hora)

	00698-157	00698-263	00698-216	00698-281	00698-253	00698-198	00701-028	00698-295	00698-210
M 03	-	4,879	-	-	-	-	-	-	-
M 04	-	6,142	-	-	11,795	-	-	-	-
M 10	-	-	3,320	-	2,441	0,744	0,319	-	1,376
M 11	9,206	-	4,042	-	-	1,120	0,480	-	1,695
M 14	-	-	0,243	-	-	-	0,675	-	-
M 17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M 18	-	-	-	0,825	-	-	1,264	1,781	-
M 19	-	3,860	-	-	-	0,565	0,242	-	-
M 20	-	-	4,408	-	-	1,075	0,461	-	1,575
M 21	12,138	-	-	-	-	-	1,592	-	-
M 22	5,578	-	-	-	-	-	-	-	-
M 23	5,619	-	-	-	-	-	2,449	-	-
M 24	13,334	-	-	6,864	-	3,647	-	6,162	-
M 25	6,688	-	4,124	-	-	1,127	0,483	-	1,136
M 26	-	-	-	11,550	-	-	3,274	9,625	-
M 27	-	1,573	-	-	-	-	-	-	-
M 28	-	0,584	-	-	-	-	-	-	-
M 29	-	-	1,391	1,480	-	-	3,102	1,781	-

ANEXO XIII – IDENTIFICAÇÕES DOS CARRINHOS DE MATÉRIA-PRIMA



Figura 90 - Identificação colocada no carrinho 1



Figura 91 - Identificação colocada no carrinho 2



Figura 92 - Identificação colocada no carrinho 3



Figura 93 - Identificação colocada no carrinho 4



Figura 94 - Identificação colocada no carrinho 5



Figura 95 - Identificação colocada no carrinho 6

C7 00698- 157 /0000	
3 SACOS	OK
2 SACOS	ABASTECER NA PRÓXIMA VOLTA
< 2 SACOS <small>NÍVEL MÁXIMO: 3 SACOS</small>	ABASTECER IMEDIATAMENTE

Figura 96 - Identificação colocada no carrinho 7

ANEXO XIV – FOLHA DE REGISTO: INJEÇÃO DE PLÁSTICOS

REGISTO DE QUANTIDADES DE ENCOMENDA		
CARRINHOS DE MATÉRIA-PRIMA		
C1	00689- 198 /0000 64 - 1 - 10	
	00701- 028 /0000 68 - 1 - 4	
C2	00698- 253 /0000 65 - 1 - 6	
	00698- 210 /0000 65 - 1 - 10	
C3	00698- 157 /0000 65 - 1 - 4	
C4	00698- 263 /0000 65 - 1 - 3	
	00698- 216 /0000 65 - 1 - 1	
C5	00698- 281 /0000 63 - 1 - 4	
C6	00698- 295 /0000 63 - 1 - 3	
C7	00698- 157 /0000 (Máq. 24) 65 - 1 - 4	
OUTROS MATERIAIS		

Figura 97 - Folha de Registo dedicada à Injeção de Plásticos

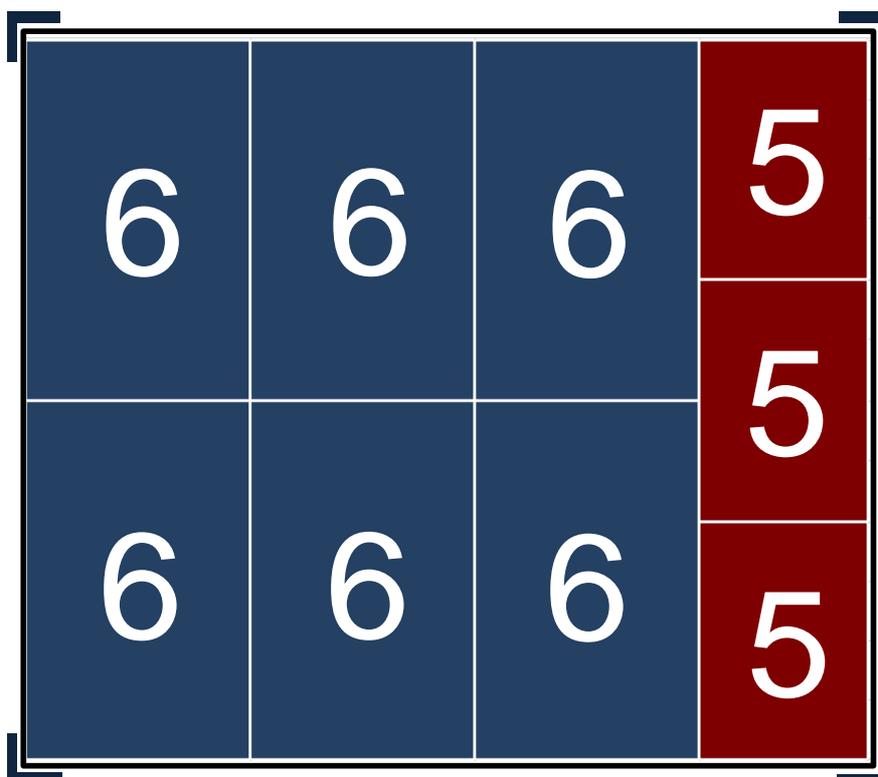
ANEXO XV – CONSUMO MÁXIMO DE CAIXAS POR MÁQUINA INJETORA

Tabela 39 - Consumo máximo de caixas por máquina injetora (Caixas/Hora)

	Caixa ESD Média	Caixa ESD Pequena
M 03	4	-
M 04	3	-
M 10	2	-
M 11	2	1
M 14	1	1
M 17	-	-
M 18	1	1
M 19	3	-
M 20	-	1
M 21	3	3
M 22	-	-
M 23	-	4
M 24	-	-
M 25	2	-
M 26	6	-
M 27	1	-
M 28	2	1
M 29	1	1

NOVO LAYOUT

ZONA DE STOCK DE CAIXAS ESD MÉDIAS E PEQUENAS



■ **Caixas ESD Médias** - **Nível Máximo:** 36 Caixas (*limite de 6 caixas por coluna*)

■ **Caixas ESD Pequenas** - **Nível Máximo:** 15 Caixas (*limite de 5 caixas por coluna*)

Figura 98 - Layout do local de stock de caixas ESD médias e pequenas

ANEXO XVII – CONSUMO MÁXIMO DE MATERIAIS EM CONTENTOR POR MÁQUINA INJETORA

Tabela 40 - Consumo máximo de materiais em contentor por máquina injetora (UN/Hora)

	Caixa ESD de Cartão	Divisória em Cartão	Divisória de Espuma
M 03	-	-	-
M 04	-	-	-
M 10	3	24	33
M 11	2	16	16
M 14	-	-	-
M 17	-	-	-
M 18	-	-	-
M 19	-	-	-
M 20	1	12	12
M 21	-	-	-
M 22	-	-	-
M 23	-	-	-
M 24	-	-	-
M 25	1	12	12
M 26	-	-	-
M 27	-	-	-
M 28	-	-	-
M 29	-	-	-



Figura 99 - Sistema Visual dedicado às caixas ESD de cartão



Figura 100 - Sistema Visual dedicado às divisórias de cartão

03522-162/0000

DIVISÓRIA DE ESPUMA 580x380x5 mm

2 LOTES

OK

<2 LOTES

ABASTECER

Nível Máximo: 2 LOTES

Figura 101 - Sistema Visual dedicado às divisórias de espuma

ATENÇÃO

ANTES DE QUALQUER DEVOLUÇÃO, É **OBRIGATÓRIA** A COLOCAÇÃO DA ETIQUETA PREH NO SACO DE MATERIAL

Caso o material a devolver **não** figure na lista de referências abaixo, o seu saco deverá ainda fazer-se acompanhar da respetiva "**Nota de Devolução Interna**" (ORG005/4) devidamente preenchida.

00696-020/0000	00700-015/0000
00698-007/0000	00700-064/0000
00698-157/0000	00701-028/0000
00698-198/0000	00701-189/0000
00698-210/0000	00701-231/0000
00698-214/0000	00701-236/0000
00698-216/0000	00701-238/0000
00698-224/0000	00701-257/0000
00698-253/0000	00701-290/0000
00698-257/0000	00701-304/0000
00698-263/0000	00701-307/0000
00698-281/0000	00701-309/0000
00698-295/0000	00701-311/0000
00700-012/0000	00701-377/0000

Figura 102 - Procedimento para devolução de granulados

ANEXO XX – APLICAÇÃO EXCEL: CORTE

Tabela 41 - Aplicação Excel dedicada ao Corte

Tempo de Ciclo Mizumashi (min)	45
Tempo de Entrega Máximo (min)	90

Designação do Material					Caixas de Material no Bordo-de-Linha		Tabuleiro				
Referência	Denominação	ValStd	TC	Qtd. Cortada	N.º Peças/Caixa	Caixas Necessárias no Bordo-de-Linha	Referência	Designação	Taxa de Consumo	Capacidade	Consumo de Tabuleiros
13039-470/0004	blind cap rotary (on tray) L6	11,43	6,858	787	2400	1	13099-009/0001	painting tray PL6	0,285	420	2
13039-541/0004	cap rotary knob (on tray) L6	9,71	5,826	926	1200	2	13099-009/0000	painting tray PL6	0,285	420	3
13039-543/0004	knobset SiH/SiL/blind (on tray) FKA L6	39	23,4	230	150	2	13099-011/0000	painting tray for 13039-543 CS L6	2,5	48	6
13039-544/0004	knobset caps+SiH (on tray) FKA L6	39	23,4	230	80	4	13099-012/0000	painting tray for 13039-544 FKA L6	2,5	48	6
13039-545/0001	knobset blind (on tray) FKA L6	13,5	8,1	666	1200	1	13099-013/0000	painting tray for 13039-545 FKA L6	0,5	240	3
13039-550/0002 13045-083/0001	caps middle basis (on tray) CS L6 F07	45	27	200	84	3	13099-136/0000	systemcarrier knobset ba.IHKA CS L6 F07	3,333	36	7
13039-701/0002	knob caps SiH/LV (on tray) CS L6	30	18	300	300	2	13099-008/0000	painting tray for 13039-701 ihka CS L6	1,666	72	5
13039-702/0005	knobset middle low (on tray) CS L6	60	36	150	80	3	13099-007/0000	painting tray for 13039-702 ihka CS L6	3,333	36	5
13039-703/0007	knobset middle + SL (on tray) CS L6	100	60	90	60	2	13099-006/0000	painting tray for 13039-703 ihka CS L6	3,333	36	3

ANEXO XXI – FOLHA DE REGISTO: CORTE

CORTE - BORDO DE LINHA		Mizusumashi
REF	QTD MÁX	QTD NEC
13039- 470 /0004 39 - 01 - 24	2	
13039- 541 /0004 39 - 01 - 25	3	
13039- 543 /0004 39 - 01 - 26 / 27	3	
13039- 544 /0004 39 - 01 - 28	5	
13039- 545 /0001 39 - 01 - 29	2	
13039- 550 /0002 13045- 083 /0001 39 - 01 - 20 / 21	4	
13039- 701 /0002 39 - 01 - 22 / 23	3	
13039- 702 /0005 39 - 01 - 13 / 14 / 15 / 16	4	
13039- 703 /0007 39 - 01 - 17 / 18 / 19	3	

Figura 103 - Folha de Registo dedicada ao Corte

ANEXO XXII – NÍVEIS DE STOCK NA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS

Tabela 42 - Níveis de Stock de Granulados na Injeção de Plásticos

Granulado	Medições Efetuadas																	Média	Melhoria
00698-157/0000	Antes	6	4	3	1	8	5	12	10	6	5	12	11	10	9	7	5	7,13	- 45,61%
	Depois	5	3	4	3	1	5	6	5	3	2	4	3	5	3	6	4	3,88	
00698-157/0000 (M24)	Antes	3	1	0	5	3	6	1	4	5	4	2	0	5	3	4	7	3,31	- 32,08%
	Depois	2	3	1	3	3	2	2	2	1	3	3	2	2	3	2	2	2,25	
00698-263/0000	Antes	4	4	6	14	13	13	11	9	8	7	5	8	7	9	6	6	8,13	- 68,46%
	Depois	3	4	2	2	1	3	4	3	3	2	2	2	3	1	3	3	2,56	
00698-216/0000	Antes	7	6	5	12	8	8	9	6	7	6	8	7	7	5	7	7	7,19	- 57,39%
	Depois	3	2	3	4	3	3	1	3	2	4	3	4	3	4	4	3	3,06	
00698-281/0000	Antes	6	5	5	4	4	8	7	7	6	6	5	5	4	6	5	8	5,69	- 48,35%
	Depois	4	4	3	2	2	3	3	4	4	3	3	3	2	1	3	3	2,94	
00698-253/0000	Antes	12	16	16	16	16	16	15	15	15	14	12	12	10	10	9	9	13,31	- 82,63%
	Depois	2	2	3	1	2	1	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2,31	
00698-198/0000	Antes	2	2	6	12	12	12	8	7	7	6	9	7	7	12	12	11	8,25	- 71,21%
	Depois	3	3	2	2	3	3	1	2	2	3	3	3	2	2	1	3	2,38	

Granulado	Medições Efetuadas																	Média	Melhoria
00698-295/0000	<i>Antes</i>	7	6	5	5	4	4	7	6	5	4	4	5	7	6	7	7	5,56	- 43,82%
	<i>Depois</i>	3	4	3	2	4	4	3	1	4	3	3	2	4	4	3	3	3,13	
00698-210/0000	<i>Antes</i>	4	4	3	3	3	2	4	2	3	3	4	1	3	2	5	4	3,13	- 22,00%
	<i>Depois</i>	3	2	2	1	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2,44	

Tabela 43 - Níveis de Stock de Caixas ESD na Injeção de Plásticos

Caixa ESD	Medições Efetuadas																	Média	Melhoria
Média	<i>Antes</i>	52	42	77	148	113	101	134	128	115	107	90	58	54	77	97	132	95,31	- 75,21%
	<i>Depois</i>	32	24	18	14	28	19	35	31	22	17	16	25	20	34	27	16	23,63	
Pequena	<i>Antes</i>	290	247	239	226	215	143	163	153	146	140	127	129	122	108	92	93	164,56	- 93,81%
	<i>Depois</i>	9	14	12	15	15	7	12	10	7	12	8	6	7	11	13	5	10,19	
Cartão	<i>Antes</i>	43	42	51	52	79	78	78	62	57	51	19	33	22	16	22	34	46,19	- 46,14%
	<i>Depois</i>	32	28	25	19	16	33	39	21	13	12	21	37	28	22	16	36	24,88	

Tabela 44 - Níveis de Stock de Separadores na Injeção de Plásticos

Separador	Medições Efetuadas																	Média	Melhoria
Cartão	Antes	7	6,5	5	6	6	5	4	3,5	3,5	3	5	4	4	5,5	5	4	4,81	- 64,94%
	Depois	1,5	1	2	2	2	1,5	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1,69	
Espuma	Antes	1	0	4,5	5	3,5	3	4	4	3,5	3	3	2	4,5	5	3,5	3,5	3,31	- 56,60%
	Depois	1	1,5	1	2	2	1	2	1	1	0,5	2	1,5	2	1	1,5	2	1,44	

Tabela 45 - Níveis de Stock de Tabuleiros Plásticos de Pintura na Injeção de Plásticos

Tab. Plást. Pintura	Medições Efetuadas																	Média	Melhoria
13099-001/0000	Antes	86	70	57	54	25	15	89	67	54	40	60	38	43	50	50	50	53,00	- 74,65%
	Depois	18	15	12	19	18	12	11	14	7	12	13	19	8	14	12	11	13,44	
13099-010/0000	Antes	45	39	29	39	16	6	76	66	53	39	47	25	55	76	54	38	43,94	- 67,14%
	Depois	11	20	13	13	8	19	18	15	14	14	9	11	19	18	16	13	14,44	
13099-004/0000	Antes	13	46	46	32	32	32	28	17	95	88	31	54	48	29	23	22	39,75	- 76,89%
	Depois	11	9	10	7	11	9	8	9	12	8	6	11	7	7	12	10	9,19	

Tabela 46 - Níveis de Stock de Tabuleiros de Esferovite na Injeção de Plásticos

Tab. Esferovite	Medições Efetuadas																Média	Melhoria	
03523-430/0002	Antes	18	26	88	113	83	65	118	95	71	144	131	89	157	80	151	128	97,31	- 84,91%
	Depois	14	16	11	8	17	15	18	16	18	14	15	9	18	17	13	16	14,69	

Tabela 47 - Níveis de Stock de Caixas com Material para a Máquina Injetora 17 na Injeção de Plásticos

Material p/ Máquina 17	Medições Efetuadas																Média	Melhoria	
12700-608/0003	Antes	16	14	14	7	8	11	14	8	4	4	6	12	9	8	5	11	9,44	- 24,50%
	Depois	8	5	4	9	9	5	6	7	7	10	10	6	5	7	8	8	7,13	
12707-019/0001	Antes	12	8	6	6	14	13	13	9	8	14	13	10	8	7	7	5	9,56	- 9,15%
	Depois	9	7	7	6	8	13	12	12	8	6	7	9	10	11	7	7	8,69	

ANEXO XXIII – REDUÇÃO DO TEMPO DESPENDIDO NO ARMAZÉM 3

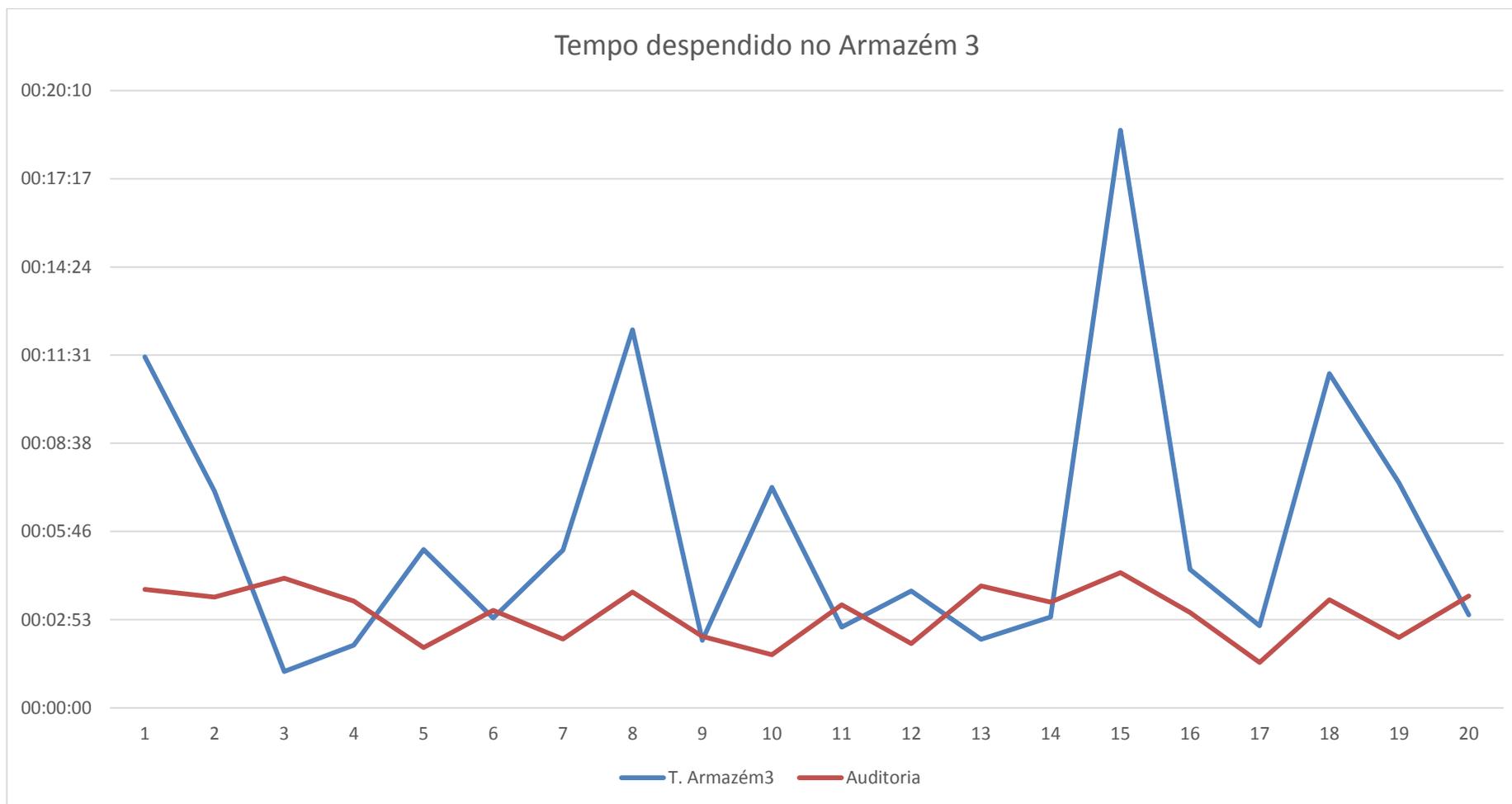


Figura 104 - Gráfico do Tempo despendido no Armazém 3

Tabela 48 - Medições dos tempos em Armazém 3

Medições Efetuadas		
	Inicial	Final
	00:11:28	00:03:52
	00:07:05	00:03:37
	00:01:11	00:04:14
	00:02:03	00:03:29
	00:05:10	00:01:58
	00:02:56	00:03:11
	00:05:09	00:02:15
	00:12:21	00:03:47
	00:02:12	00:02:20
	00:07:12	00:01:44
	00:02:38	00:03:22
	00:03:49	00:02:06
	00:02:14	00:03:59
	00:02:58	00:03:27
	00:18:52	00:04:25
	00:04:31	00:03:07
	00:02:41	00:01:29
	00:10:55	00:03:32
	00:07:21	00:02:18
	00:03:02	00:03:39
Média	00:05:47	00:03:06
Melhoria	- 46,59%	