

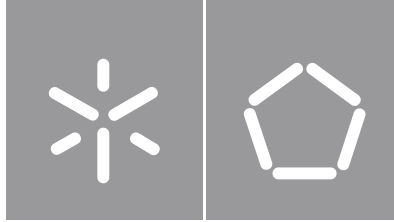


Luis Miguel da Costa Lima

**Definição de rotas logísticas internas e
aplicação de ferramentas *Lean* no processo
produtivo de uma empresa do ramo
automóvel**

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Luís Miguel da Costa Lima

Definição de rotas logísticas internas e aplicação de ferramentas *Lean* no processo produtivo de uma empresa do ramo automóvel

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor José Manuel Henriques Telhada

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Neste momento tão importante da minha formação, gostaria de expressar o meu profundo agradecimento às diversas pessoas que de uma forma, direta ou indireta, contribuíram para o desenvolvimento deste projeto de dissertação.

Um especial agradecimento ao Professor Doutor José Manuel Henriques Telhada, orientador do projeto, pela disponibilidade, auxílio, rigor e partilha de conhecimento na realização deste projeto.

À empresa Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd, por possibilitar esta experiência tão enriquecedora que é a realização da dissertação de mestrado em ambiente empresarial. Ao engenheiro Flávio Cunha, orientador da empresa, que apesar de lhe terem surgido novos projetos e desafios, o seu contributo, ajuda e disponibilidade no início, fizeram com que este projeto tomasse o rumo certo. Um agradecimento também a todos os colaboradores da empresa que proporcionaram um bom ambiente de trabalho e que demonstraram estarem sempre disponíveis para ajudar.

À minha namorada Irina, um enorme obrigado por toda a paciência e por todo o amor e carinho. Um apoio que ao longo do tempo demonstrou ser fundamental para a conclusão deste projeto.

Aos meus amigos, que me acompanharam durante todo o curso.

Por fim, mas não menos importante, um especial agradecimento aos meus pais, irmã e avó por todo o apoio incondicional dado ao longo desta jornada e pela oportunidade concedida em ter frequentado um curso do ensino superior.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Definição de rotas logísticas internas e aplicação de ferramentas *Lean* no processo produtivo de uma empresa do ramo automóvel

Um processo logístico interno eficiente e eficaz é responsável por gerir o fluxo de materiais e informação dentro da fábrica, procurar a eliminação dos desperdícios e consequente redução dos custos, e maximizar o nível de serviço. Como o abastecimento interno de componentes às linhas de produção influencia diretamente o desempenho do sistema produtivo, surge o presente projeto de dissertação realizado na empresa Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd.

A metodologia de investigação utilizada foi a Investigação-Ação. Através da aplicação de técnicas e ferramentas *lean*, foi possível realizar uma análise crítica da situação inicial e desenvolver as ações de melhoria. Como problemas identificados, verificou-se a inexistência de *standards* de trabalho e gestão visual, baixa eficiência e deslocações excessivas pelos operadores logísticos, fraco fluxo de informação, elevado produto intermédio, inexistência de interfaces entre a produção e a logística interna, e transporte inadequado de materiais.

Através da implementação de carrinhos de matéria-prima e produto acabado, da definição e delimitação de zonas diferenciadas para as máquinas *kiss cut*, da implementação de um sistema *kanban* para o abastecimento destas máquinas e da modificação do método de recolha de produto acabado, verificou-se um aumento da eficiência do operador logístico em 14% e uma redução, em média, de 5,5 km/dia. Verificou-se também que esse operador consegue fornecer todo o auxílio necessário às quatro máquinas, traduzindo-se num ganho total anual de cerca de 25 mil Euros.

Através da implementação de um bordo de linha, para além de se ter melhorado as condições ergonómicas, verificou-se um ganho de 96,8% na troca de bobine e um ganho de 57,1% no abastecimento. Esta implementação nas cinco prensas permitirá obter um ganho de cerca de 9,5 mil Euros/ano. Com a implementação de um sistema *mizusumashi*, estima-se uma redução dos custos de transporte em cerca de 28 mil Euros/ano, a diminuição dos riscos de qualidade relacionados com o transporte inadequado dos materiais e a capacidade de proporcionar um abastecimento às linhas puxado, contribuindo para a prática de uma produção *just-in-time*.

Em suma, através das implementações e sugestões de melhorias, os objetivos propostos pela empresa foram alcançados tornando o fluxo logístico interno mais eficiente.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Production, Logística Interna, *Kanban*, Trabalho Normalizado

ABSTRACT

Definition of internal logistic routes and application of Lean tools in the production process of an automotive company

An efficient and effective internal logistics process is responsible for managing the materials and information flow within the plant, seeking waste elimination and consequent costs minimization and focus on maximizing the level of service. As the internal supply of components to the production lines directly influences the performance of the production system, this dissertation project was carried out at Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd.

The research methodology used was Action-Research. Through the application of lean techniques and tools, it was possible to perform a critical analysis of the initial situation and develop improvement actions. As identified problems, it was verified the inexistence of work standards and visual management, low efficiency and excessive displacements by the logistic operators, weak information flow, high intermediate product, inexistence of interfaces between production and internal logistics, and inadequate transportation of materials.

Through the implementation of raw material and finished product carts, the definition and delimitation of differentiated areas for the kiss cut machines, the implementation of a *kanban* system for the supply of these machines and the modification of the finished product collection method, there was an efficiency increase of the logistic operator by 14% and a reduction, on average, of 5,5 km/day. It was also verified that this operator can provide all the necessary support to the four machines, translating into a total annual gain of about 25 thousand Euros.

Through the implementation of a bord of line, besides having improved the ergonomic conditions, there was a 96,8% gain in bobbin change and a 57,1% gain in supply. This implementation in the five presses will allow a gain of about 9,5 thousand Euros/year. With the implementation of the *mizusumashi* system, it is estimated a reduction in transportation costs of about 28 thousand Euros/year, the reduction of quality risks related to inadequate materials transportation and the ability to provide a pull supply to the lines, contributing to the practice of just-in-time production.

In summary, through the implementations and suggestions for improvements, the objectives set by the company were achieved making the internal logistics flow more efficient.

KEYWORDS

Lean Production, Internal Logistics, *Kanban*, Standard Work

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas	xiv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos da dissertação.....	3
1.3 Metodologia de investigação.....	4
1.4 Estrutura da dissertação.....	6
2. Revisão bibliográfica	7
2.1 Logística	7
2.2 <i>Lean Production</i>	9
2.2.1 Origem e conceito	9
2.2.2 <i>Toyota Production System</i> (TPS)	11
2.2.3 Princípios <i>Lean Thinking</i>	15
2.2.4 Desperdícios.....	17
2.2.5 Técnicas e ferramentas <i>Lean</i>	19
2.2.6 Vantagens e dificuldades na implementação do <i>Lean Production</i>	25
2.3 <i>Lean Logistics</i>	27
2.3.1 Comboio logístico (<i>mizusumashi</i>).....	27
2.3.2 Supermercados	29
2.3.3 Bordo de linha.....	30
3. Apresentação da empresa.....	33
3.1 Identificação e localização	33
3.2 A ITW e o grupo Stokvis Tapes.....	33

3.3	Principais matérias-primas e produto final	34
3.4	Principais clientes e fornecedores.....	35
3.5	Descrição do sistema produtivo e <i>layout</i> geral da fábrica.....	35
3.5.1	Armazém de receção de matéria-prima	36
3.5.2	Adesivagem.....	36
3.5.3	<i>Slitting</i>	37
3.5.4	Corte total	38
3.5.5	Corte parcial.....	38
3.5.6	Montagem.....	39
3.5.7	Armazém de expedição.....	39
3.5.8	<i>Layout</i> geral da fábrica	40
4.	Descrição e análise crítica da situação inicial.....	41
4.1	Meios de transporte	41
4.2	Análise das movimentações dos operadores logísticos	44
4.3	Análise dos fluxos internos de materiais.....	47
4.3.1	Receção de matéria-prima	48
4.3.2	Máquinas de adesivar	49
4.3.3	Prensas.....	50
4.3.4	Máquina de corte de torno (CMC)	59
4.3.5	Máquinas Kiss Cut.....	61
4.3.6	Montagem.....	66
4.4	Síntese dos problemas identificados	66
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria.....	69
5.1	Ações de melhoria no Pavilhão 14.....	69
5.2	Ações de melhoria no Pavilhão 16.....	77
5.3	Proposta de um sistema <i>mizusumashi</i> no Pavilhão 16.....	83
5.4	Outras melhorias implementadas	88
5.4.1	Criação de objetivos de produção e envolvimento dos colaboradores.....	88
5.4.2	Implementação de 5S no local de armazenamento de restos	89
6.	Análise e discussão de resultados	90

6.1	Resultados obtidos no Pavilhão 14	90
6.2	Resultados obtidos no Pavilhão 16	92
6.3	Resultados esperados com o sistema <i>mizusumashi</i> no Pavilhão 16	95
7.	Conclusões e sugestões de trabalho futuro.....	96
7.1	Conclusões	96
7.2	Sugestões de trabalho futuro	98
	Referências	100
	Apêndice 1 – Os sete desperdícios <i>Lean</i>	104
	Apêndice 2 – Desenho de uma linha <i>mizusumashi</i>	106
	Apêndice 3 – Diagramas de <i>spaghetti</i> para cada OL.....	107
	Apêndice 4 – BPMN do sistema produtivo.....	112
	Apêndice 5 – Plano de ações 5W2H	113
	Apêndice 6 – Fichas de orçamentação.....	115
	Apêndice 7 – Proposta de definição e delimitação de zonas de MP, PA e AVA para as máquinas <i>kiss cut</i>	118
	Apêndice 8 – Instruções de trabalho.....	119
	Apêndice 9 – Folhas de trabalho normalizado	125
	Apêndice 10 – Proposta de criação de um parque de estacionamento para carrinhos PA no pav.16	127
	Apêndice 11 – Proposta para a colocação de um caixote do lixo debaixo da prensa.....	128
	Apêndice 12 – Etapas de construção do bordo de linha para as prensas	129
	Anexo 1 – Multiplicador de pega	130
	Anexo 2 – Multiplicador de frequência	131
	Anexo 3 – Dados antropométricos da população portuguesa adulta.....	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Fases da metodologia Investigação-Ação.....	5
Figura 2- Trinómio das variáveis centrais da Logística.....	8
Figura 3- Casa TPS.....	11
Figura 4- Modelo “4P” da “Toyota Way”	14
Figura 5- Cinco Princípios do “Lean Thinking”	16
Figura 6- Representação dos 3M.....	18
Figura 7- Ilustração dos 7+1 desperdícios da filosofia Lean	19
Figura 8- kanban	22
Figura 9- Esquematização do sistema de duplo kanban.....	23
Figura 10- Ciclo PDCA	25
Figura 11- Esquematização das forças que suportam o Lean versus forças que resistem ao Lean.....	26
Figura 12- Sistema de abastecimento a) com empilhador e sistema de abastecimento b) com mizusumashi.....	28
Figura 13- Supermercado	30
Figura 14- Bordo de linha	31
Figura 15- Esquematização de bordo de linha a) com abastecimento frontal e bordo de linha b) com abastecimento na retaguarda.....	32
Figura 16- Instalações da Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd.....	33
Figura 17- As diferentes matérias-primas base e adesivo.....	34
Figura 18- As três formas de produto final.....	35
Figura 19- Principais fornecedores e clientes da Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd.....	35
Figura 20- a) armazém de receção e b) zona de quarentena no armazém de receção.....	36
Figura 21- Esquematização do processo de adesivagem.....	36
Figura 22- Máquinas de adesivagem.....	37
Figura 23- Máquina de corte de torno (CMC).....	37
Figura 24- a) Esquematização do processo de corte total e b) Produto final obtido através de corte total	38
Figura 25- a) Esquematização do processo corte parcial e b) Produto final obtido através de corte parcial	38
Figura 26- a) Remoção de desperdícios e b) Produto final sem desperdícios	39

Figura 27- Armazém de expedição	39
Figura 28- Layout geral da fábrica	40
Figura 29- Empilhadores.....	41
Figura 30- Porta palete	42
Figura 31- Taxa de utilização dos empilhadores.....	43
Figura 32- Taxa de utilização dos porta paletes	44
Figura 33- Diagrama de spaghetti global com identificação das zonas mais críticas (1, 2 e 3)	45
Figura 34- Resultados da amostragem de trabalho de todos os OL	46
Figura 35- Distâncias percorridas por cada OL por dia de avaliação.....	47
Figura 36- Esquematização dos fluxos internos de materiais.....	48
Figura 37- Etiqueta de identificação da MP.....	49
Figura 38- Mapeamento do abastecimento de MP, transporte de sucata e dos clusters 3,4,5 e 6	49
Figura 39- Etiqueta de identificação do produto intermédio.....	50
Figura 40- a) buffer para o PA e b) buffer para a MP	50
Figura 41- Tempos dos ciclos de abastecimento por operador	51
Figura 42- Desorganização no buffer das prensas	52
Figura 43- Número de ciclos de abastecimento entre OL.....	53
Figura 44- Etiqueta de identificação do PA	54
Figura 45- Obstrução do corredor de passagem com produto intermédio.....	54
Figura 46- Mapeamento dos clusters 1, 2 ,3 e 4	55
Figura 47- Mapeamento do transporte de caixas de cartão, ferramentas de corte e dos clusters 1,2,3 e 4	56
Figura 48- Diferenças nas condições de execução da tarefa entre o início e o fim da elevação da bobine	58
Figura 49- a) buffer de MP e b) buffer de produto intermédio da máquina CMC	59
Figura 50- Mapeamento do cluster 6 realizado por dois operadores logísticos.....	60
Figura 51- a) Disposição da máquina kiss cut e b) obstrução de passagem nas máquinas kiss cut	61
Figura 52- Produto intermédio proveniente da adesivagem e da máquina CMC.....	62
Figura 53- Local de armazenamento de restos das máquinas kiss cut	62
Figura 54- Mapeamento do transporte de ferramentas de corte, caixas de cartão, sucata e dos clusters 5 e 6.....	63
Figura 55- Resultados da amostragem de trabalho das máquinas kiss cut	65

Figura 56- Zona de interface entre a montagem e a logística interna.....	66
Figura 57- Diagrama de Ishikawa da ineficiência do sistema logístico em estudo	68
Figura 58- Exemplo da identificação e marcação dos espaços no chão de fábrica.....	70
Figura 59- Esboço do carrinho de MP	70
Figura 60- Carrinho de MP.....	72
Figura 61- a) Esboço do carrinho de MP b) Carrinho de MP.....	73
Figura 62- Esquema do chassis do carrinho projetado: R=roda rotativa; S=roda fixa.....	73
Figura 63- Sistema de estacionamento dos carrinhos de MP com a respectiva identificação	74
Figura 64- Exemplo de implementação de 5S nas mesas de trabalho das máquinas kiss cut	77
Figura 65- Esboço do plano vertical longitudinal do bordo de linha para as prensas (ATOM).....	78
Figura 66- Implementação do bordo de linha para as prensas	78
Figura 67- Modificações necessárias para a implementação da zona de estacionamento	80
Figura 68- Implementação da primeira fase da zona de estacionamento.....	80
Figura 69- Mapeamento das rotas de recolha de PA.....	81
Figura 70- Zona in/out para recolha de PA.....	82
Figura 71- Mapeamento das rotas: picking de MP, ciclo mizusumashi e recolha de PA	84
Figura 72- Quatro momentos do ensaio experimental consultado (fonte: https://www.youtube.com/watch?v=6uWW3bA9taw (último acesso realizado em 26/03/2021))	85
Figura 73- Demonstração da relação entre o número de OF e o tempo total em produção por referência	86
Figura 74- Exemplo de um posto de trabalho com acumulação de sucata	88
Figura 75- Implementação de painéis que promovem a filosofia lean.....	89
Figura 76- Implementação de 5S no local de armazenamento de restos.....	89
Figura 77- Comparação dos resultados entre o diagnóstico inicial e final do OL4 Pav.14.....	90
Figura 78- Comparação dos resultados entre o diagnóstico inicial e final do OL2 Pav.16.....	92
Figura 79– Diagrama de Spaghetti do OL1 Pav.16 Turno 1	107
Figura 80– Diagrama de Spaghetti do OL2 Pav.16 Turno 1	108
Figura 81– Diagrama de Spaghetti do OL3 Pav.16 Turno 1	109
Figura 82– Diagrama de Spaghetti do OL4 Pav.14 Turno 1	110
Figura 83– Diagrama de Spaghetti do OL1 e OL2 Turno 2	111
Figura 84 – BPMN do sistema produtivo	112
Figura 85- Ficha de orçamentação para o bordo de linha	115

Figura 86- Ficha de orçamentação para carrinho MP para kiss cut	116
Figura 87- Ficha de orçamentação para carrinho PA	117
Figura 88- Proposta de definição e delimitação de zonas de MP, PA e AVA para as máquinas kiss cut	118
Figura 89- Instrução de trabalho para preparação dos carrinhos de MP	119
Figura 90- Instrução de trabalho para rota de abastecimento entre máquinas CMC e kiss cut	120
Figura 91- Instrução de trabalho para recolha do produto acabado das máquinas kiss cut	121
Figura 92- Instrução de trabalho para recolha do produto acabado das máquinas kiss cut (continuação)	122
Figura 93- Instrução de trabalho para solicitação de matéria-prima ao armazém de matéria-prima...	123
Figura 94- Instrução de trabalho para abastecimento de matéria-prima às prensas.....	124
Figura 95- Folha de trabalho normalizado para abastecimento de máquinas kiss cut	125
Figura 96- Folha de trabalho normalizado para recolha de PA das máquinas kiss cut.....	126
Figura 97- Proposta de criação de um parque de estacionamento para carrinho PA no pav.16	127
Figura 98- Esquematização da proposta para colocação de um caixote do lixo debaixo da prensa	128
Figura 99- Etapas de construção do bordo de linha para as prensas.....	129
Figura 100- Tabela UMINHO- Dados Antropométricos População Portuguesa Adulta	132
Figura 101- Principais Dimensões Antropométricas Estáticas	133

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Principais diferenças entre o sistema de abastecimento tradicional e o sistema de abastecimento com mizusumashi	29
Tabela 2- Características dos diferentes abastecimento das prensas	51
Tabela 3- Operações necessárias na troca de uma bobine.....	56
Tabela 4- Valores dos multiplicadores de origem e destino	58
Tabela 5- Cálculo do PLR de origem e do PLR de destino	58
Tabela 6- Especificação dos motivos de paragem das máquinas kiss cut	64
Tabela 7- Síntese dos problemas identificados	67
Tabela 8- Especificidades de cada atividade	83
Tabela 9- Atividades a realizar em cada estação do sistema mizusumashi	84
Tabela 10- Tempo de produção (minutos/paleta) em cada tipo de máquina	87
Tabela 11- Redução da distância diária percorrida pelo OL4 Pav.14	91
Tabela 12- Ganho económico obtido através da eliminação das paragens por motivos “A”	91
Tabela 13- Lucro obtido após investimento em carrinhos de MP e PA.....	92
Tabela 14- Redução da distância diária percorrida pelo OL2 Pav.16	93
Tabela 15- Ganho percentual obtido através da implementação do bordo de linha para as prensas....	93
Tabela 16- Ganho económico com a redução do tempo na troca de bobine	94
Tabela 17- Lucro obtido após o investimento em bordos de linha	94
Tabela 18- Comparação entre o antes e o depois da implementação do bordo de linha	94
Tabela 19- Ganho económico e percentual que se estima obter após implementação do sistema mizusumashi.....	95
Tabela 20- Estimativa do lucro com o investimento em carrinhos de PA e rebocador	95
Tabela 21- Plano de ações 5W2H	113
Tabela 22- Condições de análise da qualidade da pega	130
Tabela 23- Multiplicador de pega	130
Tabela 24- Multiplicador de frequência.....	131

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AVA – Área de valor acrescentado

BL – Bordo de linha

JIT – *Just-in-time*

MP – Matéria-prima

OF – Ordem de fabrico

OL – Operador logístico

OM – Operador de máquina

PA – Produto acabado

PI – Produto intermédio

TPS – *Toyota Production System*

1. INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo, apresenta-se o enquadramento do tema em estudo, os objetivos que se esperam alcançar, a metodologia de investigação utilizada no projeto e, por fim, a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

A presente dissertação, realizada no âmbito da Unidade Curricular de Projeto do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, tem como objetivo o desenvolvimento de um projeto de investigação que vise a “Definição de rotas logísticas internas e aplicação de ferramentas *Lean* no processo produtivo de uma empresa do ramo automóvel”. Este projeto foi desenvolvido em ambiente industrial na empresa Stokvis Celix Portugal, Unipessoal Lda.

Os mercados em expansão internacional, as novas tecnologias e o desenvolvimento contínuo de novos produtos orientados para o cliente levam a ciclos de vida mais curtos, resultando numa maior variedade e complexidade do processo. Por conseguinte, o melhoramento do processo produtivo e do serviço logístico é determinante para as empresas permanecerem competitivamente sustentáveis (Weisner e Deusea, 2014).

Alcançar a excelência na logística tornou-se uma forma de atingir a diferenciação competitiva no mercado (Mentzer, Flint e Hult., 2001), uma vez que o melhoramento desta área, não só diminuirá os custos, mas também proporcionará uma maior qualidade ao cliente pela eficácia do serviço prestado (Mentzer, Min e Bobbit, 2004). Deste modo, poder-se-á definir um processo logístico interno eficiente e eficaz, um processo responsável por gerir o fluxo de materiais e informação dentro da fábrica; procurar a eliminação dos desperdícios e consequente minimização dos custos e foco na maximização do nível de serviço (Taboada, 2009). Por conseguinte, o lucro da empresa aumentará, constituindo assim uma vantagem competitiva para as empresas (Brar e Saini, 2011).

Como forma de otimizar o sistema de logística interna, as empresas têm adotado a metodologia organizacional *Lean Production* (Womack, Jones e Roos, 1990), uma filosofia de gestão que tem como base o TPS - *Toyota Production System* (Ohno, 1998). Criado por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo (Bhamu e Sangwan, 2014), no final da Segunda Guerra Mundial, o TPS tem como objetivos produzir mais com menos recursos através da eliminação de desperdícios e a satisfação das necessidades dos clientes, incentivando a participação de todos os intervenientes e o

aproveitamento das suas capacidades na procura constante pela melhoria contínua (Sugimori, Kusunoki, Cho e Uchikawa, 1977).

Segundo Coimbra (2013), o fluxo logístico interno é um dos pilares da metodologia desenvolvida pelo *Kaizen Institute* - o *Total Flow Management* (TFM) – que tem como finalidade desenvolver um fluxo de informação e materiais em toda a cadeia de abastecimento e melhorar as interfaces inter e intra organizacionais. Este fluxo logístico interno integra tanto a parte de produção como a parte logística devendo trabalhar de acordo com o *takt time* do cliente de modo a criar *one-piece flow* para fornecer os produtos *just-in-time*. Tem também como objetivo criar fluxo de informação desde o pedido de encomenda do cliente até à expedição do produto final. Coimbra (2013) afirma também que os cinco domínios logísticos responsáveis por otimizar o fluxo logístico interno são: supermercados, nos quais o material deverá ser identificado rapidamente através de boa gestão visual e a sua recolha deverá ser de fácil acesso sem a necessidade de equipamentos elaborados; *mizusumashi*, onde o material é transportado desde o supermercado até às paragens necessárias e repete este movimento em rotas e horários previamente definidos (Urru, Bonini e Echelmeyer, 2018); sincronização, relacionada com sistema de informação usado para sinalizar o início da produção ou o início da recolha e entrega de materiais; nivelamento, que inclui todas as atividades necessárias para sequenciar as “*pacemaker lines*” com ordens de produção; planeamento de produção *pull*, que inclui importantes decisões de planeamento que determinam o sucesso de todos os anteriores domínios logísticos mencionados.

Neste contexto, como o abastecimento interno de componentes às linhas de produção e a forma como é realizado influencia diretamente o desempenho do sistema produtivo (Caputo e Pelagagge, 2011), surge o presente projeto de dissertação realizado na empresa Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd. A empresa está localizada no concelho de Braga, na freguesia de Sequeira. Faz parte do grupo Stokvis Tapes desde 2006 e a partir de 2008 o grupo Stokvis Tapes está integrado na multinacional de origem norte-americana ITW – Illinois Tools Works e integra atualmente o segmento *Power Systems & Electronics*. Dedicar-se, maioritariamente, para a indústria automóvel, à transformação de plásticos e borrachas celulares espumadas, suscetíveis de incorporar adesivos e de serem fornecidos em múltiplos formatos, para uma variedade de aplicações, adaptadas às exigências dos clientes.

Este projeto foi proposto com o intuito de melhorar todas as partes relacionadas com o fluxo interno de materiais tais como: a redefinição e otimização de rotas de transporte de matéria-prima,

produto intermédio e produto final; redução de desperdícios relativos à movimentação desnecessária de vários elementos da cadeia de valor; melhoria das condições ergonómicas em todo o processo produtivo e aquando do transporte de materiais; dimensionamento e reorganização de bordos de linha e armazéns de produto intermédio; criação e implementação de gestão visual no chão de fábrica. Assim sendo e, para concluir, a resolução destes problemas passará por aplicar metodologias e ferramentas relacionadas com a filosofia *lean*.

1.2 Objetivos da dissertação

O estudo subjacente a esta dissertação visa a definição de rotas logísticas internas e a aplicação de ferramentas *lean* no processo produtivo da empresa Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd. O estudo passa por realizar as seguintes tarefas:

- Simplificar e normalizar o trabalho dos operadores logísticos;
- Redefinir a frequência e os volumes transportados;
- Definir e normalizar as rotas logísticas internas desde a receção do material até à sua expedição;
- Reformular o método e tipo de transporte de matéria-prima, produto intermédio e produto final;
- Dimensionar e reorganizar bordos de linha e armazéns de produto intermédio;
- Uniformizar o abastecimento interno;
- Adicionar, às rotas logísticas internas, atividades de abastecimento que eram realizadas por outros colaboradores;
- Rever as condições ergonómicas em todo o processo produtivo e aquando do transporte de materiais;
- Implementar ferramentas *lean* em projetos de melhoria contínua;
- Avaliar os resultados obtidos através das ações de melhoria que sejam implementadas.

Os resultados esperados com a realização do projeto são os seguintes:

- Redução de desperdícios na realização das rotas logísticas internas, nomeadamente número de deslocações, transportes e esperas;

- Diminuição dos tempos de abastecimento;
- Aumento da eficiência dos operadores logísticos;
- Aumento da eficiência das operadoras das máquinas Rotativa e Guidolin;
- Melhoria das condições ergonómicas na produção e no transporte;
- Aumento do interesse e confiança dos colaboradores nas atividades a desempenhar e o seu envolvimento nos projetos de melhoria contínua.

1.3 Metodologia de investigação

Este projeto de dissertação é desenvolvido num ambiente industrial com elevada componente prática. Desta forma, deverá reger-se pelos conceitos da metodologia de investigação Investigação-Ação. Nesta metodologia, a investigação é paralela à ação, onde todos os participantes no sistema intervêm ativamente e a obtenção do conhecimento é consequente das várias ações concretizadas ao longo do período de investigação (Coughlan e Coughlan, 2002).

Segundo Benbasat, Goldstein e Mead (1987), citado por Westbrook (1995), o investigador não é um observador independente, mas torna-se participante no sistema, e o processo de mudança torna-se objeto de investigação. Por estas razões, esta metodologia de investigação é a mais adequada no decorrer deste projeto.

De acordo com Susman e Evered (1978), a Investigação-Ação é caracterizada por um ciclo de cinco fases, representadas na Figura 1:

- Diagnóstico: identificação e definição do problema;
- Planeamento das ações: planeamento das ações a serem tomadas e consequente seleção daquelas que se julga mais apropriadas à realidade estudada;
- Implementação das ações: as ações selecionadas na fase anterior são postas em prática;
- Avaliação dos resultados: avaliação dos resultados obtidos através das ações implementadas;
- Aprendizagem: discussão e assimilação da aprendizagem obtida com a avaliação efetuada.



Figura 1- Fases da metodologia Investigação-Ação
(Susman e Evered, 1978)

No seguimento da metodologia Investigação-Ação, o projeto de dissertação seguirá as fases que se descrevem seguidamente.

A revisão de literatura integra a fase inicial da investigação onde serão adquiridos todos os conceitos teóricos necessários para suportar o projeto de dissertação. É nesta fase que será exposto o material relevante para o estudo, usando diversas ferramentas de pesquisa de informação científica online, tais como, *Scopus (Elsevier)*, *ISI Web of Science*, *B-On – Biblioteca do Conhecimento Online*, *Google Scholar*, entre outros.

Posteriormente, efetuar-se-á o diagnóstico da situação inicial, onde será necessário acompanhar o funcionamento atual da fábrica e analisar as instruções de trabalho referentes ao fluxo logístico interno e ao sistema produtivo, medindo tempos, efetuando análises multimomento e fazendo um registo fotográfico. Paralelamente, utilizar-se-á ferramentas *lean*, tais como, diagramas de *spaghetti*, diagramas de *Ishikawa* e *Business Process Model and Notation (BPMN)* para se identificar os problemas existentes e fazer uma análise crítica da situação inicial.

De acordo com Susman e Evered (1978), a fase seguinte corresponde ao planeamento de ações. Tendo em conta os problemas diagnosticados na fase anterior, serão identificadas as propostas de melhoria para atingir os objetivos propostos.

Consequentemente, segue-se a fase de implementação das ações onde serão introduzidas novas metodologias e posterior monitorização das mesmas. Nesta fase, o envolvimento de todos os colaboradores será imprescindível, uma vez que serão explicados os novos métodos de trabalho e todo o conhecimento necessário para o bom funcionamento das novas práticas.

Concluída esta fase, dever-se-á recolher os dados e resultados consequentes das novas propostas de melhoria, comparar com o estado inicial e verificar se os objetivos propostos foram alcançados.

Por fim, será efetuada uma reflexão final do projeto desenvolvido, onde se apresentarão as medidas implementadas e os seus resultados e serão identificados potenciais projetos para o futuro, de modo a dar continuidade ao trabalho realizado e adotar uma mentalidade de melhoria contínua na empresa.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. No primeiro capítulo encontra-se a introdução do projeto, onde é elaborado um enquadramento do tema, apresentam-se os objetivos que se espera alcançar, a metodologia de investigação e, por fim, descreve-se a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, realiza-se a revisão bibliográfica, uma componente fundamental para a realização deste projeto, onde se reportam as principais contribuições científicas relevantes para o tema em questão.

No terceiro capítulo, apresenta-se a empresa onde foi realizado o presente projeto. Expõem-se o grupo a que pertence, identificam-se os principais clientes e fornecedores e descreve-se o sistema produtivo.

No quarto capítulo, realiza-se uma análise crítica da situação inicial da empresa, onde se identificam os principais problemas nas áreas onde incide o presente projeto.

No quinto capítulo, apresentam-se as várias propostas de melhoria e descreve-se o processo para a sua implementação.

No sexto capítulo, efetua-se uma análise dos resultados obtidos após a implementação das propostas de melhoria comparando-se com o diagnóstico inicial.

Por fim, no sétimo capítulo, apresentam-se as conclusões do trabalho desenvolvido e, expõem-se sugestões de trabalho a desenvolver no futuro para garantir a continuidade deste projeto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No presente capítulo, apresenta-se uma revisão bibliográfica dos conceitos fundamentais para a realização deste projeto de dissertação.

Inicialmente, expõem-se o conceito de Logística através da sua definição e posterior subdivisão do conceito em: Logística de *Inbound*, Logística Interna e Logística de *Outbound*. Ainda no mesmo conceito, abordam-se as difíceis e complexas decisões de *trade-offs* que as empresas têm de tomar quando se defrontam com as variáveis centrais da logística: custo, qualidade de serviço e tempo.

Seguidamente, apresenta-se o conceito de *Lean Production* através de uma breve contextualização da sua origem e conceito. O *Toyota Production System*, é descrito através da casa do TPS onde se explica todos os conceitos estruturais. De seguida, descreve-se os cinco princípios *Lean Thinking*, assim como os desperdícios inerentes a qualquer sistema produtivo. São, também, apresentadas algumas técnicas e ferramentas *Lean* utilizadas. Por último, são apresentadas algumas vantagens e dificuldades na implementação do *Lean*.

Em último lugar, evidencia-se a incorporação de alguns dos conceitos *lean* na área da Logística formando o conceito de *Lean Logistics*, onde se elabora uma pequena introdução através da revisão de alguns conceitos fundamentais para o abastecimento interno de materiais, tais como: *mizusumashi*, supermercado e bordo de linha.

2.1 Logística

Logística ou gestão logística é definida pelo *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2018), a maior organização mundial de profissionais da área, como sendo “*parte da Cadeia de Abastecimento responsável pelo processo de planeamento, implementação e controlo de procedimentos para o transporte e armazenamento eficiente e eficaz de mercadorias, incluindo serviços, e informação relacionada desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, com o objetivo de estar em conformidade com as exigências do cliente*”.

Equitativamente, e no seguimento desta definição, a mesma organização define atividades logísticas como “*gestão dos fluxos Inbound e Outbound em termos de transporte, gestão de frota, gestão da armazenagem, gestão de materiais e seu manuseamento, gestão da resposta a encomendas, desenho da rede logística, gestão de inventários, planeamento do abastecimento e da procura e gestão dos prestadores de serviços logísticos*”. Por outro lado, Feld (2001) afirma

que as atividades logísticas podem ser subdivididas em três categorias diferentes:

- Logística de **Inbound**: refere-se à gestão do fluxo de informação, fornecimento, expedição e recebimento de mercadorias que chegam à empresa, ou seja, é responsável por todas as atividades a montante do ponto de consumo da matéria-prima.
- Logística **Interna**: diz respeito a todas as atividades relacionadas com o fluxo interno de informação e de materiais desde a sua receção nas células de produção até à última etapa do processo produtivo. Este domínio da logística ou gestão é o que terá maior relevância no presente projeto de dissertação.
- Logística de **Outbound**: é responsável pelos processos que estão envolvidos na embalagem, armazenamento, transporte de produtos e serviço ao cliente, bem como a gestão do fluxo de informação do armazém de expedição para o cliente, ou seja, refere-se às atividades a jusante do ponto de transformação da matéria-prima.

Segundo Carvalho (2017), a Logística ou Gestão logística pode ser interpretada como uma área confusa e abrangente, contudo quando se entende o verdadeiro propósito, a complexidade reduz-se significativamente. Primeiramente, identifica-se as variáveis centrais da Logística (Figura 2): o tempo, a qualidade do serviço e o custo. Isto é, paradoxalmente, pretende-se oferecer ao cliente baixos tempos de resposta, com um serviço de alta qualidade a um custo acessível. Estas decisões de *trade-offs* são de extrema dificuldade e complexidade, sendo por isso considerado, as melhores empresas logísticas, aquelas que consigam solucionar eficazmente estes raciocínios logísticos proporcionando maior satisfação ao cliente pelo serviço prestado.

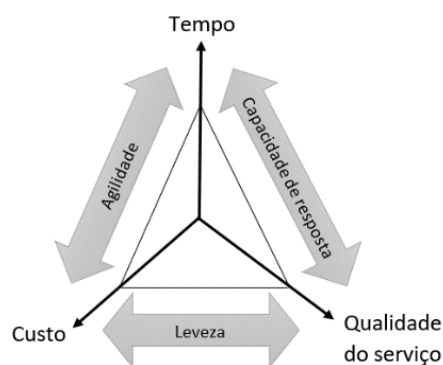


Figura 2- Trinómio das variáveis centrais da Logística
(Carvalho, 2017)

A combinação entre tempo de resposta e custo cria a variável **agilidade**. Aqui é verificado se o sistema logístico, perante um estímulo adverso, é capaz de responder eficazmente a um custo

que não seja excessivo. O resultado desta combinação revela a agilidade do sistema.

A variável **leveza**, surge da conjugação do custo com a qualidade do serviço. Leveza avalia a capacidade de gerir o sistema logístico sem excedentes, ou seja, deve ser capaz de manter uma qualidade de serviço elevada acompanhado de uma diminuição nos custos. Isto só será possível se o sistema logístico se tornar mais eficiente.

A conjugação entre a qualidade do serviço e o tempo desenvolve a variável designada por **capacidade de resposta**. Esta variável avalia a capacidade do sistema logístico em conseguir respostas rápidas sem comprometer a qualidade do serviço ao cliente.

Em síntese, o sistema logístico deve ser de tal forma eficiente que seja capaz de reduzir ao máximo os custos sem comprometer a qualidade do serviço prestado ao cliente no menor tempo possível (Carvalho, 2017). Perante estes desafios, a integração da filosofia *lean* na Logística é crucial para o aumento da eficiência dos sistemas logísticos e satisfação dos clientes, formando assim o conceito *Lean Logistics*.

2.2 Lean Production

2.2.1 Origem e conceito

O conceito de *Lean Production* não é novo. Esta metodologia de trabalho deriva, sobretudo do TPS, Henry Ford e outros antecessores. A linha temporal do *Lean Production*, remonta até Eli Whitney e o conceito de “*interchangeable parts*”. Mais tarde, surge Frederick W. Taylor que começou a analisar individualmente os trabalhadores e os seus métodos de trabalho surgindo “*The principles of Scientific Management*” (Taylor, 1911). Apelidado como “Pai da Gestão Científica”, o autor defendia que a aplicação do método científico à gestão dos trabalhadores aumentava a produtividade, e a sua teoria baseava-se sobretudo em quatro pilares: planeamento; preparação dos trabalhadores; controlo e execução (Taylor, 1911).

Nesta sequência surge o modelo de produção em série aplicado à produção de automóveis da marca americana Ford. Desenvolvido por Henry Ford, “O Pai da Produção em massa” (Alizon, Shooter e Simpson, 2009), este modelo consiste na divisão do trabalho, especialização e produção em grande escala que fora, mais tarde, adotado por diversas fábricas dos Estados Unidos da América e da Europa.

Após a segunda guerra mundial, uma grave crise económica estava a ser enfrentada pelo Japão. A falta de recursos naturais e o facto de ser necessário importar grandes quantidades de materiais,

incluindo alimentos, o Japão encontrava-se numa condição extremamente desvantajosa em termos de custo de matéria-prima quando comparado com os países europeus e americanos (Sugimori *et al.*, 1977). Adicionalmente, a interrupção da produção e as dificuldades económicas do clima pós-guerra vivido, resultaram em aumentos de *stock* de carros não vendidos afetando gravemente a Toyota (Holweg, 2007).

Os primos *Kiichiro* e *Eiji Toyoda*, inspirados no modelo de produção da Ford, foram os grandes responsáveis por implementar técnicas de produção em massa na Toyota, contudo as restrições de capital e os baixos volumes no mercado japonês não justificavam os grandes lotes praticados pela Ford e General Motors. Mais tarde, em 1943, Taiichi Ohno junta-se à Toyota para aperfeiçoar os princípios e ferramentas do *Toyota Production System*, acabando por ser o grande impulsionador deste sistema (Holweg, 2007). Aquando do estudo do *Ford Production System*, Ohno (1998) verificou que este sistema tinha duas grandes falhas: a produção de componentes em lotes de grandes quantidades geravam grandes *stocks* aumentando assim os custos de armazenamento; e a incapacidade de responder às exigências dos consumidores pela diversidade de produtos.

Assim sendo, era imperativo a criação de um sistema de produção onde a redução dos custos de produção e o aumento de produtividade seriam alcançados através da eliminação de todos os desperdícios. O aproveitamento de todas as capacidades e sugestões dos seus colaboradores era imprescindível para o bom funcionamento do TPS (Monden, 1998; Sugimori *et al.*, 1977).

Mais tarde, em 1973, o mundo deparava-se com uma grave crise económica: a crise do petróleo. Afetando sobretudo o mundo ocidental, a quebra de consumo de automóveis foi abrupta tornando o FPS um sistema produtivo completamente insustentável. Como forma de dar resposta à crise de petróleo, as metodologias aplicadas no TPS despertaram o total interesse das empresas ocidentais, onde a redução dos custos e o aumento da produtividade alcançados através da eliminação dos desperdícios eram essenciais para a sobrevivência e competitividade destas empresas (Monden, 1998; Ohno, 1998).

O TPS é cada vez mais reconhecido mundialmente e, mais tarde, surge um novo conceito de produção que tem como base o TPS designado por *Lean Production*. Inicialmente criado por, Krafcik (1988), no seu artigo publicado "*Triumph of the lean production system*" e novamente abordado em 1990, por Womack *et al.* (1990), no livro "*The machine that changed the world*".

Segundo Womack *et al.* (1990), *Lean Production* é “lean” em comparação com a produção em massa, porque utiliza metade do esforço humano, do espaço de produção, do investimento em ferramentas e metade das horas necessárias para o desenvolvimento de um novo produto, resultando num inventário muito reduzido, numa produção com menos defeitos e numa variedade de produtos cada vez maior. O *Lean Production* passa por empregar colaboradores qualificados em todos os níveis da organização e utilizar equipamentos de produção altamente flexíveis e cada vez mais automatizados para produzir volumes de produtos em uma variedade enorme. O *Lean Production* é a procura contínua da perfeição através do envolvimento de todos os colaboradores.

2.2.2 Toyota Production System (TPS)

O TPS é um sofisticado sistema de produção no qual todas as partes contribuem para um todo (Liker, 2004). São essencialmente dois os conceitos que sustentam esta filosofia: o aumento da eficiência da produção através da eliminação dos desperdícios e o respeito pela humanidade onde o apoio e o incentivo às pessoas para melhorar continuamente os processos em que trabalham (Ohno, 1998). De forma a representar o TPS e demonstrar a sua vertente estrutural, Taiichi Ohno desenvolveu um diagrama em forma de casa (Figura 3), composto por uma base onde assentam os dois pilares que por sua vez sustentam o telhado. A conexão e comunicação entre essas partes é fundamental para um sistema forte e confiável (Liker, 2004).

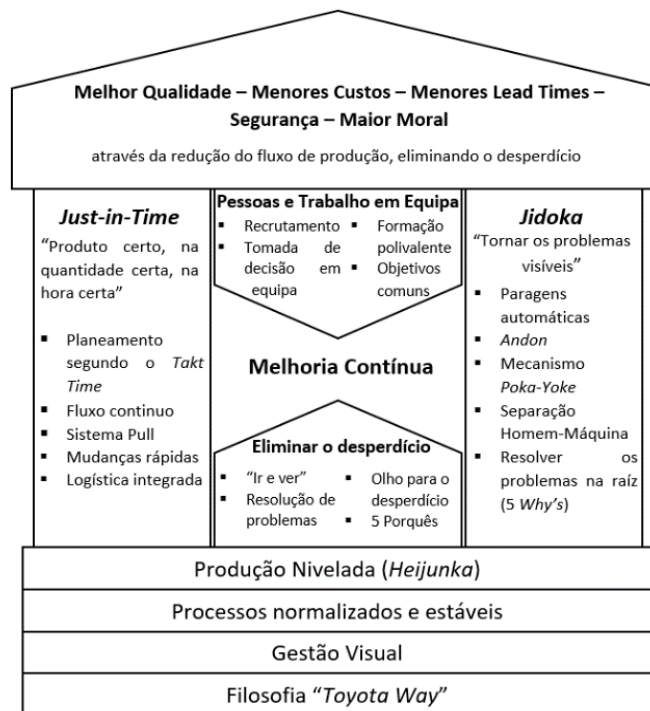


Figura 3- Casa TPS (Liker, 2004)

O TPS é um sistema de produção baseado em dois conceitos fundamentais que constituem os dois pilares, sendo eles *Just-In-Time* (JIT) e *Jidoka*.

O conceito de que se deve apenas produzir e entregar as peças necessárias, no momento certo, na quantidade pretendida e no local exato, reduzindo quanto possível os recursos utilizados aproximando-se de níveis de *stock* nulos, designa-se por *Just-In-Time* (Ohno, 1998). Para que seja possível implementar esta filosofia, é necessário pôr em prática um conjunto de conceitos interligados entre si:

- Ajustar o ritmo dos processos às necessidades dos clientes tendo como base o *takt time*. Calculado através da divisão do tempo de trabalho disponível por dia (em segundos) pela procura do cliente por dia (em unidades), o *takt time* define a cadência de produção ideal e um tempo de ciclo máximo de acordo com a procura (Seth e Gupta, 2005).
- Adoção de um sistema *pull*, desencadeado pelo cliente, de modo a criar sincronização e um fluxo contínuo (*one-piece flow*) entre a logística e produção. A utilização de sistemas *kanban* para controlo e/ou nivelamento da produção, são formas de garantir um sistema *pull*.

Jidoka ou “automação” define-se como sendo a “automação com intervenção humana” (Ohno, 1998), ou seja, consiste num método que previne a progressão de defeitos no processo produtivo através da paragem de uma máquina ou operação quando é identificado alguma anomalia ou defeito. Esta técnica de inspeção é efetuada por máquinas através do uso de *poka-yokes* (dispositivo a prova de erros), *andons* (um dispositivo de alerta, normalmente uma luz, para sinalizar uma anormalidade no processo) ou intervenção humana que detêm a responsabilidade e autonomia para interromper o processo produtivo, caso seja necessário (Wilson, 2009)

Jidoka é também uma ferramenta de melhoria contínua, uma vez que quando um defeito é identificado, é iniciado de imediato um processo de resolução do problema na sua origem (5 *Why's*) (Wilson, 2009). O “respeito pela humanidade” (Ohno, 1998) está também presente na filosofia do TPS, até então um conceito menosprezado, onde a separação Homem-máquina começa a ser cada vez mais notória, uma vez que as máquinas passam a fazer o trabalho mais simples e repetitivo e o Homem fica responsável por desempenhar atividades de maior valor (Wilson, 2009).

Em suma, as principais estratégias que sustentam o TPS são o investimento nas pessoas e a estabilidade dos processos que depois produzem um sistema que irá produzir um produto de alta

qualidade. Sobre esta base de alta qualidade, é construída a estratégia de controlo da quantidade. A estratégia de controlo de quantidade é apoiada por duas sub-estratégias: *jidoka* e JIT (Wilson, 2009). A implementação da filosofia JIT, contribui para a diminuição de WIP e do *lead time* dos produtos resultando em menores custos de produção e maior poder de resposta ao cliente. A implementação da filosofia *Jidoka*, suporta o JIT ao nunca permitir que unidades defeituosas de um processo anterior fluam para dentro e perturbem um processo subsequente e incentiva a existência de respeito pelos trabalhadores concedendo-lhes autonomia, trabalhos de maior valor e oportunidades de participar ativamente na melhoria continua do processo produtivo (Ohno, 1998). A base do TPS é formada essencialmente pelos seguintes conceitos: *Heijunka* (produção nivelada), gestão visual, *Standard Work* (processos normalizados e estáveis) e a filosofia “*Toyota Way*”. Estes conceitos servem de base a todo o sistema de produção e sustentam os dois pilares anteriormente referidos.

O nivelamento da produção, ou *Heijunka*, é uma técnica de produção do TPS que tem como objetivo reduzir as variações na produção ao longo de um período fixo. Tem também como finalidade, a utilização de pequenos lotes (contrário ao sistema tradicional de lotes de produção) de modo a permitir uma produção mais suave, sequenciada e com maior diversificação de produtos produzidos, em simultâneo. Consequentemente, a capacidade de resposta será mais eficaz e compatível com a procura do cliente e verificar-se-á uma diminuição dos custos através da eliminação dos desperdícios, como por exemplo: redução do *lead time*, inventário, espaço de armazenamento e mão-de-obra (Coimbra, 2013).

A filosofia “*Toyota Way*”, desenvolvida por Liker (2004) com base nos seus 20 anos de experiência, é formada por catorze princípios que sustentam todo o TPS. Para melhor compreensão desta filosofia, Liker (2004) dividiu os catorze princípios em quatro categorias principais, todas iniciadas pela letra “P”, Filosofia (*Philosophy*), Processo (*Process*), Pessoas/Parceiros (*people and partners*) e resolução de problemas (*Problem solving*), despontando assim o modelo “4P” da “*Toyota Way*”, esquematizado na Figura 4.



Figura 4- Modelo “4P” da “Toyota Way”
(Liker, 2004)

Na base deste modelo, Liker (2004) acredita que todas as decisões de gestão de uma empresa devem ser baseadas numa filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de um objetivo financeiro de curto prazo.

No segundo patamar, devem ser implementadas metodologias que visem a eliminação de desperdícios, tais como: criação de um fluxo de processo para problemas de superfície; utilização de sistemas *pull* para evitar o excesso de produção; nivelamento da produção (*heijunka*); prevenção da progressão de defeitos no processo produtivo (*jidoka*); normalização das tarefas; utilização de controlo visual; utilização de tecnologia fiável; entre outras. Segundo Liker (2004), atualmente, a maioria das empresas “*Lean*” ainda de encontram neste nível, ainda longe do aproveitamento máximo que podem retirar deste fantástico sistema produtivo.

No terceiro patamar da filosofia “Toyota Way”, o respeito entre colaboradores, os constantes desafios, o trabalho em equipa e a colaboração entre fornecedores e clientes fazem parte duma filosofia onde todos os intervenientes rumam para o mesmo lado, com motivação trabalhando sempre para a melhoria contínua.

No topo desta pirâmide, aprendizagem e melhoria contínua são os conceitos chave para a completar esta filosofia, onde todas as decisões devem ser tomadas calmamente e conscientemente, tendo em conta as opiniões de todos os intervenientes, para que possam ser implementas rapidamente e evoluir.

A Gestão visual e o trabalho normalizado (*standard work*) são dois conceitos que se complementam, sendo que o seu aproveitamento só é máximo se aplicados em conjunto. A gestão visual é uma prática de comunicar mensagens visualmente, para gerir o trabalho, compreender

sistemas ou seguir instruções, permitindo compreender de forma clara e simples toda a informação apresentada (Hall, 1987). O trabalho normalizado expõe um conjunto de tarefas de forma sequencial, permitindo ao colaborador saber que tarefas deve executar, em que local e quando as executa. Deste modo, a aleatoriedade do processo é reduzida permitindo ao colaborador um trabalho mais ritmado e planeado (Monden, 1998).

No centro da casa do TPS encontram-se as pessoas e o trabalho em equipa, assim como a eliminação dos desperdícios. A aposta na formação polivalente das pessoas, as tomadas de decisões em equipa, os objetivos comuns e a eliminação de tudo o que não acrescenta valor ao processo produtivo contribui para a melhoria continua.

Em suma, a correta implementação de todos os conceitos e metodologias, anteriormente mencionados, faz com que os objetivos (telhado da casa do TPS) – menores custos, melhor qualidade, menores *lead times*, maior segurança, maior moral – sejam alcançados. Deste modo, é correto definir o TPS como um sistema produtivo sustentável e que valoriza e apoia os direitos dos trabalhadores.

2.2.3 Princípios *Lean Thinking*

A redução ou eliminação dos desperdícios num processo produtivo são um dos maiores desafios que as empresas enfrentam atualmente, numa economia global tão competitiva. Segundo Melton (2005), o centro de investigação das empresas *Lean*- The Lean Enterprise Research Centre (LERC, 2004) salientou que para a maioria das operações de produção, 5% das atividades acrescentam valor, 35% são atividades sem valor acrescentado, mas necessárias e 60% são atividade que não acrescentam qualquer valor. Por conseguinte, não restam dúvidas de que a eliminação de desperdícios representa um enorme potencial em termos de melhorias no processo produtivo.

Womack e Jones (1996) definiram cinco princípios fundamentais para garantir a eficiência do processo que constituem o *Lean Thinking*. Esta filosofia providencia uma forma de fazer mais com menos – menos esforço humano, menos tempo, menos equipamentos e menos espaço - ao mesmo tempo que se aproxima cada vez mais de fornecer aos clientes exatamente o que eles pretendem. Os cinco valores fundamentais do pensamento *Lean* encontram-se representados no esquema da Figura 5 e aprofundados a jusante da mesma.

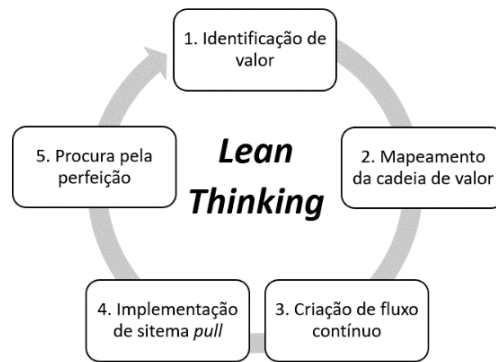


Figura 5- Cinco Princípios do “Lean Thinking”

A **identificação de valor** é o passo inicial para a implementação desta filosofia. Valor consiste num conjunto de características inerentes a um bem ou serviço que satisfazem as necessidades do cliente e pelas quais está disposto a pagar. Quanto maior o valor compreendido pelo cliente maior será a satisfação do mesmo e deste modo a lealdade pelo produtor/entidade produtora será crescente.

O valor é criado pelo produtor, contudo definir com precisão o que acrescenta valor a um produto é de extrema dificuldade. Por essa mesma razão é que a criação de um bem ou serviço deve ser realizada através de um constante diálogo com o cliente de modo a que se chegue a um consenso e se consiga identificar de forma clara o preço, a qualidade, o prazo de entrega, o atendimento prestado e as características específicas diferenciadoras desse mesmo bem ou serviço.

Seguidamente, o **mapeamento da cadeia de valor**, que diz respeito à identificação de todas as etapas do processo produtivo que cada produto ou serviço tem de passar para serem concluídos. Para analisar o valor existente na cadeia, é necessário reconhecer os desperdícios existentes em cada etapa do processo produtivo para que seja possível eliminá-los. Como mencionado anteriormente, através da análise das atividades, é possível dividi-las em três categorias: atividades que acrescentam valor; atividades sem valor acrescentado, mas necessárias e atividades que não acrescentam qualquer valor. Assim, é possível obter-se uma perspetiva geral da cadeia de valor o que facilita a redução dos desperdícios otimizando o processo e aumentando o valor entregue ao cliente.

Uma vez identificado com precisão o valor e o mapeamento da cadeia de valor, é necessária a **criação de fluxo contínuo** ou seja, sem que existam pontos de estrangulamento que impliquem esperas, acumulação de *stocks* e paragem ou redução da atividade em determinados pontos da cadeia (ex: *bottleneck effect*). Assim sendo, a criação de fluxo contínuo é crucial para o bom

funcionamento do processo produtivo, uma vez que sempre que é quebrado há perda de valor.

Ulteriormente, deve ser **implementado** o tipo de **produção pull**, ou seja, a produção de um produto ou a prestação de um serviço deve ser iniciada somente quando o cliente solicita, considerando as características que o mesmo estabelece. A este tipo de produção está associado o conceito *just-in-time*, produzindo ou servindo no momento e nas quantidades certas, o que permite a redução do excesso de produção e conseqüentemente a redução dos *stocks* excessivos assim como o uso de mão-de-obra desnecessária.

Por último, mas não menos importante, a **procura pela perfeição**. Este princípio tem implícito a importância da qualidade e da inexistência de repetições de trabalho. Deve-se apostar na formação dos colaboradores, na distribuição de instruções de qualidade para as principais tarefas, na definição de padrões e critérios de qualidade ajustados e na garantia de um bom acompanhamento de todas as etapas do processo. Deste modo seria possível ter uma boa produtividade, custos reduzidos, melhores tempos de resposta e uma boa imagem perante o cliente. Todas as etapas anteriormente mencionadas formam um ciclo, uma vez que o processo não é finito, mas sim um processo de melhoria contínua (Womack e Jones, 1996).

2.2.4 Desperdícios

A identificação e eliminação de todos os desperdícios inerentes a um processo produtivo, constitui um dos principais objetivos da metodologia *Lean Production*. De acordo com (Imai, 1997), esta metodologia identifica três tipos de desperdícios - *Mura* (variabilidade), *Muri* (sobrecarga) e *Muda* (desperdício) - que são vulgarmente conhecidos como os 3M (Figura 6).

***Mura* (variabilidade)**, refere-se à ausência de regularidade em uma determinada operação. Esta variabilidade é provocada por ritmos de trabalho diferentes, originando com que os operadores tenham picos de trabalho intensos depois de momentos de espera. As irregularidades podem ser eliminadas implementando técnicas de nivelamento da produção, como por exemplo *just-in-time*.

***Muri* (sobrecarga)**, consiste na sobrecarga de um operador ou de um equipamento, exigindo um excesso de esforço laboral superior ao que um operador ou equipamento são capazes de produzir. Assim sendo, através da normalização dos processos é possível utilizar adequadamente o esforço humano aumentando, desta forma, os padrões de qualidade.

***Muda* (desperdício)**, baseia-se na redução e/ou eliminação de tudo o que não acrescenta valor no processo produtivo, e por essa razão se designa por desperdício. Segundo (Imai, 1997), de

todas as atividades *Kaizen*, a eliminação do *muda* é a mais fácil de se implementar. Por essas razões, a sua eliminação deve acontecer o quanto antes e onde quer que ela exista - no *gemba* (chão de fábrica), na administração e/ou na área da prestação de serviços.



Figura 6- Representação dos 3M (Pitel, 2008)

Como mencionado previamente, *Muda* consiste na eliminação de todos as atividades sem valor acrescentado existentes num processo produtivo. Estes desperdícios foram primeiramente identificados por Ohno (1998), sendo eles classificados em sete categorias: Transporte, Inventário, Movimentações, Esperas, Sobreprodução, Sobre processamento e Defeitos. No Apêndice 1, pode ser consultado uma análise mais crítica e pormenorizada dos sete desperdícios *Lean*.

Segundo Liker (2004) existe um oitavo desperdício que se traduz no **mau aproveitamento do potencial intelectual e das habilidades dos colaboradores** (*Subutilized human capital*). Incentivar, motivar e identificar as atividades mais propícias para cada pessoa é fundamental para a implementação de uma filosofia tão complexa como o *Lean*, uma vez que todos os intervenientes têm o mesmo objetivo e é retirado de cada profissional o máximo que cada um pode oferecer à empresa.

Através da primeira letra de cada palavra, em inglês, a mnemónica TIMWOODS é utilizada por algumas empresas, para identificar os 7+1 desperdícios da filosofia *Lean* (Figura 7).



Figura 7- Ilustração dos 7+1 desperdícios da filosofia *Lean*
(Alves, 2017)

2.2.5 Técnicas e ferramentas *Lean*

Metodologia 5S

Os 5S, uma metodologia que surgiu no Japão em consequência da implementação da cultura *Kaizen*, é utilizada para estabelecer e manter a qualidade ambiental numa organização. Esta metodologia é facilmente incluída na prática de gestão e contribui para a eficácia de custos, maximizando tanto a eficiência como a eficácia. Quando compreendida e desenvolvida dentro do contexto, independentemente da dimensão ou tipo de organização, esta pode ser utilizada para realizar atividades de melhoria em diversos ambientes. Adicionalmente, a aplicação dos 5S pode também revelar problemas ocultos que de outra forma poderiam ter passado despercebidos (Gapp, Fisher e Kobayashi, 2008).

Segundo Hirano (1995), ao promover os 5S, uma empresa pode fornecer os produtos que os clientes desejam, em boa qualidade, a baixo custo, de forma rápida e segura, e assim aumentar os lucros da empresa. A sua implementação está dividida em cinco fases sendo todas elas iniciadas pela letra “S”:

- **Seiri** (Triagem/seleção): A primeira etapa diz respeito ao uso consciente e eficiente de recursos e de materiais. Deste modo, deve ser distinguido o que é necessário e a ser guardado do que não é necessário e a ser descartado, criando um posto de trabalho menos suscetível a erros (Hirano, 1995).
- **Seiton** (Organização): Depois de ser identificado o que realmente é necessário, deve ser definido, com clareza, o local de arrumação de cada item para que qualquer pessoa possa encontrar e utilizar com facilidade, sem necessitar de ajuda de outrem. Deve ser criado

um *layout standard* do posto de trabalho com a identificação de cada local de arrumação através da sua etiquetagem com a respetiva designação (Hirano, 1995).

- **Seiso** (Limpeza): A terceira etapa tem como objetivo a limpeza do posto de trabalho e a procura de formas para que este se mantenha limpo e arrumado (Russell e Taylor III, 2011). A limpeza dos postos de trabalho deve ser diária e efetuada pelos respetivos colaboradores, de modo a reduzir as avarias das máquinas causadas por óleo sujo, pó e lixo (Monden, 1998).
- **Seiketsu** (Normalização): Esta etapa, é caracterizada pela manutenção e monitorização dos três “s” anteriormente referidos (Hirano, 1995). Segundo (Russell e Taylor III, 2011), toda a informação necessária deve estar visível, as normas têm de ser conhecidas, as listas de verificação devem estar disponíveis, as quantidades e limites têm que ser facilmente reconhecíveis e todas as ferramentas auxiliares necessitam de ser rapidamente localizadas, de modo a agilizar e otimizar todos as atividades.
- **Shitsuke** (Disciplina): Por último, *Shitsuke* consiste em cumprir todas as normas que foram previamente definidas. Segundo o Dr. Eizaburo Nishibori (1985), citado em Monden (1998), esta última etapa é a mais importante e difícil de implementar. Contudo, se o ambiente de uma empresa for de disciplina e respeito por todos os intervenientes, facilmente será implementada esta cultura e os padrões de alta qualidade e produtividade irão sobressair (Hirano, 1995).

Gestão Visual

A gestão visual é uma prática de comunicar mensagens visualmente, para gerir o trabalho, compreender sistemas ou seguir instruções, permitindo compreender de forma clara e simples toda a informação apresentada (Hall, 1987). Segundo Bilalis, Scroubelos e Antoniadis (2002), a disponibilidade de informação não é geralmente o problema, mas sim a comunicação desta informação que parece ser ineficaz. Uma comunicação clara assegura que informações como as necessidades dos clientes, os horários de produção, as metas e os objetivos estabelecidos pela direção sejam compreendidos em toda a empresa (Parry e Turner, 2006).

As ferramentas visuais constituem uma parte importante do processo de comunicação que impulsiona as empresas *Lean* (Parry e Turner, 2006). Um aspeto chave do TPS é que cada pessoa envolvida deve ser capaz de ver e compreender plenamente os diferentes aspetos do processo e

o seu estado em qualquer altura. Deste modo, tornar um processo transparente permite um feedback imediato do estado atual e indica onde devem ser efetuados ajustes de forma a cumprir todas as exigências do cliente (Womack e Jones, 1996).

São exemplos de ferramentas de gestão visual: *kanbans*, *andons*, quadro de ferramentas, folhas de trabalho normalizado ou painéis de informação (para relatar o estado atual da sua produção, prestação de serviços e/ou processos, como por exemplo apresentação de gráficos de métricas, rácios financeiros ou indicadores-chave de desempenho – KPI) (Parry e Turner, 2006; Russell e Taylor III, 2011).

Trabalho normalizado (*Standard Work*)

Através da análise bibliográfica de diversos autores, Womack e Jones (1996), Ohno (1998), Wilson (2009), Liker (2004) e Monden (1998), o trabalho normalizado pode ser definido como uma descrição específica de cada atividade de trabalho de forma sequencial, permitindo ao colaborador facilmente identificar que tarefas devem ser executadas, em que local e em que espaço temporário. Aquando da sua planificação, devem ser considerados três conceitos fundamentais: tempo de ciclo (tempo necessário para completar um trabalho) de acordo com o *takt time* (ritmo da procura do cliente), sequência de trabalho (a sequência exata de trabalho que um colaborador deve realizar as suas tarefas) e *work-in-process* (WIP) normalizado (inventário mínimo necessário para realizar esse trabalho padronizado).

A uniformização das atividades contribui para a redução da variabilidade dos processos e, conseqüentemente, garante maior consistência das operações, serviços e produtos. Além disso, o trabalho normalizado aumenta a previsibilidade dos processos e reduz os custos associados à eliminação de desperdícios. A sua implementação permite também uma avaliação mais eficaz do desempenho do processo contribuindo para a melhoria contínua.

Kanban

Alcançar um sistema produtivo com grande capacidade de resposta à procura, mantendo padrões de elevada qualidade no serviço ao cliente, mas com níveis de inventários próximos dos valores mínimos é o principal objetivo das empresas que tentam implementar a filosofia *Lean* (Bonvik e Gershwin, 1996). O sistema *kanban* foi desenvolvido por Ohno (1998), na década de 50, de modo a auxiliar a filosofia JIT, garantindo um sistema de produção *pull*, desencadeado pelo cliente, onde apenas é produzido o necessário, nas quantidades pretendidas e no instante de tempo necessário aproveitando todas as capacidades dos trabalhadores (Sugimori *et al.*, 1977).

Neste sistema, é utilizado um tipo de cartão de encomenda que se designa por *kanban* (Figura 8) (Ohno, 1998). Um *kanban* contém informações básicas tais como o número de peça, uma breve descrição, o tipo de contentor, a carga unitária, a estação a montante (de onde veio), e a estação a jusante (para onde vai). Por vezes, o *kanban* pode ser codificado por cores para indicar as matérias-primas ou outras fases de fabrico. A informação sobre o *kanban* não se altera durante a produção permitindo que o mesmo *kanban* possa iniciar um novo ciclo (Russell e Taylor III, 2011).

Time of Delivery 10:30	Storage Area A 1-1	Toyota Motors Headquarters
 Ohashi Iron Works Store Shelf no. I - BOTTOM	Item No. 53018-60011	Identification Used in FZ Car Type (2)
	Item Name R&D S/WHY RADIATOR PRESS LH	Box Type SPECIAL Box Capacity 30
21		50
Parts-ordering Kanban		

Figura 8- *kanban*
(Ohno, 1998)

Segundo Wilson (2009), um *kanban (sign board)* pode ser um carrinho, como apenas um espaço marcado, mas frequentemente é um cartão que transporta a informação. Em todos os casos, o seu objetivo é facilitar o fluxo, provocar um sistema *pull*, e limitar o inventário, sendo considerada uma das ferramentas *Lean* fundamentais para reduzir a sobreprodução.

Os *kanbans* mantêm a disciplina do sistema de produção *pull*, autorizando a produção e a movimentação de materiais. Segundo Sugimori *et al.* (1977) e Russell e Taylor III (2011), o sistema de duplo *kanban (dual kanban system)* é o mais sofisticado, onde são utilizados dois tipos de *kanban*: Os *kanbans* de produção, que autorizam a produção de bens e os *kanbans* de transporte, que autorizam a circulação de bens.

Estes dois tipos de *kanbans* estão sempre conectados aos contentores com uma quantidade pré-definida de materiais. Quando o conteúdo de um contentor começa a ser utilizado, o *kanban* de transporte é removido do mesmo. De seguida, um trabalhador previamente destacado para desempenhar esta tarefa, pega nesse *kanban* de transporte e desloca-se até ao supermercado do processo a montante para recolher os materiais em falta, anexando o *kanban* de transporte ao contentor que continha os materiais retirados. Posteriormente, o *kanban* de produção fixado no contentor é removido e torna-se numa ordem de produção. Inicia-se, então, a produção dos materiais requisitados para posteriormente abastecer o supermercado. Para melhor compreensão, o sistema duplo *kanban* encontra-se representado na Figura 9.

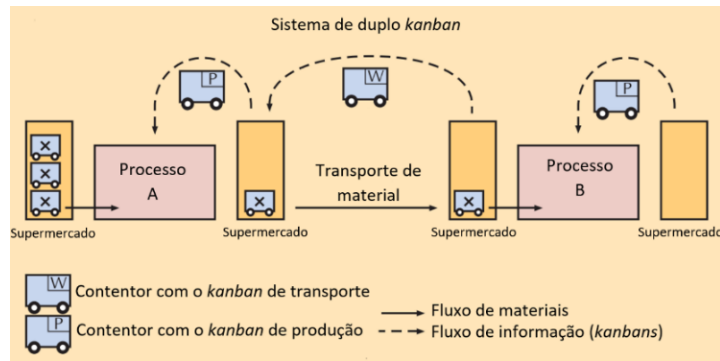


Figura 9- Esquematização do sistema de duplo *kanban*
(Russell e Taylor III, 2011)

O número de *kanbans* necessários para que o sistema de produção *pull* funcione sem causar qualquer constrangimento pode ser calculado através da seguinte fórmula (Russell e Taylor III, 2011):

$$N = \frac{D \cdot L + SS}{C}, \text{ em que:}$$

- N = número de *kanbans*;
- D = procura; consumo médio de componentes por unidade de tempo;
- L = *lead time*; o tempo necessário para reabastecer uma encomenda (expresso nas mesmas unidades que a procura)
- SS = *stock* de segurança; geralmente dado como percentagem da procura durante o tempo de espera, mas pode ser baseado no nível de serviço e na variação da procura durante o tempo de espera
- C = capacidade do contentor

O sistema *kanban* é fundamental para o bom funcionamento da logística interna de uma empresa, encontrando-se amplamente relacionado com o conceito de *mizumashi* (secção 2.3.1.), de modo a proporcionar um sistema de abastecimento interno capaz de responder às necessidades da produção promovendo a filosofia JIT.

Diagrama de *spaghetti*

Com base numa perspetiva *Lean*, a primeira etapa a ser realizada, com o objetivo de otimizar as rotas logísticas internas, é mapear o fluxo de valores seguindo o caminho sinuoso do material e informação através do seu processo (Liker, 2004). Uma dessas formas é visualizar todos os movimentos e transportes efetuados no chão de fábrica e, posteriormente, desenhar esses

movimentos num diagrama, tecnicamente conhecido como diagrama de *spaghetti*, e calcular os tempos e distâncias percorridas (Wilson, 2009).

Segundo Costa e Arezes (2003), um diagrama de *spaghetti* consiste num plano, desenhado à escala, da fábrica ou zona de trabalho, indicando a posição das máquinas e postos de trabalho, onde são representados todos os fluxos de materiais e pessoas. A utilização desta ferramenta permite identificar oportunidades de eliminar desperdícios e reorganizar o *layout* da empresa de modo a criar um fluxo de pessoas e materiais ótimo. Após a sua implementação, assistir-se-á a uma diminuição do tempo e distâncias percorridas no transporte que conseqüentemente diminuirá o tempo de ciclo das operações e o *lead time* (Wilson, 2009).

***Kaizen* e Ciclo PDCA**

Kaizen é um termo japonês que significa mudança (*Ka*) para melhor (*Zen*). Esta metodologia, é definida por (Imai, 1997) como sendo um conceito chave de gestão que promove a melhoria contínua podendo ser aplicado tanto na vida social, como na vida pessoal e profissional. Quando aplicado no local de trabalho, esta ferramenta tem como objetivo tornar o ambiente de trabalho mais eficiente e eficaz, criando uma atmosfera de equipa, melhorando os procedimentos diários, assegurando o envolvimento dos empregados, e tornando o trabalho mais gratificante, menos cansativo, e mais seguro (Brunet e New, 2003).

Segundo Liker (2004), *Kaizen* ensina as competências individuais para trabalhar eficazmente em pequenos grupos, resolver problemas, documentar e melhorar processos, recolher e analisar dados. A elaboração de propostas e tomada de decisões devem ser realizadas por todos, desde os cargos administrativos até aos trabalhadores e requer uma discussão aberta e um consenso de grupo antes de implementar quaisquer decisões. *Kaizen* é uma filosofia total que luta pela perfeição com a finalidade de reduzir os desperdícios gerados no processo produtivo assegurando um progresso incremental que compensa a longo prazo.

Não é caracterizada por uma técnica ou uma ferramenta em específico, mas sim como uma metodologia que sustenta muitas outras ferramentas *Lean*, profundamente praticadas na indústria atual. São exemplos dessas ferramentas: *kanban*, zero defeitos, *just-in-time*, *total quality management* (TQM), *six sigma* (Imai, 1997). Não existe um método genérico para a sua aplicação, contudo Liker (2004) afirma que o processo de melhoria contínua deve seguir as orientações do ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA).

O ciclo PDCA, desenvolvido por Walter A. Shewhart nos anos 30 e aperfeiçoado/popularizado por

William Edwards Deming nos anos 50, é um ciclo de melhoria contínua composto por quatro fases, representado na Figura 10 (Sokovic, Pavletic e Kern Pipan, 2010).

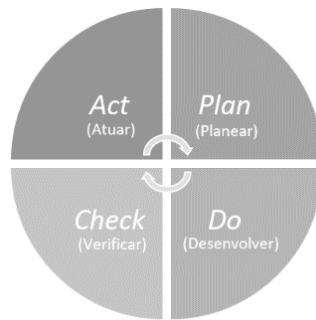


Figura 10- Ciclo PDCA
(Sokovic et al., 2010)

Planejar (Plan) constitui a primeira fase deste ciclo, onde é diagnosticado o estado inicial através da análise da informação e da identificação dos problemas. São elaborados *brainstormings* para a elaboração do plano de ação e definição dos objetivos a alcançar (Scyoc, 2008).

Na seguinte fase, **Desenvolver (Do)**, o plano estabelecido anteriormente é colocado em prática. É necessário que todos os intervenientes no projeto tenham total conhecimento do mesmo para que o plano de ação possa ser implementado corretamente (Scyoc, 2008)

Após a execução do projeto, é necessário recolher os dados finais. Deste modo, a terceira fase deste ciclo – **Verificar (Check)** - consiste em confirmar se o que foi planeado já está implementado e em comparar os dados finais com os iniciais verificando se os objetivos foram atingidos. Se os resultados obtidos na verificação não forem satisfatórios, é recomendado que se volte à primeira fase do ciclo (Scyoc, 2008).

Por último, o ciclo PDCA é concluído através da normalização do processo melhorado com o objetivo de não suscitar eventuais erros ocorridos no passado e fazer as devidas alterações se necessário, constituindo assim a fase **atuar (Act)** (Scyoc, 2008).

2.2.6 Vantagens e dificuldades na implementação do *Lean Production*

A filosofia *Lean Production* derivou do TPS e é considerado como o sistema produtivo japonês do ocidente. A sua aplicação em ambiente profissional, revolucionou o modo de produção e ação das empresas oferecendo-lhes a oportunidade de melhorar. Os bons resultados são visíveis nas diversas empresas de todo o mundo, sendo, atualmente, implementado nos diversos setores industriais, serviços e organizações.

Segundo Melton (2005), a execução desta filosofia em ambiente empresarial oferece diversos benefícios para que as empresas possam melhorar de forma sustentável. Os benefícios consequentes da sua implementação são: redução do *lead time* para os clientes; redução dos níveis de *stock*; melhor gestão do conhecimento; maior robustez nos processos (menos erros originam menos retrabalho e maior qualidade); benefícios financeiros; desenvolvimento do trabalho em equipa e partilha de informação; aumento da produtividade.

Segundo Dahlgaard e Dahlgaard-Park (2006), a implementação do *Lean* numa empresa, não é tarefa fácil, uma vez que implica a mudança de responsabilidades e mentalidades de todos os intervenientes. A resistência à mudança, a falta de envolvimento, a fraca partilha de informação e conhecimento e o ceticismo das pessoas acerca da eficácia desta filosofia são alguns dos entraves que se colocam ao *Lean Production*. Posto isto, o sucesso desta filosofia passa por uma administração que tenha total conhecimento da mesma e que consiga transparecer para os seus colaboradores todo o conhecimento necessário, de modo a alterar a cultura organizacional de forma gradual e eficaz. Na Figura 11, observa-se um esquema desenvolvido por Melton (2005) das forças que suportam o *Lean* versus as forças que resistem ao *Lean*.

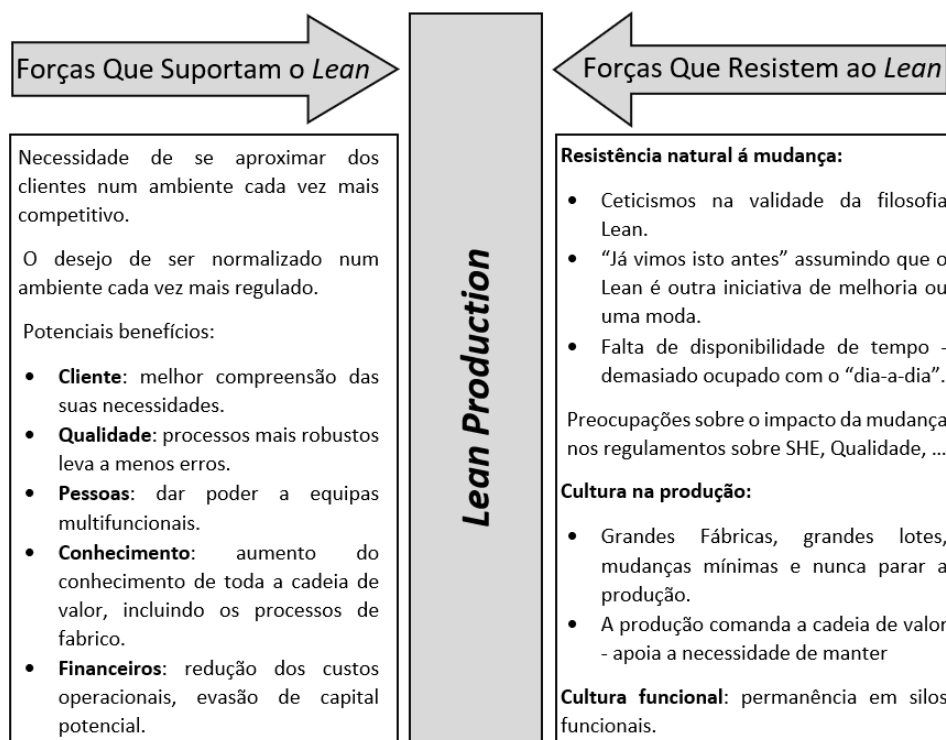


Figura 11- Esquematização das forças que suportam o *Lean* versus forças que resistem ao *Lean* (Melton, 2005)

2.3 *Lean Logistics*

Com a crescente variedade de produtos, que hoje em dia parece ser inevitável para satisfazer as exigências altamente diversificadas dos clientes, é necessário abastecer os materiais *Just-in-Time* a uma multiplicidade de postos de trabalho, de modo a maximizar a eficiência do sistema produtivo (Baudin, 2004).

O *Lean Logistics* é a grande chave para alcançar esta excelência, uma vez que aplica todos os conhecimentos da filosofia *Lean* à área da logística, tornando o sistema logístico mais robusto e proporcionando maior competitividade às empresas (Baudin, 2004). Este conceito tanto pode ser aplicado na Logística de *Inbound* como na Logística de *Outbound*, no entanto apenas será aprofundada a sua aplicação na Logística Interna (objetivo da presente dissertação).

Relativamente à Logística Interna, o principal objetivo é entregar os materiais corretos à produção, na quantidade pretendida e no local exato, sem comprometer os padrões de qualidade. Para satisfazer todos estes requisitos, surgem alguns conceitos fundamentais que contribuem para a redução dos custos e das atividades que não acrescentam valor, sendo eles: *mizusumashi*, supermercados e bordo de linha (Baudin, 2004; Coimbra, 2013), abordados nas sub-seções seguintes.

2.3.1 Comboio logístico (*mizusumashi*)

Tendo como objetivo a implementação de uma política *just-in-time* surge a necessidade de adotar um sistema de recolha e distribuição, internacionalmente conhecido como *Milk Run*. A origem deste termo em inglês, deve-se aos circuitos de distribuição realizados pela indústria de leite, que eram efetuados porta a porta, na qual o número de garrafas de leite cheias entregues era igual ao número de garrafas de leite vazias recolhidas (Brar e Saini, 2011). Este conceito, quando aplicado internamente, é apelidado de *mizusumashi* que significa, em português, "aranha de água". O termo japonês foi provavelmente escolhido para este conceito devido à rapidez e agilidade do inseto ao atravessar a água, sendo características fundamentais para se efetuar eficientemente o transporte interno de materiais (Coimbra, 2013).

O comboio logístico ou *mizusumashi*, é um sistema de Logística Interna composto pelo operador logístico e o seu veículo de transporte de material. Este sistema é responsável pelo fluxo interno de informação e materiais operando num sistema de recolha e abastecimento cíclico através de rotas e horários normalizados. O seu objetivo é entregar o material necessário na quantidade

necessária, na altura certa e no local pretendido de modo a criar um fluxo de produção suave e contínuo (Coimbra, 2013). Deste modo, o *mizusumashi* deve desempenhar as seguintes funções:

- A requisição de material deve ser efetuada por *kanbans* ou listas de *picking*;
- Recolher contentores vazios nas áreas de trabalho;
- Recolher o produto acabado e entregá-lo no armazém de expedição;
- Recolher o produto intermédio e entregá-lo na próxima etapa do processo produtivo;
- Controlar as medidas de gestão visual;
- Realizar todo o fluxo de informação entre logística e produção.

O transporte é um desperdício *Lean*. Apesar de ser considerada uma atividade que não acrescenta valor ao produto final, a sua eliminação é inviável uma vez que é uma prática necessária. A adoção de um sistema *mizusumashi*, permite às empresas a concentração dos custos de transporte internos e num número de operadores controlado, removendo aos operadores de linha estas atividades, aumentando a sua produtividade (Reis, Varela, Machado e Trojanowska, 2016).

A redução dos custos de transporte, a diminuição dos riscos de qualidade relacionados com o transporte inadequado dos materiais e a capacidade de proporcionar um abastecimento às linhas puxado contribuindo para a prática de uma produção *just-in-time*, são os principais objetivos para a implementação de um sistema *mizusumashi*. Adicionalmente, o comboio logístico oferece a possibilidade de normalizar as rotas internas, tornando esta atividade mais otimizada, fácil e executável por qualquer colaborador (Brar e Saini, 2011). Segundo Coimbra (2013), a normalização do trabalho do operador responsável pelo *mizusumashi* deve incluir a representação da rota no *layout*, o tempo de ciclo da rota, as atividades a realizar ao longo do percurso e o tempo dedicado a cada uma dessas atividades. Na Figura 12, pode-se observar o sistema de abastecimento com empilhador e um sistema de abastecimento com comboio logístico.

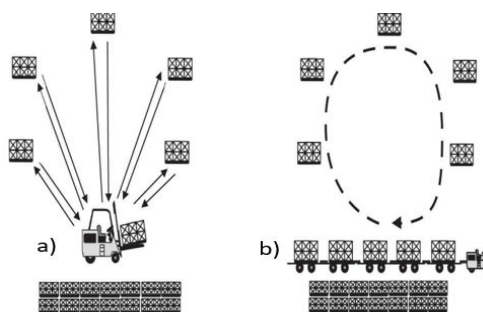


Figura 12- Sistema de abastecimento a) com empilhador e sistema de abastecimento b) com *mizusumashi* (Coimbra, 2013)

Na Tabela 1, pode-se encontrar as principais diferenças entre o abastecimento tradicional e o abastecimento com comboio logístico (*mizusumashi*).

Tabela 1- Principais diferenças entre o sistema de abastecimento tradicional e o sistema de abastecimento com *mizusumashi*

Sistema de abastecimento tradicional	<i>Mizusumashi</i>
Tipo transporte: Empilhador	Tipo transporte: Comboio (plataformas com rodas, vagões, puxadas por uma locomotiva)
Trabalho não padronizado: rotas e ciclos não definidos	Trabalho padronizado: rotas e ciclos bem definidos
Opera como um táxi: apenas se desloca aos locais quando é chamado	Opera como um metro/comboio: passa por todas as paragens definidas
Baixa produtividade	Alta produtividade
Equipamentos de custo elevado e difíceis de operar	Equipamentos com menor custo e mais fáceis de operar
Maior probabilidade de acidente e de danificar o material	Menor probabilidade de acidente e mantém os padrões de qualidade dos materiais
Percorre maior distâncias para abastecer a mesma quantidade de material e os mesmos locais do que o comboio	Tem em conta a redução das movimentações e distâncias percorridas
Não cria fluxo de informação	Cria fluxo de informação

Segundo Coimbra (2013), para desenhar um sistema de abastecimento *mizusumashi* é necessário executar um conjunto de etapas fundamentais para o bom funcionamento desse sistema. No Apêndice 2, podem ser consultadas todas as etapas do desenho de um sistema *mizusumashi*.

2.3.2 Supermercados

O conceito de supermercado aplicado na indústria automóvel foi desenvolvido por Ohno (1998) após a sua visita aos Estados Unidos da América na década de 50. Ohno (1998) verificou que, é da responsabilidade dos operadores de supermercados, certificarem-se de que o que os clientes necessitam está disponível em qualquer altura. De modo a promover a filosofia *just-in-time*, Ohno (1998) apercebeu-se que poderia aplicar este sistema numa linha de produção através do fornecimento de materiais em pequenos lotes à produção apenas quando fosse necessário. O sinal de reabastecimento imitado pela produção é através de um sistema *kanban*.

Os supermercados apresentam uma capacidade limitada, sendo estipulado uma quantidade mínima (*stock* de segurança) e máxima. Quando o mínimo é atingido é lançada uma ordem de produção para produzir os produtos em falta até atingir a capacidade máxima do supermercado. Consequentemente, o WIP e o *lead time* dos produtos irão diminuir aumentando a eficiência do processo (Monden, 1998).

Segundo Coimbra (2013), os supermercados (Figura 13) são as infraestruturas de armazenamento interno que permitem um bom fluxo logístico. Deste modo, devem ser criados de acordo com as seguintes regras:

- Ter um local fixo para cada referência, permitindo ao operador logístico facilmente identificar todas as componentes;
- Proporcionar fácil acesso à atividade de *picking* (armazenamento ao nível do solo);
- Posicionar-se entre dois corredores, um para o abastecimento e outro para o *picking*;
- Respeitar o princípio do FIFO (*first-in-first-out*);
- Permitir boa gestão visual.

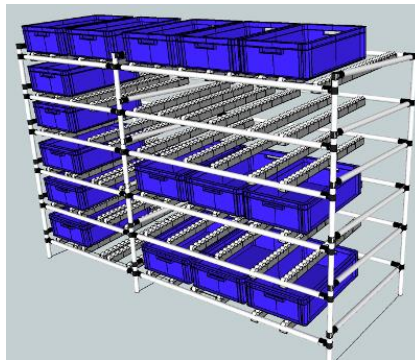


Figura 13- Supermercado
(4Lean, 2020)

O fluxo logístico interno pode ser definido como uma sequência que começa nos supermercados de matéria-prima, inclui todo o armazenamento do produto intermédio, e termina com os supermercados do produto final. Isto significa que o fluxo logístico interno envolve a organização de todas as áreas de armazenamento dos supermercados e todos os movimentos logísticos associados, tratando-se de uma rede de fluxo de supermercado para supermercado. Desta forma, Coimbra (2013) identifica cinco diferentes tipos de supermercado (*flow rack* (estantes deslizantes); armazenamento no solo sobre rodas; célula logística; bordo de linha e supermercado *kitting*), contudo apenas o bordo de linha é que será aprofundado com maior detalhe no capítulo seguinte.

2.3.3 Bordo de linha

O bordo de linha pode ser definido como o ponto de interface entre a logística interna e a produção. Por conseguinte, a logística interna é responsável por fornecer o material conforme o requisitado, na qualidade certa, no momento exato, no posto de trabalho correto, e com o método de

apresentação previamente estipulado. Contrariamente, a produção deve-se preocupar unicamente no fabrico do produto, concentrando-se exclusivamente na qualidade e no tempo necessário para a transformação das matérias-primas em produtos finais (Coimbra, 2013).

O bordo de linha deve ser projetado tendo em conta a localização apropriada e as dimensões necessárias, de modo a melhorar as condições ergonómicas dos trabalhadores e aumentar a sua produtividade através da minimização das movimentações. Deste modo, Coimbra (2013) identifica quatro critérios fundamentais para a criação de um bordo de linha:

1. A localização dos materiais deve minimizar os movimentos de *picking* dos operadores;
2. A localização dos materiais deve minimizar os movimentos dos operadores da Logística Interna;
3. O tempo necessário para mudar de materiais de um produto para outro deve ser reduzido;
4. A decisão de abastecer ou reabastecer deve ser visível e instantânea (gestão visual).

Adicionalmente, a normalização dos processos, tanto no abastecimento dos materiais, pela Logística Interna, como no *picking*, pela produção, é de extrema importância para a diminuição da variabilidade dos processos e conseqüente aumento da consistência dos mesmos (Coimbra, 2013). Na Figura 14, pode-se observar um exemplo de um posto de trabalho com bordo de linha de abastecimento frontal.

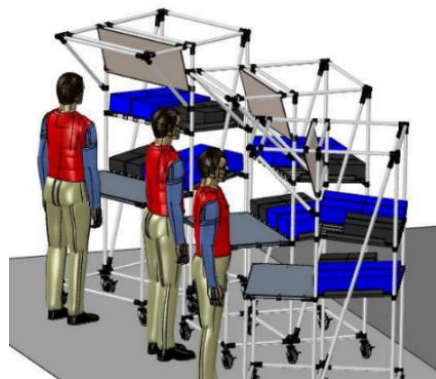


Figura 14- Bordo de linha
(4Lean, 2020)

O posicionamento do bordo de linha no posto de trabalho é de extrema relevância para uma eficiente interface entre a logística interna e a produção. A sua disposição é tanto melhor quanto menor for as movimentações dos trabalhadores na AVA (área de valor acrescentado) e que

proporcione um abastecimento rápido e eficaz. Deste modo, Coimbra (2013) identifica dois tipos de bordo de linha relativamente à sua localização: localização frontal e localização na retaguarda (Figura 15).

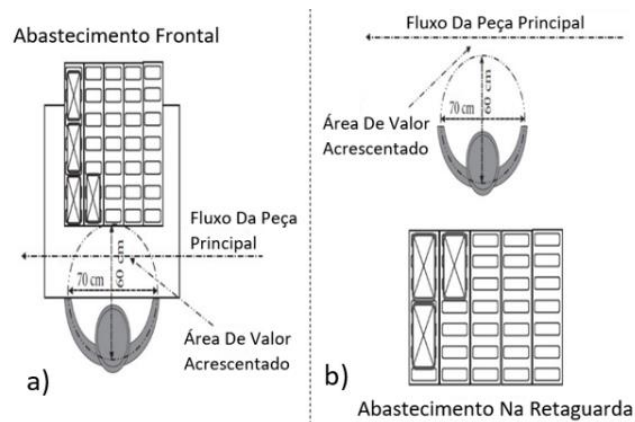


Figura 15- Esquematização de bordo de linha a) com abastecimento frontal e bordo de linha b) com abastecimento na retaguarda (Coimbra, 2013)

Preferencialmente, o bordo de linha deve estar posicionado na parte frontal do posto de trabalho. Os materiais são fornecidos pela parte de trás e, através de estantes dinâmicas que garantem o FIFO (*first-in-first-out*), fluem até à área de valor acrescentado dos trabalhadores, de modo a realizarem movimentos curtos. Em caso de impossibilidade, o bordo de linha localiza-se na retaguarda dos operadores onde terão de rodar da frente para trás para escolher a peça necessária efetuando movimentações maiores. Na maioria dos casos, isto deve-se ao tamanho elevado dos materiais, como por exemplo na indústria automóvel. Relativamente ao método de abastecimento, o mesmo autor identifica dois tipos diferentes: contínuo (*kanban*) e sequenciado (*junjo*).

Por último, o bordo de linha deve capaz de fornecer à produção todo o material necessário durante o ciclo *mizusumashi* sendo, por esta razão, necessário estabelecer o número de caixas a serem abastecidas de acordo com os diferentes componentes. Todo o material deve estar devidamente identificado para que não haja confusões ou enganos e, garantir que todas as peças e contentores de peças podem ser movimentados à mão sem a ajuda de um empilhador ou qualquer outro tipo de equipamento motorizado de manuseamento de material (Coimbra, 2013).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo é dedicado à apresentação da empresa onde foi realizado o projeto de dissertação. Inicia-se por uma apresentação da empresa Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd. e a sua localização. De seguida, apresenta-se uma breve contextualização da ITW e do grupo Stokvis Tapes, bem como os seus principais fornecedores, clientes, matérias-primas e produto final. Por fim, descreve-se todo o processo produtivo e apresenta-se o *layout* geral.

3.1 Identificação e localização

A Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd. (Figura 16) está localizada no concelho de Braga, na freguesia de Sequeira. Faz parte do grupo Stokvis Tapes desde 2006 e a partir de 2008 o grupo Stokvis Tapes passou a integrar a multinacional de origem norte-americana ITW – Illinois Tools Works e integra atualmente o segmento *Power Systems & Electronics*. Dedicar-se, maioritariamente, à transformação de plásticos e borrachas celulares espumadas, suscetíveis de incorporar adesivos e de serem fornecidos em múltiplos formatos, para uma variedade de aplicações, adaptadas às exigências dos clientes da indústria automóvel. A Stokvis Celix Portugal, Lda é certificada desde 2002, primeiro com a norma ISO 9001:2000 e, atualmente, com a norma ISOTS 16949, mantendo os altos padrões exigidos pelo setor onde estabelece o seu negócio.



Figura 16- Instalações da Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd.

3.2 A ITW e o grupo Stokvis Tapes

A ITW foi fundada há mais de 100 anos e tornou-se um dos principais produtores diversificados do mundo de equipamentos industriais especializados, consumíveis e empresas de serviços relacionadas. A ITW é uma corporação americana listada na Forbes 500, com uma receita total de 14 mil milhões de dólares, possui operações em 55 países e emprega mais de 50 mil

profissionais. Possui um amplo portfólio de mais de 18.000 patentes concedidas e pendentes, preocupando-se sempre em ocupar a vanguarda da tecnologia.

O grupo Stokvis Tapes possui mais de 50 anos na indústria de adesivos, e conseguiu, ao longo dos anos, construir uma forte reputação no desenvolvimento de soluções exigentes de isolamento, proteção, vedação, blindagem e aplicações para embalagem, principalmente para a indústria automóvel. Conta com mais de 1200 especialistas independentes e inovadores e suas unidades de produção estão situadas em mais de 20 países ao redor do mundo, tornando-se, assim, globais.

3.3 Principais matérias-primas e produto final

Matéria-prima

As principais matérias-primas utilizadas na Stokvis Celix Portugal são borrachas espumadas e plásticos, como material base, e adesivos. Por norma, os materiais base e os adesivos são adquiridos separadamente, sendo posteriormente unidos através da operação de adesivagem. Contudo, os materiais base podem ser transformados diretamente, ou adquiridos com o adesivo incluído. As matérias-primas base dividem-se em: policloreto de vinila (PVC), poliuretano (PUR), EPDM, feltros (Felts), takas e polietileno (PE). Adicionalmente, existe subcategorias dentro destas onde varia a espessura, a metragem e as características do material. Relativamente aos adesivos existe uma enorme variedade, dependendo a sua aplicação das necessidades do cliente. A Figura 17 ilustra, precisamente, as matérias-primas anteriormente mencionadas.



Figura 17- As diferentes matérias-primas base e adesivo

Produto Final

A Stokvis Celix Portugal produz maioritariamente artigos destinados ao setor automóvel com propriedades de isolamento, antirruído, proteção, não inflamabilidade, resistência a ácidos e óleos, anti vibração, anti humidade e antibacteriano. Estas propriedades, proporcionam maior conforto e segurança aos futuros utilizadores dos automóveis produzidos pelos seus clientes. Mediante a sua

aplicação no final, os produtos podem ser fornecidos de três formas distintas: no formato de rolo, em diversos formatos agregados ao adesivo ou separadamente, com e sem adesivo. A Figura 18 ilustra de uma forma mais perceptível as três formas de produto final.



Figura 18- As três formas de produto final

3.4 Principais clientes e fornecedores

A Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd é uma empresa que se dedica maioritariamente à indústria automóvel, logo os seus principais clientes estão relacionados com esta indústria, no entanto também presta os seus serviços a empresas produtores de componentes automóveis. Na Figura 19 pode-se observar os principais clientes e fornecedores da empresa.

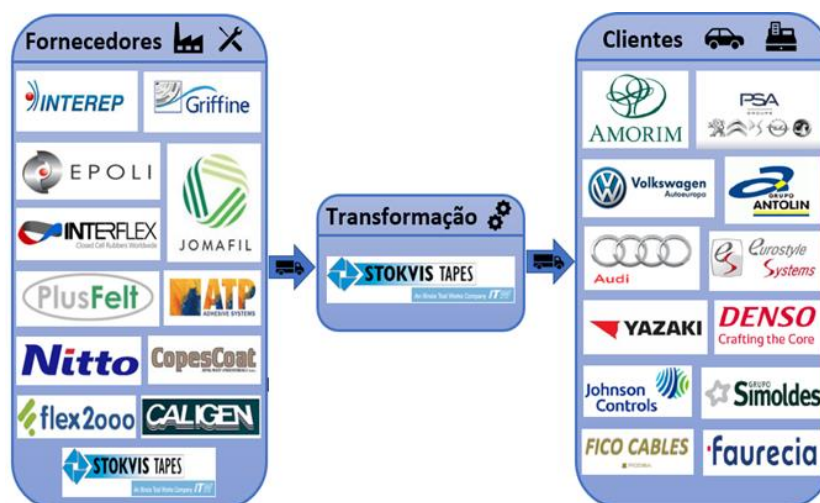


Figura 19- Principais fornecedores e clientes da Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Ltd

3.5 Descrição do sistema produtivo e *layout* geral da fábrica

O sistema produtivo subdivide-se em sete partes, Armazém de receção das matérias-primas; Adesivagem; *Slitting*; Corte total; Corte parcial; Montagem e Expedição. De seguida, apresenta-se o *layout* geral da fábrica com a identificação de cada parte do processo produtivo.

3.5.1 Armazém de recepção de matéria-prima

No momento da sua recepção, as matérias-primas são colocadas na zona de quarentena, tal como se pode observar na Figura 20, onde são inspecionadas pelo departamento de qualidade, de forma a garantir que o material não prossiga para a próxima etapa do processo produtivo com defeito. Caso o material seja reprovado pelo teste de qualidade, é comunicado ao fornecedor quais os materiais que não cumpriram os requisitos e a razão pela qual não foram aceites. Caso estejam conformes, são etiquetados e alocados a uma posição no armazém (Figura 20).



Figura 20- a) armazém de recepção e b) zona de quarentena no armazém de recepção

3.5.2 Adesivagem

O processo de adesivagem, representado de forma esquemática na Figura 21, é primeiro processo pelo qual há a necessidade de incorporar adesivo na matéria-prima que não foi adquirida com o adesivo. O adesivo é sempre adquirido em rolo e o material base pode ser em rolo ou em placa.

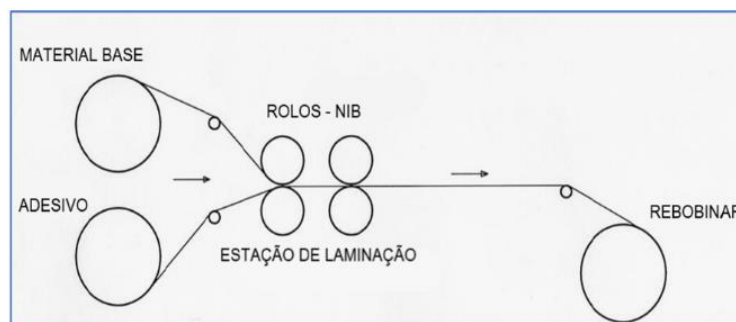


Figura 21- Esquemática do processo de adesivagem

Este processo, é realizado pelas máquinas de adesivar (Figura 22) na qual as duas bobines, a de adesivo e de material, são colocados num suporte, superior e inferior, e conduzidos através de uma estação de laminação com a força e o atrito exercida por dois rolos, unindo e cortando os dois materiais. Estes rolos são também utilizados para conceder uma forma uniforme no material, nomeadamente manter uma espessura constante e evitar o possível surgimento de rugas no

material. Por fim, o material unido é rebobinado, formando uma nova bobine pronta para seguir para a próxima etapa do processo produtivo.



Figura 22- Máquinas de adesivagem

3.5.3 *Slitting*

A operação de *slitting* consiste no corte, com elevada precisão (margem de erro na ordem dos +/- 1 ou 2 mm), de rolos com grandes dimensões em vários rolos com pequenas dimensões. Este processo é necessário devido a limitações de metragem dos materiais que podem ser abastecidos aos processos a jusante e como um método de minimização do desperdício de material no processo seguinte.

Neste processo é utilizado um torno CMC (Figura 23) na qual o material é colocado num fuso que gira a uma certa velocidade que é variável de acordo com as especificações do produto. Seguidamente, uma lâmina corta o material com as características pretendidas. Devido à velocidade e à fricção, é utilizado um jato de vapor de água que arrefece a lâmina e evita que esta estrague o material.



Figura 23- Máquina de corte de torno (CMC)

3.5.4 Corte total

No processo de corte total, rolos ou placas de material base, com ou sem adesivo, são transformados em peças com a forma e dimensões pretendidas pelo cliente. O corte total, também designado por *die cut*, é um processo em que a lâmina atravessa o material base, o adesivo e o papel do adesivo (*liner*).

Este processo, representado de forma esquemática na Figura 24-a, é realizado por prensas, na qual a forma da peça é conferida através de um molde, exemplificado na figura, que é colocado na prensa. Posteriormente, através de um movimento descendente, a prensa com o molde exerce uma força na matéria-prima, cortando-a e formando assim o produto final (Figura 24-b).

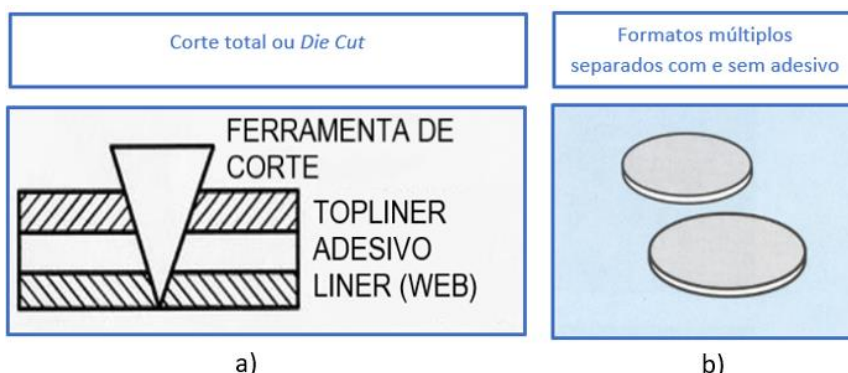


Figura 24- a) Esquemática do processo de corte total e b) Produto final obtido através de corte total

3.5.5 Corte parcial

O corte parcial, ou *kiss cut*, é um processo idêntico ao anterior, *die cut*, na qual a lâmina da ferramenta, colocada na prensa, atravessa o material base e o adesivo, contudo não perfura o papel do adesivo (*liner*), Figura 25-a. Esta secção dedica-se à produção das peças com a forma e dimensões pretendidas pelo cliente representadas na Figura 25-b.



Figura 25- a) Esquemática do processo corte parcial e b) Produto final obtido através de corte parcial

3.5.6 Montagem

Para esta secção, são reencaminhados os produtos que saem da zona de corte e que necessitam de trabalho pormenorizado. Por aumentar o tempo de processamento das máquinas e consequentemente prejudicar as próximas ordens de fabrico que não necessitam deste trabalho mais minucioso são, por conseguinte, enviadas para a montagem. São realizadas operações como a remoção de desperdícios das peças (Figura 26), a colocação de adesivo após o corte, a união, montagem de peças e o embalamento das mesmas de acordo com a especificação do cliente.

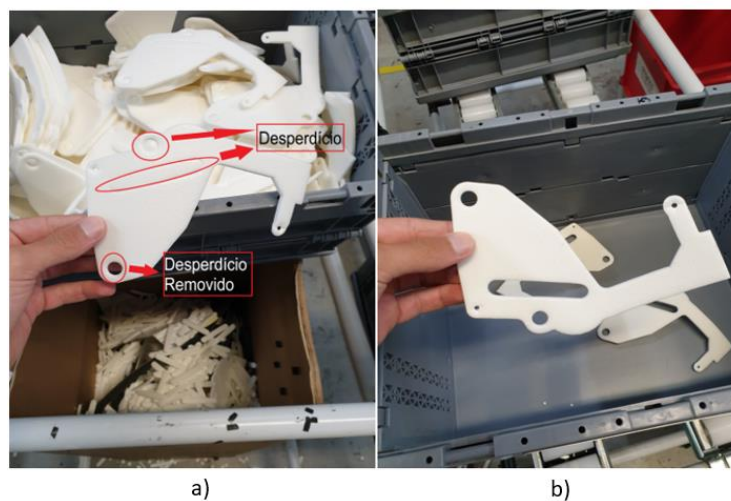


Figura 26- a) Remoção de desperdícios e b) Produto final sem desperdícios

3.5.7 Armazém de expedição

O armazém de expedição, Figura 27, é o local onde são alocadas as caixas de produto acabado vindas da zona de produção. Estas vão sendo expedidas de acordo com a calendarização ou com os pedidos de encomenda do cliente.



Figura 27- Armazém de expedição

3.5.8 *Layout* geral da fábrica

Na Figura 28, encontra-se representado o *layout* geral da fábrica assim como estão delimitadas todas as áreas do processo produtivo, sendo respetivamente, A1 - armazém de receção de matéria-prima; A2 – zona de adesivagem; A3 – zona de corte total; A4 – zona de *slitting*; A5 – zona de corte parcial; A6 – montagem; A7 – armazém de expedição; A8 – zona para depositar sucata. As áreas A4, A5 e A6 formam o Pavilhão 14 e as áreas A2 e A3 formam o Pavilhão 16.

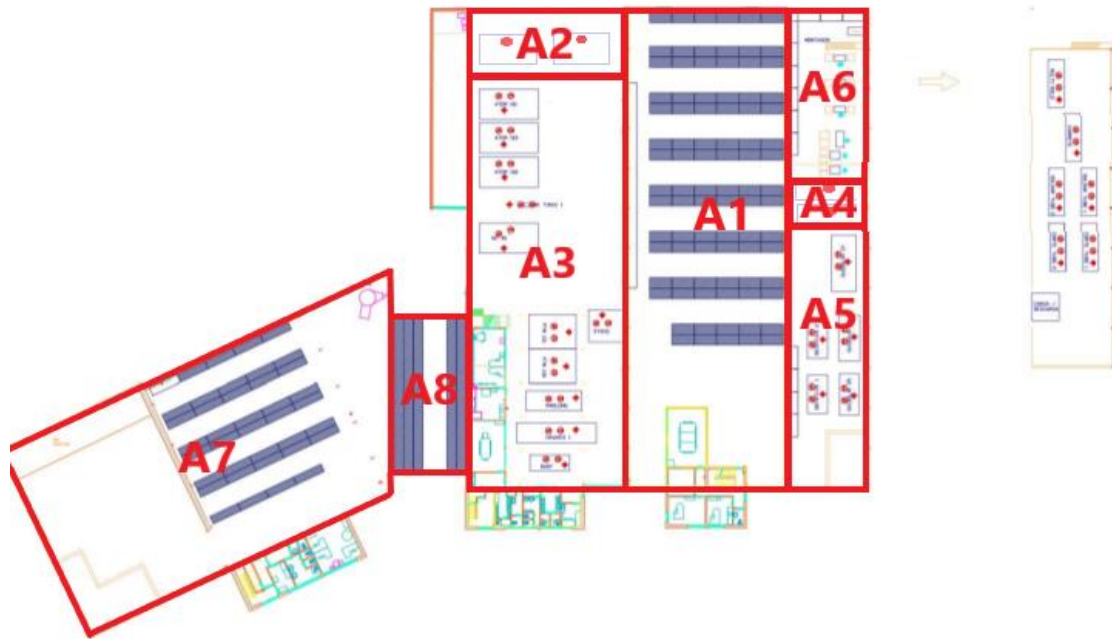


Figura 28- *Layout* geral da fábrica

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO INICIAL

Neste quarto capítulo, descreve-se a situação inicial da empresa referente ao fluxo interno de materiais e de informação. Inicialmente, apresenta-se os meios de transporte utilizados e a sua taxa de utilização. De seguida, elabora-se uma análise das movimentações dos operadores logísticos bem como dos fluxos internos de materiais. No fim do capítulo, apresenta-se uma síntese dos problemas identificados.

4.1 Meios de transporte

Os meios de transporte utilizados são empilhadores elétricos e porta-paletes manuais.

O empilhador elétrico (Figura 29), é um tipo de transporte utilizado nos armazéns de matéria-prima e expedição para carregar e descarregar camiões e alocar a matéria-prima e produto acabado. São também utilizados para abastecer as prensas. Como apenas possibilita o transporte de uma paleta de cada vez, torna o abastecimento moroso e pouco eficiente. Como forma de economizar tempo e viagens, alguns operadores logísticos tentam transportar mais do que uma bobine em simultâneo, tornando o seu transporte bastante instável. Este método de trabalho provoca a queda do material comprometendo os padrões de qualidade e a segurança do operador.



Figura 29- Empilhadores

Todas as movimentações necessárias para o transporte do produto intermédio são realizadas com recurso ao porta-paletes manual (Figura 30). Este meio de transporte é utilizado pelos operadores logísticos e, muito raramente, por outros colaboradores. Como na maioria das vezes este meio de transporte está a ser utilizado e ou não se encontra nas proximidades, é necessário procurar um

porta-paletes disponível, aumentando a distância percorrida pelos colaboradores e o tempo despendido para o transporte.



Figura 30- Porta palete

Para se ter uma noção da taxa de utilização dos meios de transporte, foi realizada uma amostragem do trabalho. A amostragem do trabalho consistiu em fazer um número grande de observações distribuídas aleatoriamente ao longo do tempo. Em cada momento de observação é registado o tipo de atividade que estava a ser desempenhada pelo(s) colaborador(es) em estudo. O tipo de atividade foi, assim, classificado em categorias de atividade pré-determinadas que se pensaram ser relevantes para a situação em estudo. Neste caso, escolheram-se as categorias “ocupado” e “disponível”. No fim, a proporção de observações em cada categoria permitiu tirar conclusões quanto à sua taxa de utilização.

Relativamente ao cálculo da precisão da amostra, os resultados colhidos numa amostragem do trabalho exprimem as proporções que correspondem à frequência de ocorrência de cada atividade. Assumindo que a distribuição dessas ocorrências ao longo do tempo é normal, o desvio-padrão S_p de uma dada situação pode ser estimado em função da proporção p de ocorrência dessa situação e da proporção q , referente às restantes ocorrências. Sabendo que $q = 1 - p$, a equação que traduz esta relação é a seguinte:

$$S_p = \sqrt{\frac{pq}{N}} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} \quad (1)$$

sendo:

S_p = o desvio-padrão dos valores de p obtidos nas N observações;

p = proporção da ocorrência dos acontecimentos de um dado tipo contidos em N observações, expressa na forma decimal;

N = número total de observações.

Assim, para determinar o valor de p com um predefinido nível de confiança α e uma precisão ε , deve usar-se a seguinte expressão geral:

$$\varepsilon = Z S_p \quad (2)$$

obtendo a equação final:

$$N = \left(\frac{Z}{\varepsilon}\right)^2 p(1 - p) \quad (3)$$

Deste modo, $Z = 1,96$ para um nível de confiança $\alpha = 95\%$ e uma precisão $\varepsilon = \pm 5\%$, valor obtido através da consulta duma tabela de distribuição normal *standard*. Para uma percentagem decimal estimada $p = 0.75$ para os empilhadores e porta paletes, obteve-se um número total de observações de 289. Após as observações, concluiu-se que os empilhadores tinham uma taxa de utilização média de 78.8% para o universo de 5 empilhadores (Figura 31), e os porta-paletes, uma taxa de utilização de 71.4% para o universo de 5 porta-paletes (Figura 32).

Apesar destas taxas de utilização médias serem inferiores a 80%, existem alturas do dia em que estes equipamentos são insuficientes e outras alturas em que nenhum, ou quase nenhum, equipamento está a ser utilizado. Conclui-se, assim, que a falta de normalização dos fluxos internos de materiais é o principal fator para este acontecimento.

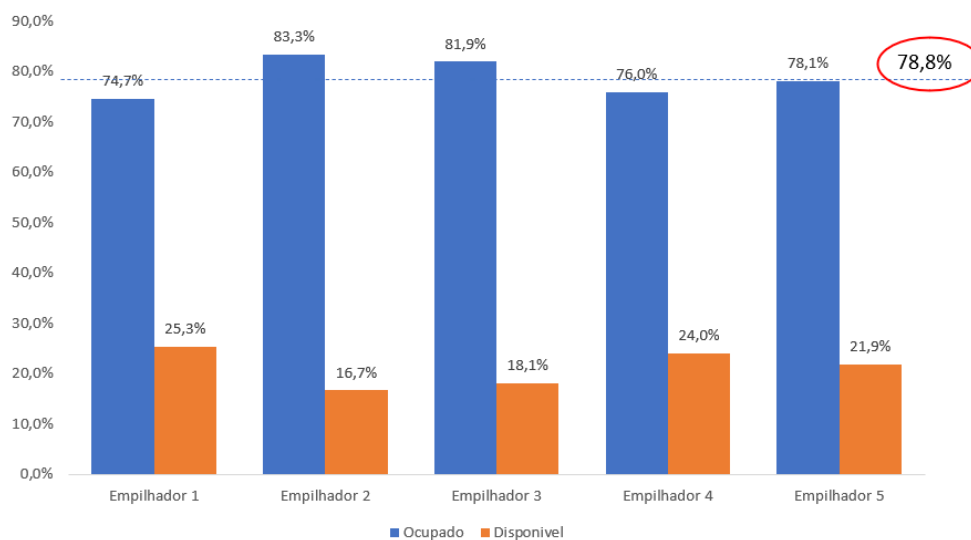


Figura 31- Taxa de utilização dos empilhadores

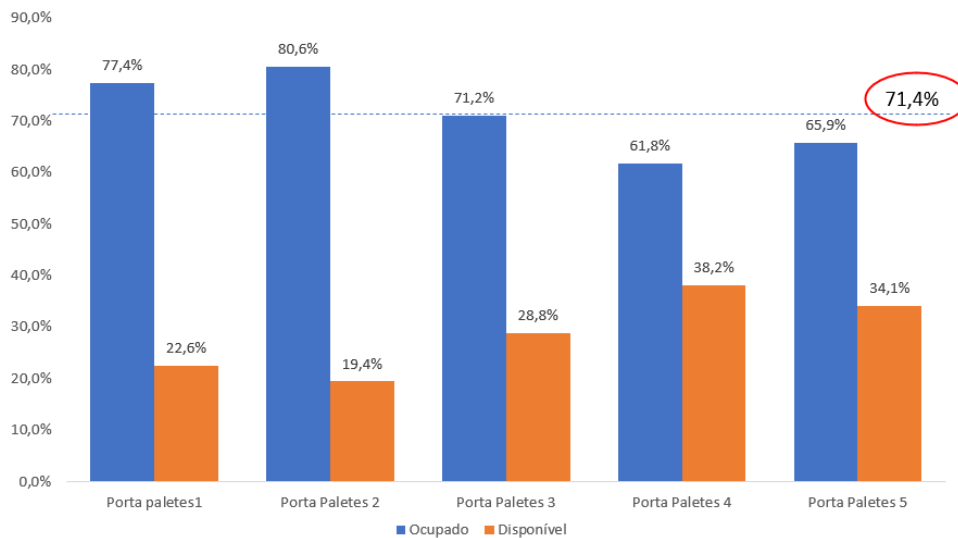


Figura 32- Taxa de utilização dos porta paletes

Estima-se que a probabilidade de não haver um porta paletes disponível será de $0,7137^5 = 0,1852$ (18,52%) e a probabilidade de não haver um empilhador disponível é $0,7880^5 = 0,3038$ (30,38%). Isto significa que o cliente tem de esperar sempre que não há equipamentos de transporte disponíveis, uma vez que a capacidade do sistema está sobrecarregada, constituindo assim um dos desperdícios *Lean*.

4.2 Análise das movimentações dos operadores logísticos

No início deste projeto, procedeu-se a um acompanhamento de todos os operadores logísticos de modo a perceber como executam o seu trabalho. Os operadores logísticos são todos os colaboradores responsáveis por: abastecer as linhas de produção; transportar o produto intermédio; abastecer a produção com ferramentas de corte, caixas de cartão e de todo o material auxiliar; recolher a sucata gerada; recolher o produto final e auxiliar no embalamento.

Na Stokvis Celix Unipessoal, Lda existem dois turnos de trabalho, o primeiro turno das 06:00h às 14:30h e o segundo turno das 14:30h às 23:00h. Apesar de serem dois turnos com igual período de trabalho, o primeiro turno emprega mais colaboradores do que o segundo turno, tendo por essa razão maior volume de trabalho. Atualmente, existem quatro operadores logísticos no turno da manhã (turno 1), três no Pavilhão 16 e um no Pavilhão 14, e apenas dois no turno da tarde (turno 2), um em cada um dos pavilhões referidos.

É facilmente perceptível que não existe qualquer tipo de normalização para as tarefas que executavam. O modo de operação tanto podia ser efetuado pelas necessidades de cada máquina

como pela disponibilidade dos operadores logísticos. No caso de ser por necessidade, os operadores logísticos são chamados pessoalmente ou por telefone. Este caso ocorre quando uma máquina fica sem material ou quando tem uma acumulação de material que já foi processado e está pronto para seguir para a próxima etapa do processo produtivo. No caso de ser por disponibilidade, os operadores logísticos verificam as etiquetas colocadas nos materiais a transportar e qual o seu destino na fábrica ou então, através da observação e experiência própria, na qual já sabem qual o processo seguinte de determinadas referências.

Esta falta de normalização no trabalho leva ao aumento das movimentações realizadas desnecessariamente e conseqüente aumento no tempo de transporte. Desta forma, durante cerca de dois meses, através da observação e acompanhamento dos operadores, foi elaborado um diagrama de *spaghetti* para cada operador logístico (OL) de forma a visualizar todas as deslocações e identificar potenciais desperdícios. Através da densidade de linhas por área, é possível identificar os locais com menor eficiência e por essa razão maior tráfego. No Apêndice 3 é possível consultar todos os diagramas de *spaghetti* realizados individualmente para cada operador logístico e, na Figura 33, o diagrama de *spaghetti* global. Este diagrama foi criado a partir do cruzamento de todos os diagramas individuais, permitindo observar as zonas com maior tráfego e por essa razão as zonas que necessitam de maior intervenção. Foram identificadas três zonas com maior tráfego, sendo a zona número 1 a que tem menor eficiência e assim sucessivamente.

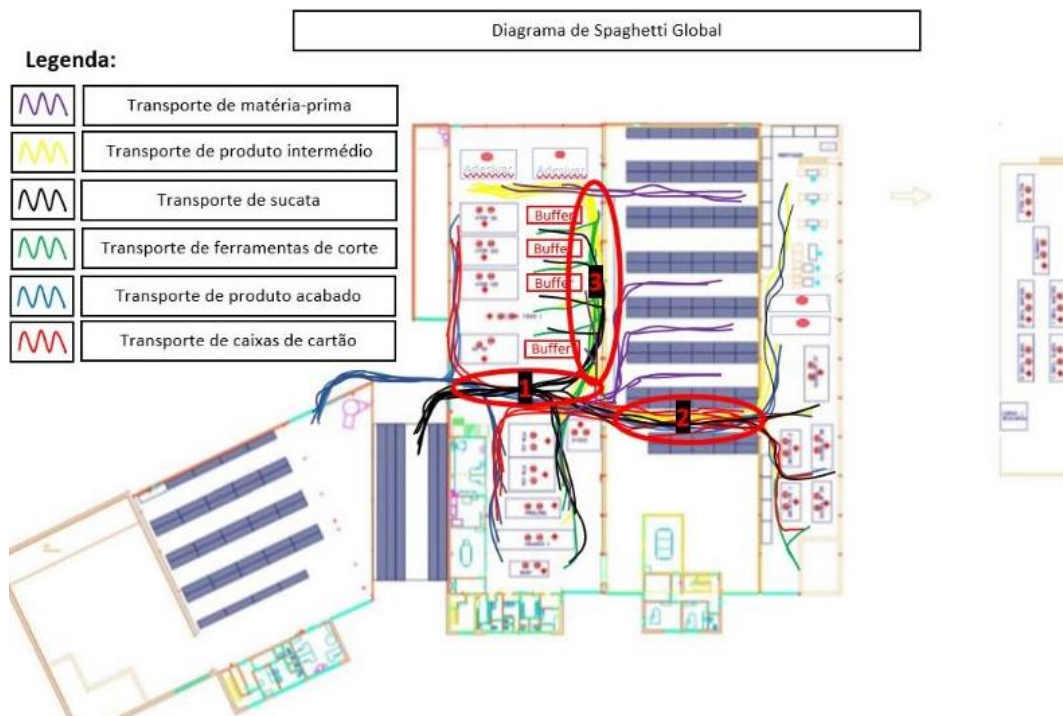


Figura 33- Diagrama de *spaghetti* global com identificação das zonas mais críticas (1, 2 e 3)

Paralelamente, através da amostragem do trabalho e considerados todos os pressupostos da anterior amostragem, foi calculada a percentagem de deslocações que um operador despende no transporte com material, transporte com sucata e em deslocações sem material. Como se pode observar pela Figura 34, são quatro os responsáveis por estas atividades no turno da manhã (turno 1) e dois os responsáveis no turno da tarde (turno 2). Através da análise realizada, verifica-se que mais de metade das movimentações destes operadores são deslocações sem material. Embora o mau aproveitamento da mão de obra seja evidente, os seis operadores são considerados fundamentais para o funcionamento do fluxo logístico. Isto pode ser explicado pela desorganização que se verifica no chão de fábrica e pela não normalização das atividades, resultando num aumento do WIP, do *lead time* dos produtos, das movimentações efetuadas e das esperas.

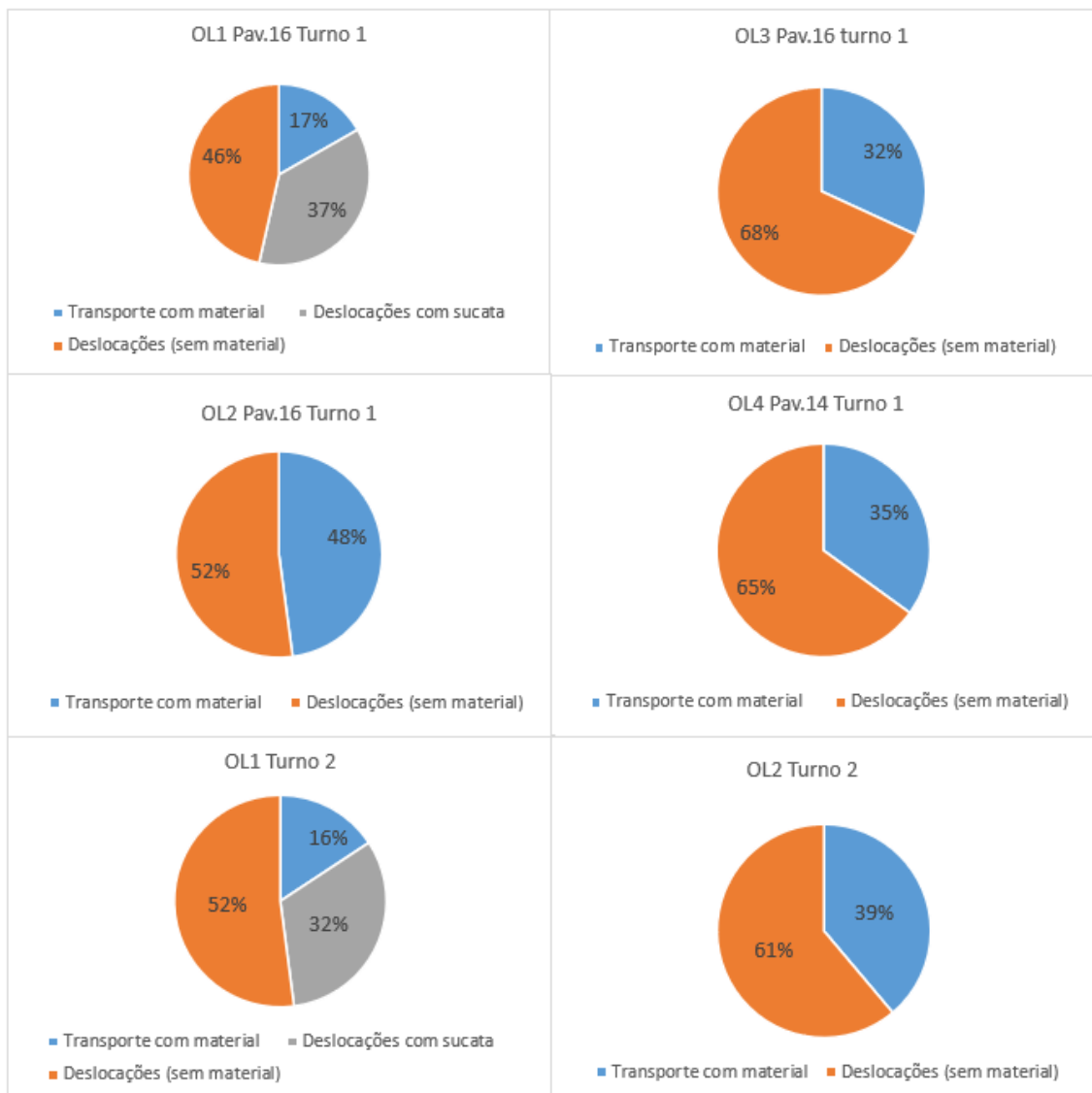


Figura 34- Resultados da amostragem de trabalho de todos os OL

Nos dias em foi efetuada esta análise, analisou-se também a distância percorrida por cada operador logístico por dia de trabalho (Figura 35), tendo-se observado que há operadores logísticos que percorrem distâncias significativamente maiores do que outros, devido fundamentalmente às diferentes atividades que desempenham. As elevadas distâncias que percorreram por dia, nunca menos de 13,5 km e nunca mais de 17,5 km, explicam também a baixa eficiência destes operadores, obrigando-os a fazer maior esforço físico para desempenhar as suas funções.

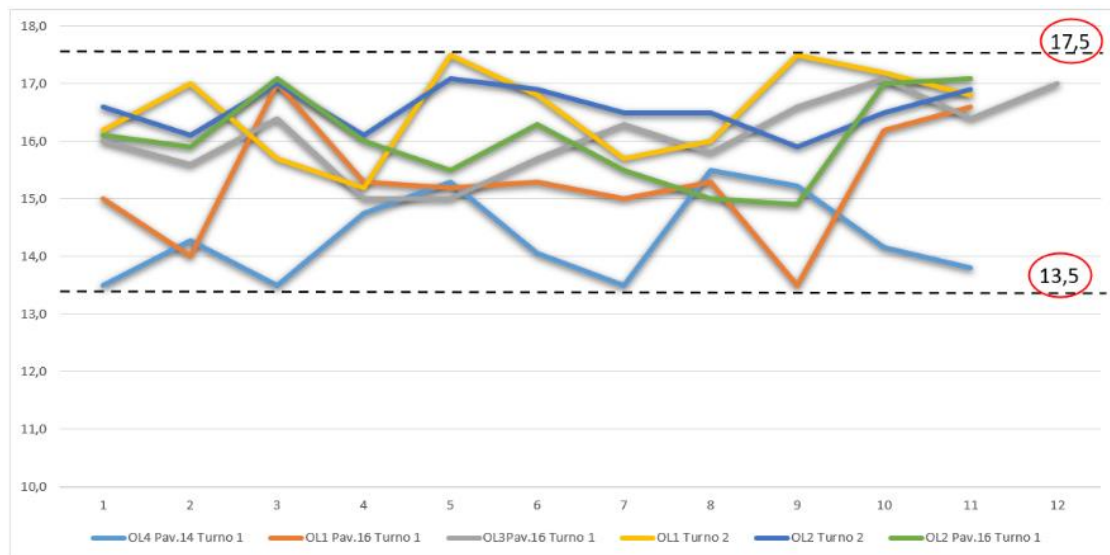


Figura 35- Distâncias percorridas por cada OL por dia de avaliação

4.3 Análise dos fluxos internos de materiais

Para entender melhor a situação atual de todos os fluxos internos de materiais, realizou-se sessões de *brainstorming* com todos os operadores logísticos. Nesta ação, foram identificados todos os fluxos de materiais no chão de fábrica, e, posteriormente, para melhor compreensão do problema, foi elaborado um BPMN (Apêndice 4) com todos os processos produtivos. Apesar de existir mais de mil referências, foi possível identificar seis *clusters* de acordo com os fluxos internos. O fluxo de materiais diverge em função do tipo de componentes e destino de produção, iniciando sempre no armazém de receção de MP e finalizando sempre no armazém de expedição. No esquema da Figura 36, pode-se observar os diferentes *clusters* e os diferentes destinos no processo produtivo. No esquema estão também assinaladas as zonas por onde se deslocam os materiais. (Com a ajuda do *layout* representado na Figura 28, tem-se uma maior perceção das deslocações realizadas).

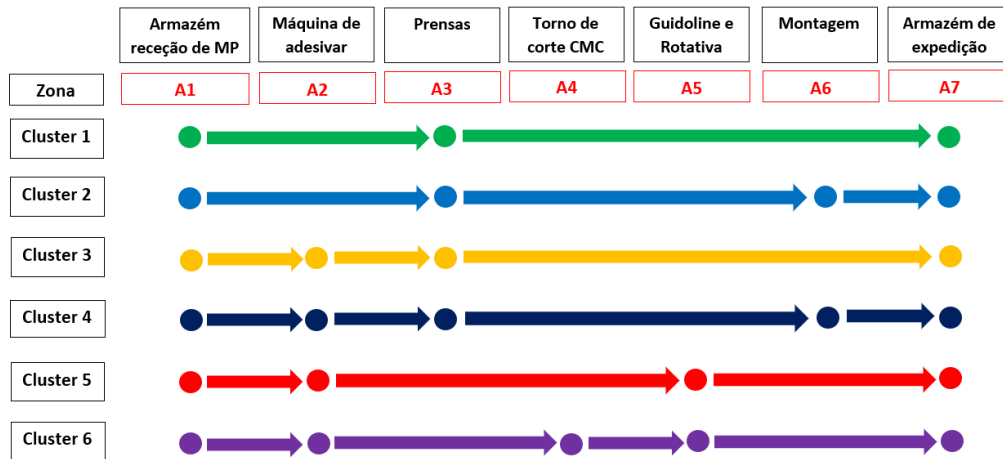


Figura 36- Esquematisação dos fluxos internos de materiais

Adicionalmente, tem de se considerar o transporte de ferramentas de corte localizadas na zona A4 para as prensas; de caixas em cartão, localizadas na zona A1, que servem para embalar o produto final de qualquer máquina e da sucata gerada aquando do processamento dos materiais, proveniente das diversas zonas, para a zona de sucata (A8).

4.3.1 Receção de matéria-prima

Na receção de matéria-prima, operam dois turnos de trabalho, compostos por dois operadores no total. O primeiro das 06:00h às 14:30h e o segundo das 14:30h às 23:00h.

Após a descarga do material, este é lançado num *software* desenvolvido internamente, designado por *ELogistics*, onde se dá a entrada de material, confirma-se a quantidade encomendada, confere-se os parâmetros de qualidade, entre outras interações. De seguida, os parâmetros são inseridos num outro *software* de gestão, designado por PHC CS, e são geradas as etiquetas identificadoras de cada material (Figura 37). Cada MP tem uma etiqueta com as seguintes informações:

1. Referência da MP: MU00197 – 15X20;
2. Identificação da MP com numerário e código de barras, sendo lido com a pistola;
3. Número do lote: 59059;
4. Especificações da MP;
5. Data de receção da MP;
6. Identificação do fornecedor.

Após a sua etiquetagem, a MP é alocada nos *racks* de acordo com a localização indicada pelo PHC.



Figura 37- Etiqueta de identificação da MP

4.3.2 Máquinas de adesivar

O abastecimento das máquinas de adesivar é efetuado pelo operador logístico, OL1 Pav.16 turno 1, e inicia-se quando o operador de máquina (OM) efetua um pedido de material. Aquando do *picking*, o OL tem de procurar por um empilhador disponível, uma vez que, na maioria das vezes, o material encontra-se alocado nas estantes superiores. Finalizada esta atividade, o OL transporta a MP até ao local onde foi requisitado o material, deixando-o junto à máquina.

Tanto a recolha da sucata gerada, como a recolha de produto intermédio, é realizada pelo mesmo OL. Dependendo, do produto transformado nas máquinas de adesivagem, este pode ter diferentes destinos no processo produtivo (*Cluster 3,4,5 e 6*). Na Figura 38, encontra-se representado o mapeamento das atividades anteriormente referidas. A verde encontra-se representado o abastecimento de MP, a vermelho parte da rota dos *clusters 5 e 6* (do ponto A2 até ao ponto A3 ou A5), a amarelo pode-se observar parte da rota dos *clusters 3 e 4* (do ponto A2 até ao ponto A4) e a preto o transporte da sucata gerada por todas as máquinas do pavilhão 16 (A4 + A2).

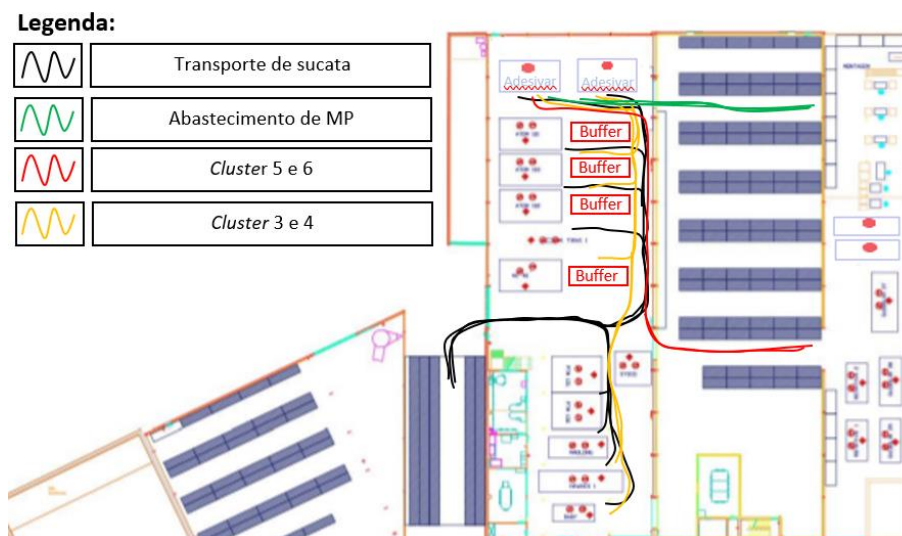


Figura 38- Mapeamento do abastecimento de MP, transporte de sucata e dos clusters 3,4,5 e 6

No fim da adesivagem, é colocada uma etiqueta no produto intermédio (Figura 39) com as seguintes informações:

1. Próxima operação no processo produtivo: ATOM 103;
2. Identificação do material com número e código de barras;
3. Número do lote: 230990;
4. Referência do material: FAZ – 002020262504;
5. Quantidade: 205 m²;
6. MP utilizada no processo anterior:
 - 6.1.1. Espuma técnica (MU00109 – 10X05);
 - 6.1.2. Adesivo (MA50110 – 10XXX).



Figura 39- Etiqueta de identificação do produto intermédio

4.3.3 Prensas

As prensas encontram-se alinhadas e paralelas umas às outras, existindo um *buffer* para matéria-prima na parte frontal da máquina, e um *buffer* para o produto já cortado na parte posterior da máquina, como se pode observar na Figura 40.



Figura 40- a) buffer para o PA e b) buffer para a MP

Abastecimento às prensas

O material a ser transformado neste processo provém da secção de adesivagem, caso seja material que foi necessário adesivar, ou provém diretamente do armazém de MP, caso seja material que não necessite de ser processado antes de ser alimentado na secção de corte total.

Pelo facto de provir de dois locais distintos, o abastecimento das prensas é realizado por um OL e por um operador do armazém de MP. Por não existir um procedimento normalizado, existem diferenças na forma como procedem ao abastecimento de material a estas máquinas (Tabela 2).

Tabela 2- Características dos diferentes abastecimento das prensas

Quem abastece?	Operador Logístico	Operador do Armazém de MP
Local do <i>picking</i>	Máquina de Adesivagem	Armazém de MP
Meio de transporte	Porta-paletes	Empilhador
Nº de bobines transportadas por viagem	1	1 ou 2
Abastecimento	O operador coloca a bobine deitada ou de pé, em frente à prensa.	O operador coloca as bobines empilhadas, tal como vieram durante o transporte, em frente à prensa, dificultando o trabalho dos OM aquando da troca de bobine. Caso traga apenas uma bobine, o operador coloca a bobine próxima da prensa, na vertical.
Distância percorrida por ciclo de abastecimento (m)	Distância Mínima: 16m Distância Máxima: 98m	Distância Mínima: 33m Distância Máxima: 110m

Comparando os colaboradores do turno da manhã com os colaboradores do turno da tarde, que desempenham as mesmas funções, é possível observar, através do gráfico presente na Figura 41, que o tempo gasto em cada uma das atividades varia de acordo com o operador logístico, uma vez que cada colaborador abastece da forma que considera a mais adequada.

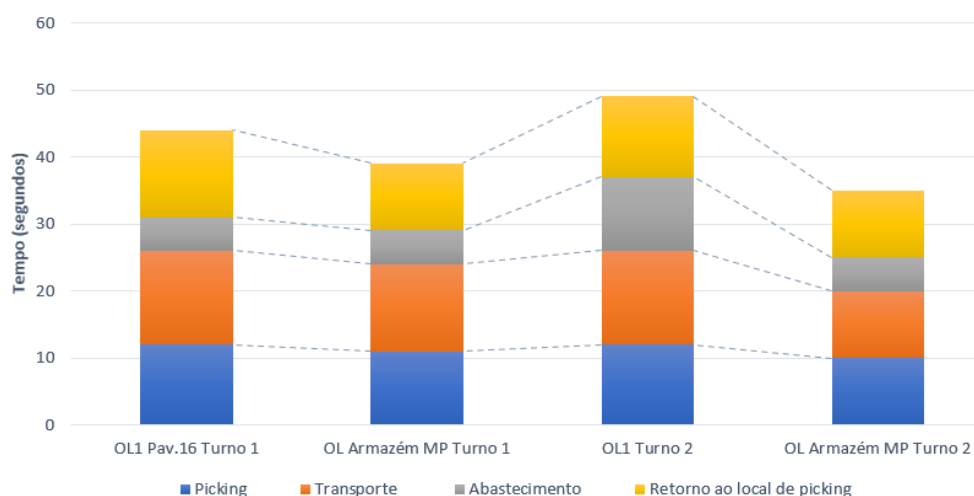


Figura 41- Tempos dos ciclos de abastecimento por operador

Nesta análise, considerou-se quatro variáveis:

- Tempo de *picking*: Tempo gasto apenas na atividade de *picking*,
- Tempo de transporte: Tempo despendido durante o transporte desde o local de *picking* até ao local de abastecimento das prensas;
- Tempo de abastecimento: Tempo gasto em colocar o material no *buffer*,
- Tempo de retorno ao local de *picking*: Tempo despendido no caminho de retorno.

Considerou-se o tempo de ciclo de abastecimento, como o somatório dos tempos despendidos nas quatro atividades anteriores.

Através da análise dos resultados do gráfico anterior, é possível verificar que o tempo de ciclo é menor no OL Armazém MP Turno 1 e no OL Armazém de MP Turno 2 do que no OL1 Pav.16 Turno 1 e no OL1 Turno 2. Pressupõem-se que se deve essencialmente ao facto dos OL Armazém MP Turno 1 e OL Armazém de MP Turno 2 utilizarem o empilhador como transporte, enquanto que os OL1 Pav.16 Turno 1 e OL1 Turno 2 utilizam o porta paletes.

É também facilmente perceptível que o tempo de abastecimento do OL1 Turno 2 é significativamente maior do que dos restantes. Isto deve-se ao facto de o apoio logístico do turno da tarde colocar as bobines no *buffer* das prensas na horizontal (deitadas) de forma que a troca de bobine por parte dos operadores de máquina seja mais rápida e fácil. Os restantes operadores não abastecem de forma correta, sendo mais rápida esta atividade, dificultando a troca de bobine pelos operadores de máquina (Figura 42).



Figura 42- Desorganização no *buffer* das prensas

Adicionalmente, através do gráfico da Figura 43, pode-se observar o número de ciclos de abastecimento por referência. Foram analisadas, aleatoriamente, quatro referências provenientes das máquinas de adesivagem (FAZ-002020328403; FAZ-002020328802; FAZ-002020262302; FAZ-002020797200) e quatro referências provenientes do armazém de MP (DES-011020151404;

DES-011020468702; FBO-002020705201; TRE-002020797700).

O OL1 Pav.16 Turno 1 e o OL1 Turno 2 são os responsáveis pelo abastecimento de material às prensas proveniente das máquinas de adesivagem. Pela interpretação do gráfico, os dois colaboradores realizam, na grande maioria das vezes, o mesmo número de ciclos de abastecimento para as mesmas referências, uma vez que tem hábitos de trabalho idênticos. Contudo, no caso do OL Armazém MP Turno 1 e do OL Armazém de MP Turno 2, os responsáveis pelo abastecimento de material às prensas provenientes do armazém de MP, tal não se verifica. O OL Armazém MP Turno 1 realiza, na maioria das vezes, metade do número de ciclos de abastecimento do que o OL Armazém de MP Turno 2 para as mesmas referências. Isto acontece, não porque haja uma menor requisição de material no turno da manhã, mas sim porque realiza o transporte com o dobro das bobines que o operador correspondente do turno da tarde, diminuindo assim o número de viagens. Este procedimento efetuado pelo OL Armazém MP Turno 1 origina quedas de material aquando do seu transporte, danificando o material e causando possíveis acidentes de trabalho.

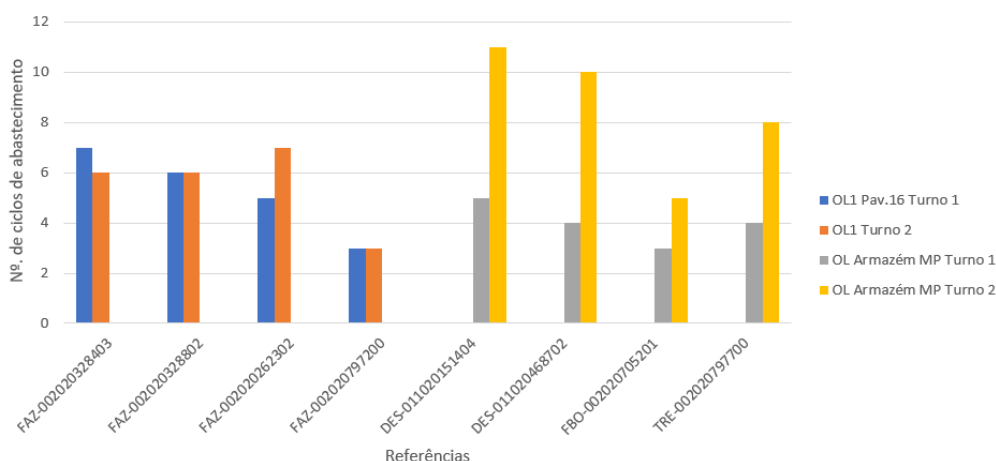


Figura 43- Número de ciclos de abastecimento entre OL

A inexistência de uma rota fixa e de um tempo de ciclo normalizado para o processo de abastecimento, faz com que os OL efetuem o abastecimento da forma que lhes é mais conveniente e do tempo disponível, originando, em certos períodos do dia, uma sobrecarga destas tarefas e, noutros períodos, a falta delas.

Como o fluxo de informação entre a produção e a logística interna é quase nulo, frequentemente os OL abastecem o *buffer* das prensas com mais material do que o necessário, acabando por ter de transportar, novamente, o material excedente para o armazém de MP. Isto provoca um sobreprocessamento das atividades de abastecimento, esperas e um aumento das distâncias

percorridas pelos trabalhadores. O que, regularmente, acaba por acontecer, é que o material em excesso acaba por ficar no *buffer*, comprometendo a organização do mesmo.

Recolha de Produto Acabado

Após a transformação, caso o material seja um produto intermédio, a embalagem é etiquetada (idêntica à etiqueta da Figura 39) e segue para a secção de montagem (*clusters* 2 e 4). Caso o material seja produto acabado, segue para o armazém de expedição. A etiqueta colocada na embalagem do produto acabado pode ser observada na Figura 44.



Figura 44- Etiqueta de identificação do PA

O OL2 Pav.16 Turno 1, designado internamente por pivô, auxilia as prensas e é responsável por desempenhar as funções de embalagem, transporte de PA para o armazém de expedição e o transporte de PI para a montagem. Como a secção de montagem (A6) fica bastante distante das prensas, o pivô deixa o material no corredor do armazém de MP e, posteriormente, o OL4 Pav.14 Turno1 efetua o transporte do restante trajeto. Frequentemente, esse material permanece no local mencionado durante várias horas, impedindo a circulação dos empilhadores e aumentando a desorganização no chão de fábrica (Figura 45).

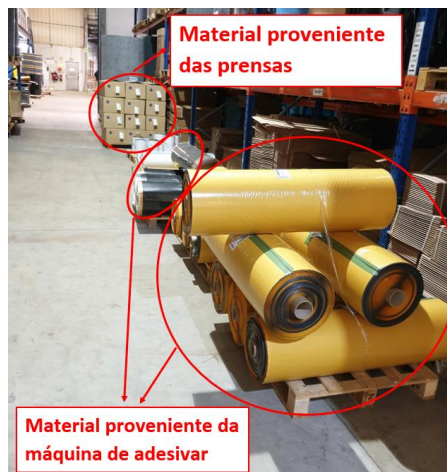


Figura 45- Obstrução do corredor de passagem com produto intermédio

Na Figura 46, pode observar-se o mapeamento dos fluxos das atividades anteriormente referidas. A azul está representada parte da rota dos *clusters* 1 e 3 (do ponto A4 até ao ponto A7) e a amarelo parte da rota dos *clusters* 2 e 4 (do ponto A4 até ao ponto A6). Na viagem de retorno, o pivô pode transportar caixas de cartão necessárias para o embalamento nas prensas.

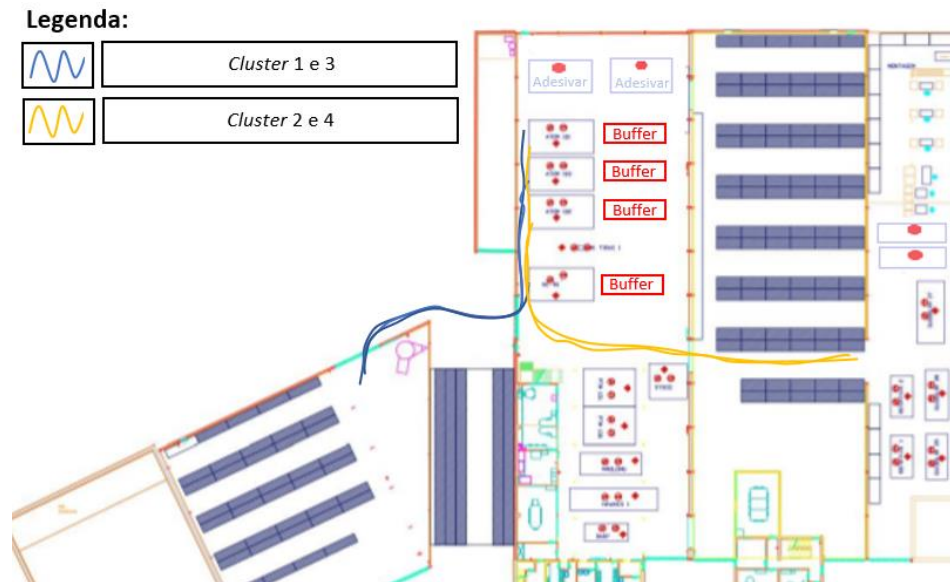


Figura 46- Mapeamento dos *clusters* 1, 2, 3 e 4

As prensas, compostas pelas máquinas PTM, HAWKES e Tiras Baby, também têm um apoio logístico (OL3 Pav.16 Turno 1) que desempenha as funções de embalagem, transporte do produto acabado para o armazém de expedição e o transporte de produto intermédio para a montagem. Como o tempo de processamento destas máquinas é bastante superior ao das prensas anteriormente mencionadas, não é necessário que o OL3 seja responsável apenas por estas tarefas. De forma a otimizar o seu trabalho, o OL3 é também responsável por abastecer com caixas de cartão todas as prensas, incluindo as prensas ATOM, CYSCO e HNC 40, e fornecer as ferramentas de corte de acordo com a ordem de fabrico (OF).

Todas estas movimentações de materiais podem ser observadas na Figura 47. A azul está representada parte da rota dos *clusters* 1 e 3 (do ponto A4 até ao ponto A7) e a amarelo parte da rota dos *clusters* 2 e 4 (do ponto A4 até ao ponto A6). A vermelho o transporte de caixas de cartão e a verde o fornecimento das ferramentas de corte.

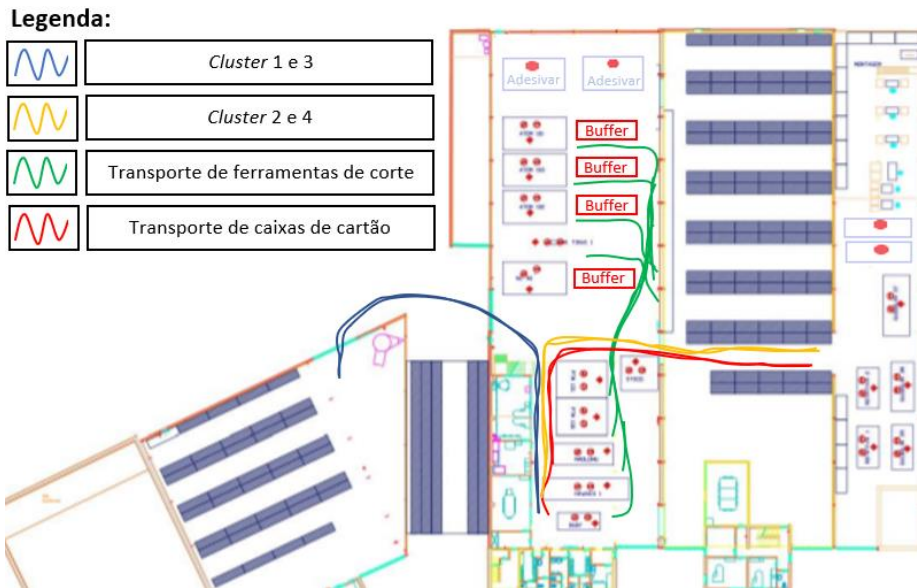


Figura 47- Mapeamento do transporte de caixas de cartão, ferramentas de corte e dos clusters 1,2,3 e 4

Análise ergonómica na troca de bobine às prensas

Quando uma bobine é consumida na sua totalidade, é necessário repor uma nova bobine no suporte para que a produção prossiga. Primeiramente, com a execução de dois colaboradores (um de cada lado do suporte), retiram o cilindro metálico e colocam-no no chão. De seguida, procuram a MP no *buffer* e arrastam-na até próximo do suporte. Depois, introduzem o cilindro metálico no centro da bobine e elevam-na até ao suporte, constituindo assim um grave problema ergonómico para os colaboradores.

Na Tabela 3, é possível identificar todas as operações anteriormente descritas, a sua duração e se constitui ou não risco ergonómico para os colaboradores.

Tabela 3- Operações necessárias na troca de uma bobine

Nº Operação	Operação	Duração (segundos)	Constitui Risco Ergonómico?
1	Retirar cilindro metálico do suporte	5	Não
2	Procurar nova MP no <i>buffer</i>	50	Não
3	Arrastar nova MP até ao suporte	25	Não
4	Colocar o cilindro metálico no centro da bobine	10	Não
5	Elevar o cilindro metálico com a bobine e colocar no suporte	5	Sim

Deste modo, para dimensionar e avaliar os potenciais riscos nesta tarefa de elevação de carga, recorreu-se à equação NIOSH'91 (Costa e Arezes, 2003). Esta equação baseia-se na definição de

uma localização *standard* de elevação e de um peso máximo recomendado para elevação numa localização *standard* em condições ótimas. Este peso máximo recomendado designa-se por constante de carga (CC) que é depois ajustado pela aplicação de vários multiplicadores em função dos desvios que cada tarefa apresenta em relação às condições ótimas. À constante de carga são aplicados diversos multiplicadores de valor geralmente inferior à unidade, cujo produto constitui o peso-limite recomendado (PLR). Estes multiplicadores utilizados no cálculo analítico do PLR são obtidos a partir das variáveis da tarefa que são as seguintes:

- A distância horizontal (H) entre as mãos e a vertical passando pelos tornozelos no início da elevação;
- A altura a que é iniciada a elevação (V);
- A distância vertical (D) percorrida desde o ponto em que iniciou a elevação em relação ao plano sagital;
- A assimetria (A) do movimento de elevação em relação ao plano sagital;
- O tipo de pegadas (P) existentes para a apreensão dos objetos a elevar;
- A frequência média das elevações;
- A duração do período com tarefas de elevação (T).

Para o cálculo do peso limite recomendado e dos multiplicadores utilizam-se as fórmulas seguintes:

- Peso limite recomendado: $PLR = CC * MH * MV * MD * MA * MP * MF$ (kg);
- Constante de carga: $CC = 23$ kg;
- Multiplicador horizontal: $MH = 25/H$;
- Multiplicador vertical: $MV = 1 - (0,003) * |V - 75|$;
- Multiplicador de distância: $MD = 0,82 + (4,5/D)$;
- Multiplicador de assimetria: $MA = 1 - (0,0032 * A)$;
- Multiplicador de pega: $MP =$ depende da qualidade da pega (Anexo 1);
- Multiplicador de frequência: $MF =$ depende da frequência das elevações (Anexo 2).

Como as condições de execução da tarefa entre o início e o fim da elevação são diferentes (Figura 48), é necessário que se calcule o PLR para ambas situações, adotando no final o valor que assegure maior proteção ao trabalhador.



Figura 48- Diferenças nas condições de execução da tarefa entre o início e o fim da elevação da bobine

A Tabela 4, apresenta de forma organizada, os valores retirados das fotos da figura anterior.

Tabela 4- Valores dos multiplicadores de origem e destino

H_0	H_1	V_0	V_1	A_0	A_1	P	F
Origem	Destino	Origem	Destino	Origem	Destino	Boa	< 0.2
35 cm	40 cm	30 cm	90 cm	0°	0°	1	0.85
		$D_0 = 90 - 30 = 60 \text{ cm}$					

Através da aplicação da fórmula $PLR = CC * MH * MV * MD * MA * MP * MF$, calculou-se o Peso Limite Recomendado, tal como se pode observar na Tabela 5.

Tabela 5- Cálculo do PLR de origem e do PLR de destino

Origem							
	CC	MH	MV	MD	MA	MP	MF
Fórmula	K	25/H	$1 - (0,003) * V-75 $	$0,82 + (4,5/D)$	$1 - (0,0032 * A)$	Tabela x	Tabela x
Resultado	23	0,714	0,865	0,895	1	1	0,85
PLR	10,81						
Destino							
	k	25/H	$1 - (0,003) * V-75 $	$0,82 + (4,5/D)$	$1 - (0,0032 * A)$	Tabela x	Tabela x
Resultado	23	0,625	0,955	0,895	1	1	0,85
PLR	10,44						

Neste caso, o valor que assegura maior proteção ao trabalhador é 10,44 kg. Sendo dois trabalhadores a fazer a elevação da carga, o valor do PLR é 20,88 kg.

Em grande parte das situações práticas, o peso real dos objetos é superior ao PLR, sem que seja possível reduzir o peso nem utilizar dispositivos mecânicos auxiliares. Nessas circunstâncias, que, em qualquer caso, devem sempre ser consideradas excepcionais, é necessário estabelecer um limite superior absoluto que assegure um mínimo de proteção ao trabalhador. Para isso foi definido o índice de elevação, LI, com a seguinte expressão:

$LI = L / PLR$, onde L é o peso do objeto a levantar e LI deve ser sempre inferior a 3.

Assim, sendo $PLR = 20.88 \text{ kg}$ e $LI < 3$, nunca se deverá elevar uma carga com peso superior a $62,64 \text{ kg}$, mesmo que apenas se realize uma única vez por dia. Sabendo que, o cilindro metálico tem um peso de 15 kg e que o peso das bobinas varia entre 20 kg e 60 kg , verifica-se uma variação total de peso entre 35 kg e 75 kg . Através destes valores, pode concluir-se que, em qualquer elevação de carga, o peso total é superior ao PLR , constituindo assim sérios riscos de lesão para os colaboradores que desempenham esta função. Adicionalmente, e como já foi mencionado anteriormente, através de condições excecionais, o índice de elevação deve ser sempre inferior a 3 , resultando num peso máxima de $62,64 \text{ kg}$. Desta forma, todas as manipulações de carga que sejam superiores a $62,64 \text{ kg}$, não deveriam ser realizadas, pois não asseguram qualquer proteção para o trabalhador.

4.3.4 Máquina de corte de torno (CMC)

A máquina de corte de torno (CMC) efetua a operação de *slitting* que consiste no corte, com elevada precisão, de rolos com grandes dimensões em vários rolos com pequenas dimensões. Esta máquina é necessária no processo produtivo, uma vez que as máquinas de adesivagem, apesar de terem uma estação de laminação, não têm tanta precisão no corte provocando inúmeros desperdícios devido ao incumprimento das normas de qualidade exigidas pelo cliente.

Devido à falta de espaço nas proximidades, o material proveniente das máquinas de adesivagem é armazenado no *buffer* de MP debaixo do *rack* do outro lado do corredor de passagem (Figura 49-a). Após a transformação dos rolos com maiores dimensões em rolos mais pequenos, estes são armazenados junto da máquina de corte de torno ou debaixo do *rack*, consoante o espaço disponível (Figura 49-b).

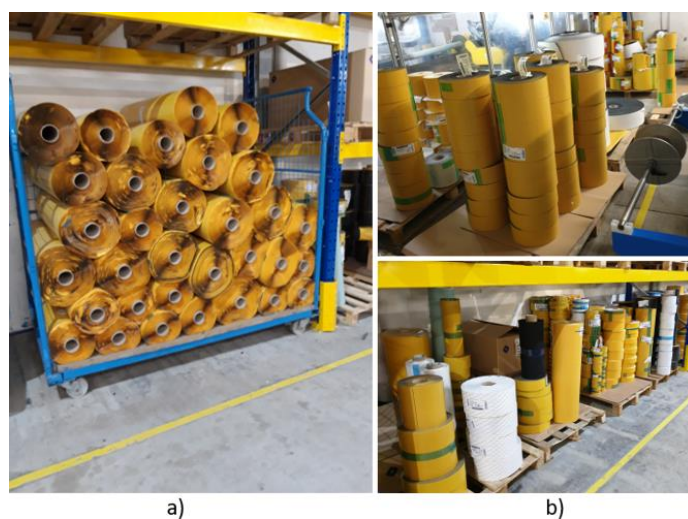


Figura 49- a) *buffer* de MP e b) *buffer* de produto intermédio da máquina CMC

Pelo facto de se praticar um sistema *push*, nesta parte do processo produtivo, o material é empurrado para o processo produtivo seguinte (máquinas *kiss cut*) mesmo que este não conste na OF desse dia. Adicionalmente, como o tempo de processamento da máquina de corte de torno é muito inferior ao tempo de processamento das máquinas *kiss cut*, provoca um aumento significativo do WIP, culminando em sérias dificuldades de armazenagem dos produtos intermédios e num aumento do *lead time* dos produtos. Como nenhuma destas atividades está normalizada e não há um espaço específico para alocar os produtos intermédios, frequentemente diferentes referências são misturadas, dificultando a atividade do operador logístico e o tempo despendido no *picking*.

Abastecimento e alocação do produto intermédio da máquina de corte de torno (CMC)

Como já foi mencionado anteriormente, todo o material que é transformado na máquina de corte de torno provém das máquinas de adesivagem (*cluster 6*). Pelo facto destas duas máquinas se localizarem em postos completamente opostos no chão de fábrica, o transporte do produto intermédio é efetuado por dois colaboradores logísticos. Metade do trajeto é efetuado pelo operador logístico que recolhe o produto intermédio da máquina de adesivagem (OL1 Pav.16 Turno 1) e coloca-o no corredor do armazém de MP. Seguidamente, o operador logístico do pavilhão 14 (OL4 Pav.14 Turno 1) transporta-o na parte restante do trajeto, consoante a sua disponibilidade, até ao *buffer* de MP da máquina de corte de torno (Figura 49).

Após a transformação, o operador de máquina coloca uma etiqueta identificadora do produto intermédio e aloca o produto num espaço disponível (junto da máquina ou debaixo do *rack* (Figura 49) até este ser requisitado pelo processo a jusante. Na Figura 50, pode-se observar parte do mapeamento do *cluster 6* efetuado pelo OL1 Pav.16 Turno 1, representado pela cor preta, e parte do *cluster 6* efetuado pelo OL4 Pav.14 Turno 1, representado pela cor azul.

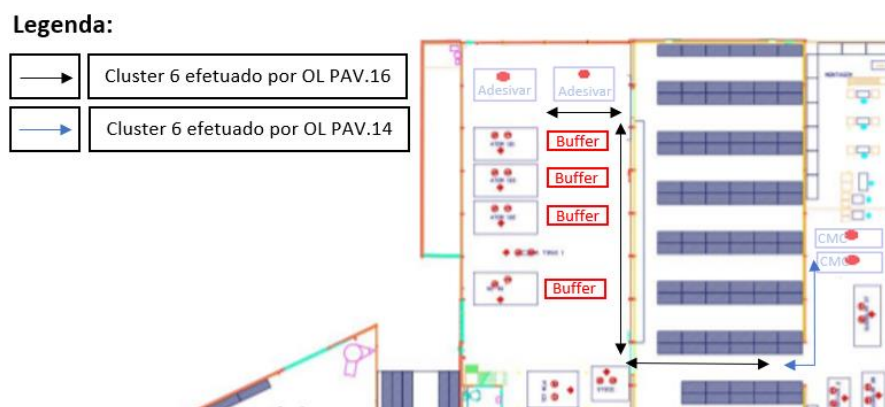


Figura 50- Mapeamento do *cluster 6* realizado por dois operadores logísticos

4.3.5 Máquinas Kiss Cut

As máquinas *kiss cut* (Rotativa 2, Guidolin 35, Guidolin 36 e Guidolin 37) estão localizadas no Pavilhão 14, na zona A5 (Figura 28) e paralelas umas às outras (Figura 51).

Como se pode observar pela Figura 51, não existe qualquer sinalização no chão de fábrica das limitações de cada posto de trabalho nem um local de interface entre a logística interna e a produção para o abastecimento de materiais às máquinas e recolha do produto acabado. Deste modo, o operador responsável pelas atividades logísticas desta zona, coloca a paleta com MP consoante o espaço disponível provocando uma enorme desorganização nesta área. Pelo facto desta zona de produção não se encontrar entre dois corredores, um para abastecimento de MP e outro para recolha do PA, é frequentemente necessário o operador logístico ter de retirar uma paleta de MP ou PA de uma máquina para conseguir abastecer ou retirar o produto das máquinas que se encontram mais distantes. Ainda, na Figura 51-b é possível identificar a obstrução de passagem, obrigando o operador logístico a realizar o procedimento anteriormente referido. A desorganização que se verifica neste espaço de trabalho provoca um aumento do esforço físico do operador logístico e do número de movimentações para realizar as atividades de transporte, provocando, conseqüentemente, um aumento do *lead time* destes produtos.

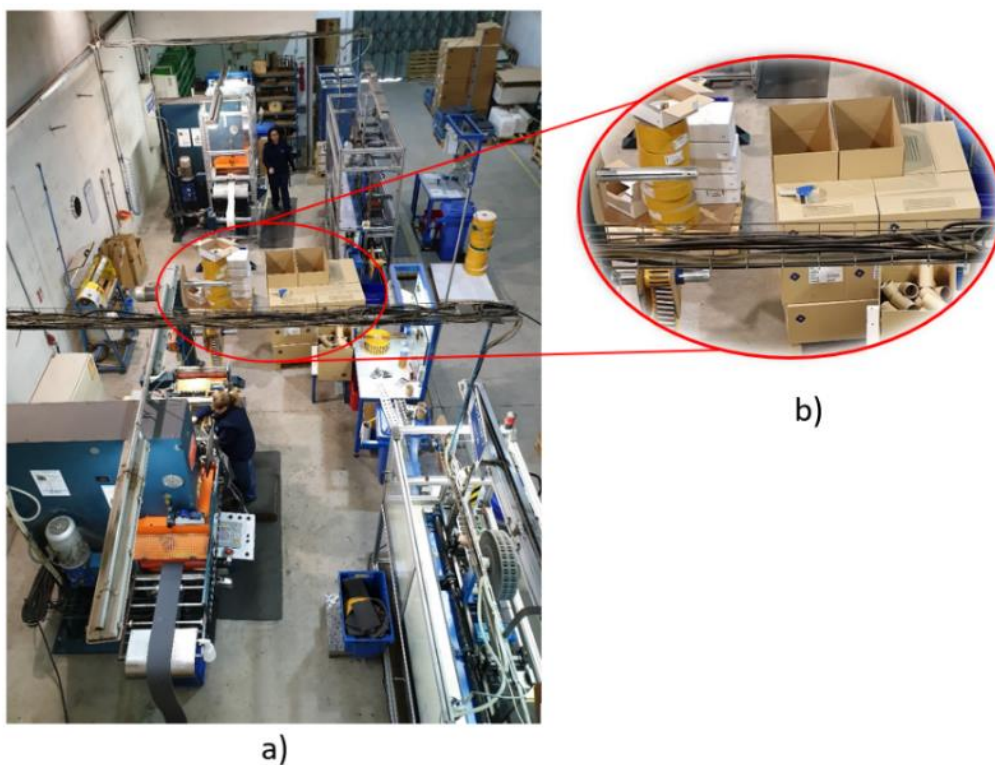


Figura 51- a) Disposição da máquina *kiss cut* e b) obstrução de passagem nas máquinas *kiss cut*

Abastecimento e recolha do produto acabado às máquinas *kiss cut*

O material a ser transformado nesta etapa do processo produtivo provém de dois locais: diretamente da máquina de adesivagem (*cluster* 5) ou da máquina de corte de torno (CMC) (*cluster* 6) (Figura 52), sendo o abastecimento realizado inteiramente pelo OL4 Pav.14 Turno 1.

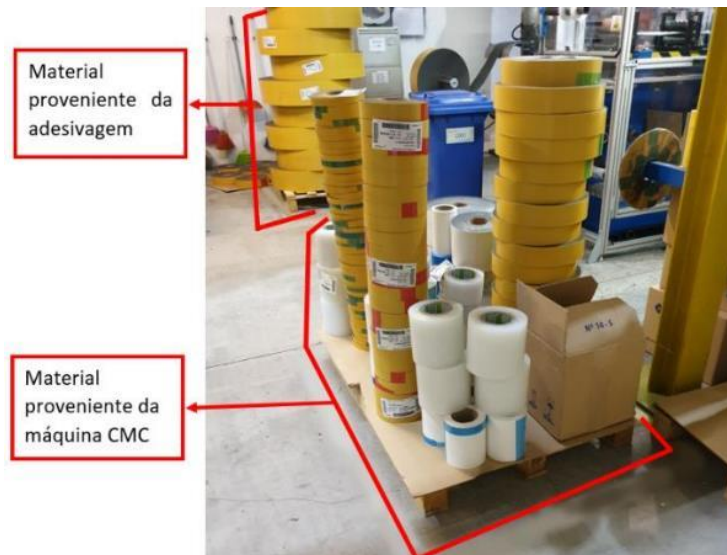


Figura 52- Produto intermédio proveniente da adesivagem e da máquina CMC

Pelo facto do fluxo de informação entre a produção e a logística interna, mais uma vez não funcionar, o operador logístico abastece as máquinas *kiss cut* com mais material do que o necessário, e frequentemente com referências que nem constam na OF. Isto deve-se ao facto da paleta conter não só a referência requisitada, mas também outras referências que sobraram de outras OF. Se a OF finalizar e ainda existir MP junto das máquinas *kiss cut*, esta é novamente transportada pelo operador logístico até ao local de armazenamento de restos, localizado debaixo do *rack* no lado oposto do corredor das máquinas *kiss cut* (Figura 53).



Figura 53- Local de armazenamento de restos das máquinas *kiss cut*

Este método de trabalho, provoca inúmeros desperdícios, tais como: sobre processamento das atividades, sucessivas movimentações e esperas. Ocasionalmente, e devido à instabilidade da forma como é transportado o produto intermédio entre a máquina CMC e as máquinas *kiss cut*, pode ocorrer queda do material e possível dano.

Após a transformação, o operador de máquina coloca o produto acabado dentro da caixa de cartão e quando preenchida na sua totalidade, o OL finaliza o embalamento e coloca uma etiqueta identificadora do PA. Quando a palete estiver completamente preenchida, o OL transporta o produto acabado até ao armazém de expedição. É também encarregue de transportar a sucata gerada até ao caixote do lixo, fornecer todas as caixas de cartão necessários para o embalamento e entregar a ferramenta de corte adequada à referência em produção.

Na Figura 54, pode-se observar o mapeamento de todas as atividades anteriormente referidas. A roxo está representada parte da rota do *cluster 6* e a amarelo parte da rota do *cluster 5*. A vermelho o transporte de caixas de cartão, a verde o fornecimento das ferramentas de corte e, por fim, a preto, as deslocações com sucata.

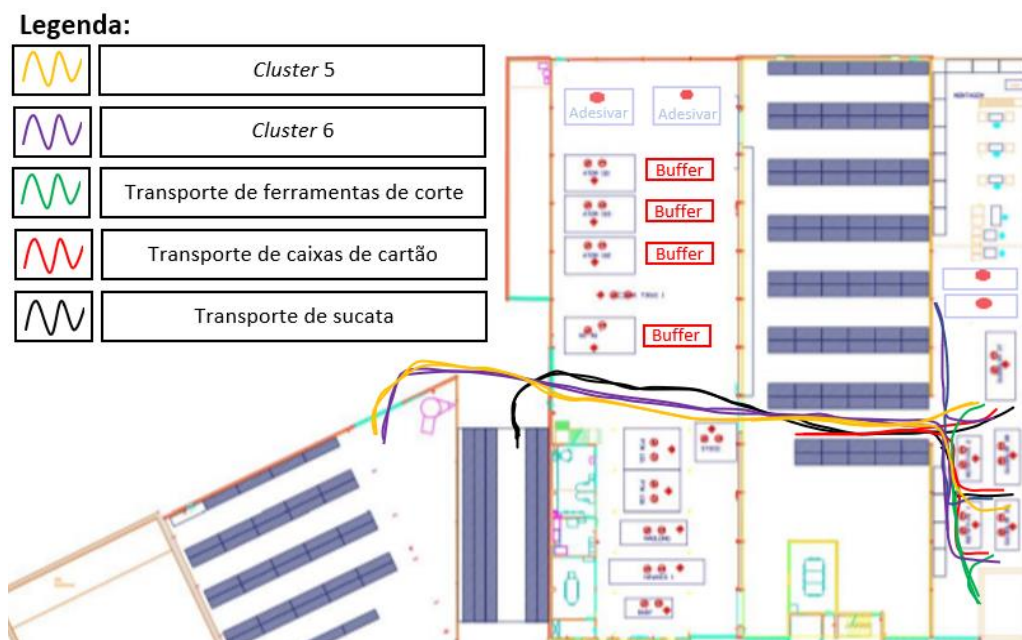


Figura 54- Mapeamento do transporte de ferramentas de corte, caixas de cartão, sucata e dos clusters 5 e 6

Amostragem de trabalho das máquinas *kiss cut*

Como mencionado anteriormente, o OL4 Pav.14 Turno 1 é responsável pelo embalamento do material, corte de canudos e a colocação da etiqueta de produto final nas caixas de cartão, de modo a proporcionar aos operadores de máquina a concentração total no trabalho de valor

acrescentado. Devido à falta de normalização das atividades pelas quais o OL é responsável, frequentemente a eficiência dos operadores destas máquinas é afetada.

De modo a obter a veracidade dos factos, realizou-se uma amostragem de trabalho. Tal como anteriormente, esta amostragem do trabalho consistiu em fazer um grande número de observações distribuídas aleatoriamente ao longo do tempo, na qual para cada momento de observação é registado o tipo de atividade que estava a ser desempenhada pelo(s) trabalhador(es) em estudo. O tipo de atividade foi classificado em categorias de atividade pré-determinadas que se pensaram ser relevantes para a situação em estudo. Neste caso escolheram-se as categorias “Em produção” e “Em pausa”. Sempre que se registava uma observação na categoria “Em Pausa”, era especificado o motivo. Foram diagnosticados 10 diferentes motivos que foram agrupados em duas classes “A” e “B”, como se pode observar na Tabela 6.

Tabela 6- Especificação dos motivos de paragem das máquinas *kiss cut*

Classe	Nº	Motivo	Designação
A	1	Embalar PA	Paragens devido à realização de atividades que estavam ao encargo do OL4 Pav.14 Turno 1
	2	Fazer caixas	
	3	Colocar etiquetas	
	4	Cortar canudos	
	5	Retirar a sucata gerada	
B	1	Repor MP na máquina	Paragens relacionadas unicamente com o trabalho do operador de máquina
	2	Trocar de OF	
	3	Problemas com o material	
	4	Iniciar novo rolo	
	5	Outros	
	6	Sair do posto de trabalho	
	7	Problemas com Ferramenta de Corte	
	8	Qualidade	
	9	Limpar posto de trabalho	
	10	Colocar líquido	

No fim, a proporção de observações em cada categoria permitiu tirar conclusões quanto à percentagem de tempo que as máquinas estavam “Em Pausa” e “Em produção”. Foi também possível perceber a percentagem de tempo que o operador de máquina despendia a realizar tarefas que estavam ao encargo do OL4 Pav.14 Turno 1.

Conforme as amostragens de trabalho anteriormente realizadas, os resultados colhidos na amostragem do trabalho exprimem as proporções que correspondem à frequência de ocorrência de cada atividade. Utilizando a fórmula 3 (secção 4.1), obteve-se um número total de observações de 369, sendo $Z = 1,96$ para um nível de confiança $\alpha = 95\%$ e uma precisão $\varepsilon = \pm 5\%$, valor obtido através da consulta da tabela da distribuição normal *standard*. Foi também considerado uma percentagem decimal estimada, $p = 0.60$. Nos gráficos da Figura 55, é possível observar os resultados desta amostragem de trabalho.

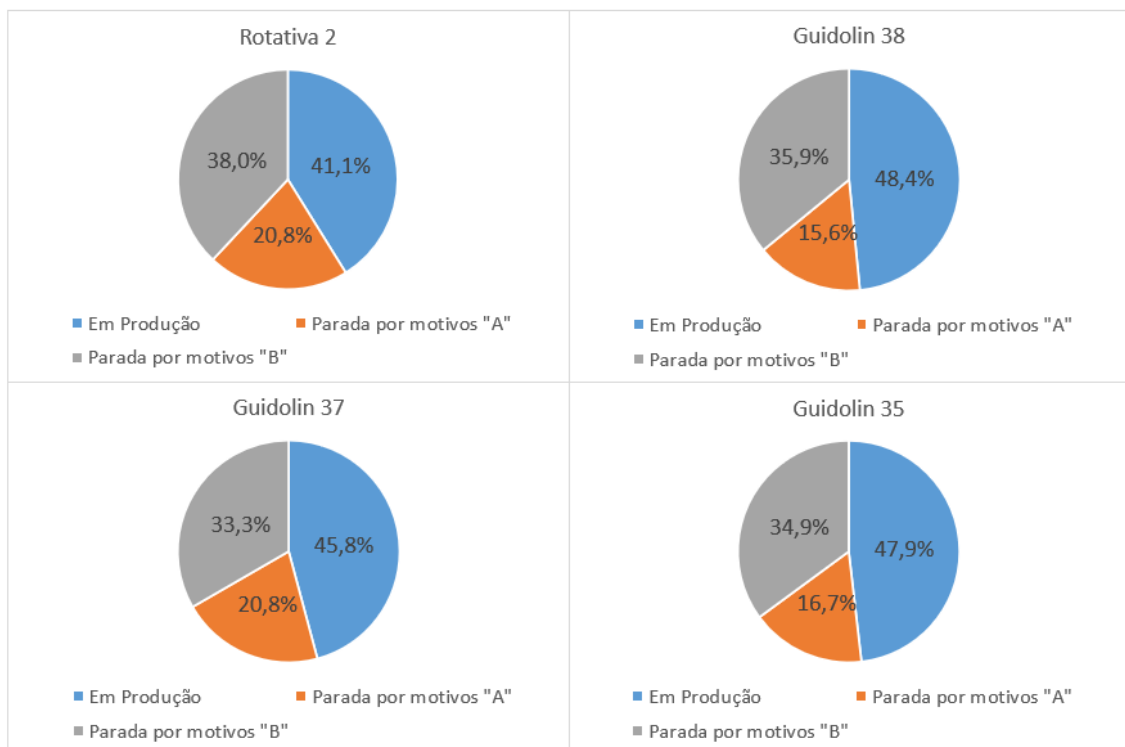


Figura 55- Resultados da amostragem de trabalho das máquinas *kiss cut*

Através da análise dos gráficos presentes na figura anterior, pode concluir-se que todas as máquinas *kiss cut* apenas se encontram a produzir, aproximadamente, metade do tempo total disponível. Contudo apenas a percentagem de tempo responsável por paragens por algum motivo da classe "A" é que tem relevância para o estudo do presente projeto. Adicionalmente, pode-se observar que o número de paragens efetuadas pelos operadores de máquina devido à realização de tarefas do OL, constitui uma percentagem significativa do tempo total de trabalho, sendo 20.8% na Rotativa 2 e Guidolin 37, 15.6% na Guidolin 38 e 16.7% na Guidolin 35. Pressupõe-se que, o facto das máquinas Rotativa 2 e Guidolin 37, apresentarem valores percentuais superiores, pode ser explicado pelo simples facto destas se encontrarem mais distantes do corredor de passagem, exigindo ao OL um maior esforço para a realização das atividades classificadas como "A".

4.3.6 Montagem

Para a montagem, são reencaminhados os produtos que saem das prensas e que necessitam de trabalho pormenorizado. Nesta secção existe um local de interface entre a produção e a logística interna, localizado à frente de cada posto de trabalho, constituído por duas áreas, uma para abastecimento de material e outra para recolha do produto acabado. Estas áreas estão delimitadas no chão de fábrica, faltando apenas a identificação de cada uma delas (Figura 56). Tanto o abastecimento, como a recolha do PA e da sucata gerada, são atividades realizadas pelo OL4 Pav.14 Turno 1.



Figura 56- Zona de interface entre a montagem e a logística interna

4.4 Síntese dos problemas identificados

Após a descrição e análise da situação inicial, elaborou-se a Tabela 7, que sintetiza os problemas encontrados, as consequências desses problemas e os desperdícios inerentes. De modo a identificar as causas da ineficiência do sistema logístico interno, realizou-se um diagrama de Ishikawa (Figura 57), na qual as causas foram agrupadas em quatro principais categorias: Mão de obra (*Man*), Máquinas (*Machine*), Métodos (*Methods*), e Meio Ambiente (*Environment*). Esta ferramenta permitiu encontrar, organizar, classificar e exibir graficamente as causas, que facilitaram o *brainstorming* de ideias para a resolução dos problemas.

Tabela 7- Síntese dos problemas identificados

N.º	Problemas	Consequências	Desperdícios (TIMWOODS)
1	Transporte inadequado de MP, PI e PA	<ul style="list-style-type: none"> - Esperas devido à indisponibilidade de equipamentos - Elevado tempo de transporte - Instabilidades das cargas provocando possíveis danos na MP e PI - Reduzido número de unidades transportadas simultaneamente 	<ul style="list-style-type: none"> - Esperas - Transporte - Defeitos
2	Excesso de movimentações e elevadas distâncias percorridas pelos OL	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa eficiência dos OL - Elevado esforço físico - Manuseamento excessivo dos materiais 	<ul style="list-style-type: none"> - Movimentações - Transporte - Sobreprocessamento
3	Desorganização no <i>buffer</i> de MP das prensas	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de demasiada MP no <i>buffer</i> - Perda de tempo à procura da MP correta 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventário - Movimentações - Esperas - Sobreprocessamento
4	Desorganização no <i>buffer</i> de PA das prensas	<ul style="list-style-type: none"> - Excesso de movimentações pelo OL 	<ul style="list-style-type: none"> - Movimentações
5	Abastecimento às prensas não normalizado	<ul style="list-style-type: none"> - Perdas de produtividade porque o processo não foi estudado nem melhorado - Ciclos de abastecimento variáveis (cada colaborador faz à sua maneira) 	<ul style="list-style-type: none"> - Movimentações - Transporte - Sobreprocessamento.
6	Risco ergonómico na troca de bobine às prensas	<ul style="list-style-type: none"> - Lesões ergonómicas que levam a baixas médicas - Danos irreversíveis na saúde dos trabalhadores - Insatisfação dos colaboradores com as condições de trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> - Mau aproveitamento do potencial intelectual e das habilidades dos colaboradores
7	Inexistente fluxo de informação em todo o processo produtivo	<ul style="list-style-type: none"> - Perdas de tempo em identificar o que é necessário fazer, onde fazer e quando fazer - Desorganização do chão de fábrica 	<ul style="list-style-type: none"> - Esperas - Sobre processamento - Movimentações
8	Elevado produto intermédio	<ul style="list-style-type: none"> - Desorganização no armazenamento de PI - Armazenamento de PI nos corredores de passagem - Perdas de tempo na identificação de PI - Elevado <i>lead time</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventário - Esperas - Sobreprocessamento - Sobreprodução - Movimentações
9	Paragens nos PT das máquinas <i>kiss cut</i> para execução de tarefas competentes ao OL	<ul style="list-style-type: none"> - Perdas de produtividade com a realização de atividades sem valor acrescentado 	<ul style="list-style-type: none"> - Esperas - Movimentações

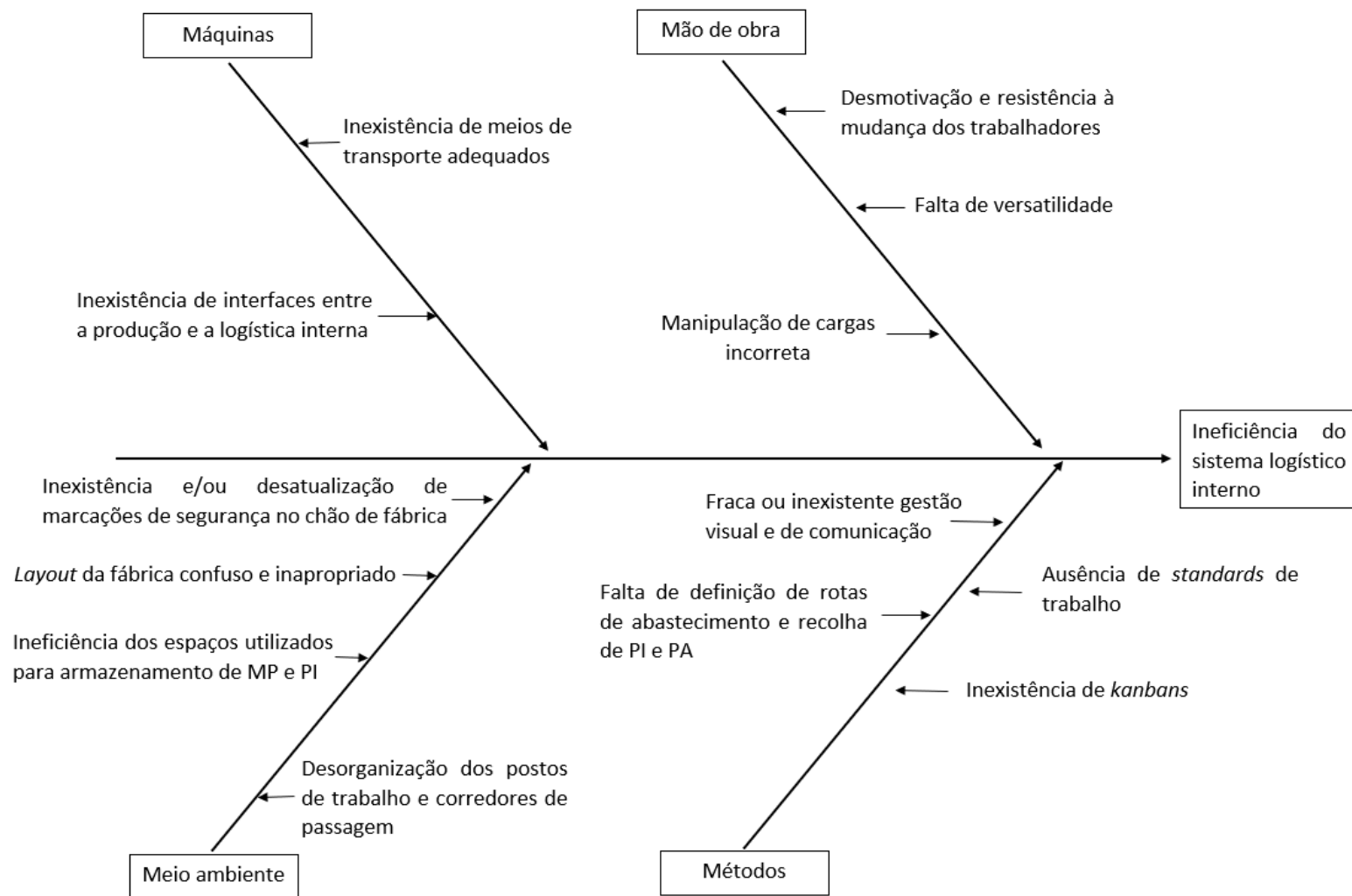


Figura 57- Diagrama de *Ishikawa* da ineficiência do sistema logístico em estudo

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Ao longo deste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria com o objetivo de solucionar os problemas identificados. No final, apresenta-se uma síntese das propostas de melhoria para os problemas identificados anteriormente, sendo o plano de ações elaborado de acordo com a metodologia 5W2H (*What, Why, Where, When, Who, How and How much*). No Apêndice 5 encontra-se uma tabela que resume todas as propostas de implementação a seguir descritas, de acordo com a metodologia mencionada.

5.1 Ações de melhoria no Pavilhão 14

Definição e delimitação de zonas diferenciadas para as máquinas *kiss cut*

De forma a solucionar os problemas identificados no espaço de trabalho das máquinas *kiss cut*, elaborou-se uma proposta de melhoria, sem qualquer deslocalização de máquinas, apenas através da definição e delimitação de zonas de MP, PA e AVA. Como se pode observar pela proposta de melhoria apresentada no Apêndice 7, foram definidos, para cada máquina, zonas de abastecimento de MP, e zonas para a recolha de PA e AVA. Foram também definidos três corredores de passagem para que o operador logístico possa realizar as suas funções eficientemente.

A zona de MP foi definida situando-a o mais próximo possível do local da máquina onde a MP é consumida e tem a área necessária para acondicionar um carrinho de MP. A zona de PA foi definida situando-a o mais próximo possível do local da máquina onde sai o produto transformado e tem a área necessária para acondicionar um carrinho de PA.

Após a aprovação da proposta pelo Departamento de Engenharia, e com o recurso a ferramentas *Lean*, nomeadamente gestão visual e 5S, foram iniciadas as modificações no chão de fábrica. Para a marcação e delimitação dos espaços, foi utilizada uma fita adesiva PVC de cor amarela caracterizada por ser resistente ao movimento de empilhadores e facilmente lavável. Cada espaço, foi também identificado através da colocação de uma etiqueta identificadora do mesmo, como se pode observar na Figura 58.



Figura 58- Exemplo da identificação e marcação dos espaços no chão de fábrica

Dimensionamento do carrinho de MP

De forma a substituir o transporte de materiais com porta paletes e eliminar o problema n.º1, identificado na Tabela 7, foi projetado um carrinho de MP para transportar todo o material que provém da máquina CMC e tem como destino as máquinas *kiss cut*. Este carrinho de MP está equipado com três prateleiras planas iguais. As prateleiras são ajustáveis e podem ser facilmente levantadas ou baixadas se for necessário, contudo já foram planeadas para acomodar os mais diversos tamanhos e formatos dos materiais para que não tenham de sofrer tais alterações. Cada prateleira contém na sua extremidade um porta etiquetas necessário para alocar a etiqueta identificadora do material que existe na prateleira. Este carrinho foi também projetado para que, no futuro, seja possível acoplar uma barra de reboque de engate para transporte através de um sistema de comboio logístico (*mizusumash*). Na Figura 59, pode-se observar o esboço do carrinho de MP, e na Figura 86 (Apêndice 6) a lista de materiais necessários para a construção do carrinho e o orçamento para uma unidade apresentado ao Departamento de Engenharia.

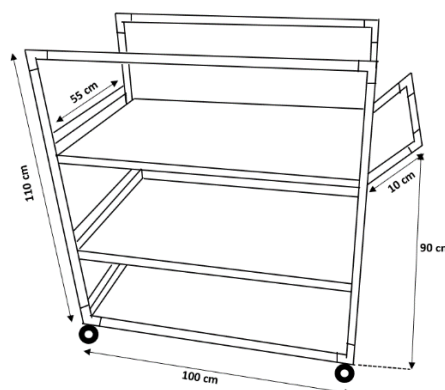


Figura 59- Esboço do carrinho de MP

Com recurso à antropometria, calculou-se as dimensões ideais do carrinho MP, de modo a satisfazer a população em questão. As dimensões antropométricas humanas são Gaussianas, ou

seja, são representadas por uma distribuição normal, sendo os limites antropométricos definidos utilizando-se o conceito estatístico de percentil. Um percentil indica a percentagem de pessoas (de uma dada população) que têm uma dimensão do corpo igual a, ou menor que, um determinado valor. Pode-se assim dizer que a média é igual ao 50º percentil. De um modo geral, k% das medições são menores que o percentil de ordem k (kº percentil).

Para definir o correto *design* do carrinho de MP, realizaram-se os cinco passos seguintes:

1. Identificou-se todas as dimensões que são relevantes para o *design*;
2. Definiu-se antecipadamente qual a população utilizadora;
3. Selecionou-se a proporção (percentagem) dessa população que se desejava satisfazer com o projeto;
4. Obteve-se os dados antropométricos, através da tabela presente no Anexo 3;
5. Determinou-se o vestuário e o equipamento que eventualmente serão usados, e procedeu-se aos ajustes (incrementos e ou correções) necessários.

O carrinho de MP foi projetado para indivíduos com características extremas, de forma a garantir que a grande maioria da população fique abrangida pelo *design*. Deste modo, a pega do carrinho de MP deverá ficar num intervalo de altura entre o punho e o cotovelo (na Figura 101, pode ser consultado as principais dimensões antropométricas estáticas). A altura máxima corresponderá à altura do cotovelo do percentil 5 do sexo feminino, e a altura mínima deverá corresponder à altura do punho do percentil 95 do sexo masculino. Consultando a tabela dos dados antropométricos, presente na Figura 100, obteve-se:

- Altura máxima: 5º percentil (sexo feminino, altura do cotovelo) = 889mm + 25mm (correção do calçado) = 914 mm;
- Altura mínima: 95º percentil (sexo masculino, altura do punho) = 806mm + 25mm (correção do calçado) = 831 mm.

Optou-se por colocar a pega a uma altura de 900 mm para simplificação dos cálculos e aproveitamento do material. A altura máxima do carrinho foi calculada através do 5º percentil (sexo feminino, altura de pé), ou seja, 1456mm + 25mm (correção do calçado) = 1481 mm. Optou-se por uma altura máxima de 1100 mm para aproveitamento de material, satisfazendo os cálculos

antropométricos. No total, foram construídos oito carrinhos de MP. Na Figura 60, pode-se observar o carrinho de MP já construído.



Figura 60- Carrinho de MP

Dimensionamento do carrinho de PA

Tal como a MP, o PA era transportado unicamente por porta-paletes provocando o problema n.º1, identificado na Tabela 7. Desta forma, foi projetado um carrinho para transportar todo o PA das máquinas *kiss cut* e que tenha como destino o armazém de expedição. Este carrinho de PA foi desenhado para acomodar uma paleta com dimensões *standard*, e que ao qual seja também possível, no futuro, acoplar uma barra de reboque de engate para transporte através de um sistema *mizusumashi*. Tal como o carrinho de MP, teve-se em conta os dados antropométricos para o cálculo da altura da pega, concluindo que esta deva situar-se a uma altura de 900 mm do chão. Na Figura 61, é possível observar o esboço e o resultado final do carrinho de PA. Na Figura 87 (Apêndice 6), pode-se consultar a lista de materiais necessários para a construção do carrinho, e o orçamento estimado por unidade apresentado ao Departamento de Engenharia.

Apesar deste carrinho ter sido projetado para transportar o PA, e por essa razão a sua designação de “carrinho de PA”, as suas características adaptativas fizeram com que se usasse também no transporte de PI e no abastecimento de bobines às prensas, sendo sempre designado por “carrinho de PA”.

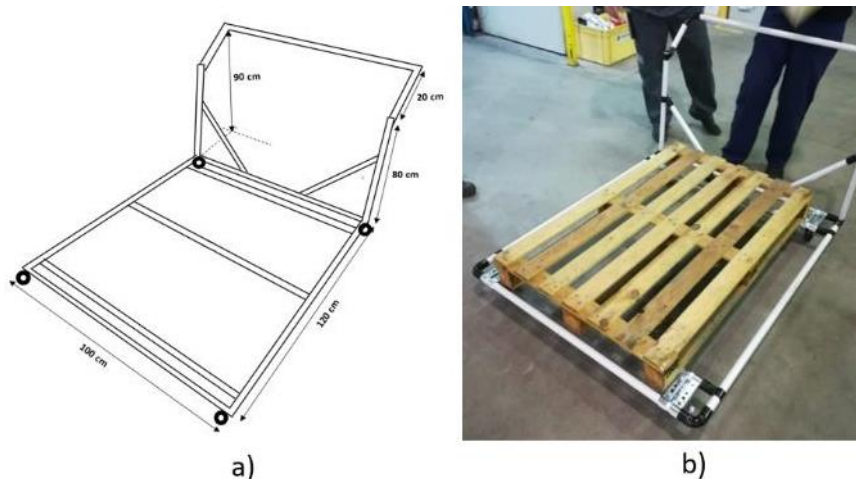


Figura 61- a) Esboço do carrinho de MP b) Carrinho de MP

Como forma de assegurar o seu bom manuseamento pelos trabalhadores, estabilidade para as cargas e garantir que, quando acoplados com outros carrinhos num sistema *mizusumashi*, consigam deslocar-se em corredores estreitos, os carrinhos foram projetados conforme o esquema da Figura 62. As duas rodas da retaguarda (onde é possível acoplar a barra de reboque) são rígidas (fixas) e as duas rodas da dianteira são rotativas (livres).

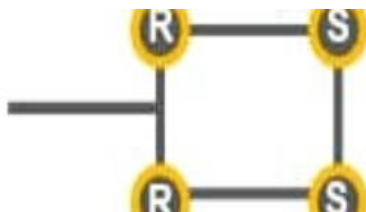


Figura 62- Esquema do chassis do carrinho projetado: R=roda rotativa; S=roda fixa

Criação de um estacionamento de carrinhos de MP

Com o recurso a ferramentas *Lean* como a gestão visual, 5S e trabalho normalizado, foi criado um espaço para alocar os carrinhos de MP disponíveis para serem preparados com nova OF. Este espaço localiza-se debaixo do *rack*, em frente à máquina CMC do lado oposto do corredor de passagem. Como se pode observar através da Figura 63, este espaço acomoda quatro carrinhos de MP, correspondendo, cada um deles, a uma máquina *kiss cut*. Por cima de cada carrinho, foi colocada uma etiqueta que identifica o local da próxima etapa do processo produtivo e o respetivo nome da máquina.



Figura 63- Sistema de estacionamento dos carrinhos de MP com a respetiva identificação

Implementação de um sistema *kanban* para o abastecimento das máquinas *kiss cut*

Como forma de solucionar os problemas n.º 2, 7, 8 e 9, identificados na Tabela 7, implementou-se um sistema *kanban* de duas caixas adaptado para o abastecimento das máquinas *kiss cut*. Este sistema utiliza dois carrinhos de MP rotativos para cada máquina *kiss cut*, de modo a gerir o *stock*, implementando, assim, um sistema de abastecimento *pull*.

Este sistema inicia-se com a preparação dos carrinhos de MP pelo operador da máquina CMC. Quando este observa que existe algum carrinho de MP vazio, inicia a preparação da OF desse carrinho. Após a transformação do rolo de grandes dimensões em rolos de pequenas dimensões, o operador de máquina puxa o carrinho até próximo da máquina CMC e inicia a preparação do carrinho com uma OF. Os rolos de pequenas dimensões são distribuídos uniformemente pelas prateleiras para evitar a ocorrência de acidentes durante o transporte. Após o preenchimento do carrinho, é colocada em cada prateleira uma etiqueta que identifica o material dessa prateleira e a próxima etapa do processo produtivo. No final, o operador de máquina volta a colocar o carrinho, agora já preparado, no mesmo local de onde o retirou.

Paralelamente, encontra-se um carrinho de MP a cumprir funções de bordo de linha junto da AVA da máquina *kiss cut*. Quando o operador da máquina *kiss cut* retira o último rolo do carrinho de MP para transformá-lo, o OL retira o carrinho vazio do local de interface, transporta-o até ao local identificado na Figura 63, substitui o carrinho de MP vazio pelo carrinho cheio, e abastece a máquina *kiss cut* com nova OF, iniciando-se assim um novo ciclo.

Antes de ser implementado este sistema, foram realizados vários ensaios com os intervenientes no processo para analisar os tempos e eliminar eventuais desperdícios. Para esta rota, definiu-se um tempo de ciclo de 40 segundos e uma distância total percorrida pelo OL de 25 metros. Com o objetivo de tornar o trabalho normalizado, elaboraram-se duas instruções de trabalho (Figura 89 e Figura 90 do Apêndice 8) e uma folha de trabalho normalizado (Figura 95 do Apêndice 9) de modo a reduzir a variabilidade dos processos, garantir maior consistência das operações, aumentar a previsibilidade dos processos e reduzir os custos associados à eliminação de desperdícios.

Recolha de PA nas máquinas *kiss cut*

A recolha do PA é efetuada pelo OL Pav.14 com recurso ao carrinho de PA. Este carrinho encontra-se na zona de interface dedicada para a recolha de PA. Quando o carrinho com palete fica completo, de acordo com a norma de trabalho que indica a disposição e o número de caixas por palete, o OL Pav. 14 inicia o ciclo de recolha de PA, formado pelas seguintes etapas:

1. Consultar, nas quatro máquinas *kiss cut*, se há necessidade de reposição de caixas de cartão;
2. Transportar o carrinho com PA até ao parque de estacionamento criado no Pav.16 (tema abordado mais à frente);
3. No parque de estacionamento, trocar o carrinho com PA por um carrinho vazio, colocar-lhe uma palete e iniciar o caminho de regresso;
4. Ao passar no corredor de passagem do armazém de MP (local onde se encontram as caixas de cartão), efetuar o *picking* das caixas de cartão necessárias, transportando-as no carrinho de PA vazio;
5. No fim do ciclo, colocar o carrinho de PA na zona de interface e abastecer a(s) máquina(s), que necessitam de reposição, com as caixas de cartão.

A palete completa com PA, que foi colocada pelo OL Pav.14 no parque de estacionamento, é posteriormente recolhida por um operador do armazém de expedição, com o recurso a um empilhador que assegura o transporte no restante trajeto.

Tal como realizado anteriormente, antes de ser implementado o ciclo de recolha de PA, foram realizados diversos ensaios com os intervenientes para analisar os tempos e eliminar eventuais desperdícios. Para esta rota, definiu-se um tempo de ciclo de 80 segundos e uma distância total

percorrida pelo OL de 60 metros. Foram também elaboradas instruções de trabalho e folhas de trabalho normalizado que podem ser consultadas no Apêndice 8 (Figura 91 e Figura 92) e no Apêndice 9 (Figura 96), respetivamente.

Recolha de sucata nas máquinas *kiss cut*

De forma a reduzir ao máximo todas as deslocações relacionadas com a recolha de sucata nas máquinas *kiss cut*, foi colocado mais um contentor à entrada do pavilhão 14. Este contentor encontrava-se no armazém de expedição, sendo que o seu aproveitamento era quase nulo, uma vez que não há produção de lixo que justifique um contentor. Deste modo, o pavilhão 14 passou a ter dois contentores de lixo, sendo que o segundo contentor apenas começa a ser preenchido quando o primeiro estiver completamente cheio. Quando o primeiro contentor se encontrar completamente preenchido, o OL4 Pav.14 emite um pedido de recolha de sucata a um OL do armazém de MP. Este pedido, frequentemente, é realizado de quatro em quatro horas, e com recurso a um empilhador, o OL do armazém de MP transporta o contentor cheio e despeja-o na zona de sucata, repondo-o de seguida no mesmo local. Como é uma atividade pouco urgente, o OL do armazém de MP executa-a quando se encontrar disponível. Enquanto isso, o OL4 Pav.14 vai enchendo o segundo contentor disponível, sendo que o primeiro só volta a ser preenchido após a ocupação total do segundo e assim sucessivamente. As deslocações do OL pav.14 são, assim, reduzidas significativamente face à situação anterior, uma vez que apenas tem de se deslocar das máquinas até aos dois contentores.

Implementação de 5S nos postos de trabalho das máquinas *kiss cut*

Como forma de tornar os postos de trabalhos organizados (Figura 64), foram implementadas ações desenvolvidas com a ferramenta 5S.

Inicialmente, através de um pequeno inquérito, foi questionado aos OM quais as ferramentas auxiliares essenciais aquando da transformação dos produtos. Todas as ferramentas e outros objetos que se encontravam nas mesas, e que foram identificados como não essenciais, foram retirados dos postos de trabalho.

De seguida, definiu-se um local, de fácil acesso, para cada ferramenta e procedeu-se à sua identificação. No final, foi efetuada a limpeza de cada posto de trabalho. A normalização foi alcançada através da colocação de uma foto do posto de trabalho limpo e organizado na mesa.

Por último, a disciplina foi alcançada através da formação que foi dada aos colaboradores sobre a importância de manter os postos de trabalho sempre limpos e organizados. Como o clima que se vive na empresa é agora de disciplina e respeito por todos os intervenientes, espera-se que os padrões de qualidade sejam mantidos no futuro.



Figura 64- Exemplo de implementação de 5S nas mesas de trabalho das máquinas *kiss cut*

5.2 Ações de melhoria no Pavilhão 16

Dimensionamento do bordo de linha para as prensas

O bordo de linha para as prensas foi projetado, de modo a:

- Atuar como a interface entre a produção e a logística interna;
- Melhorar as condições ergonómicas dos trabalhadores na troca de bobines;
- Minimizar o número de movimentações efetuadas tanto pelos OL aquando do abastecimento como pelos OM aquando da troca de bobines;
- Garantir a disciplina FIFO;
- Melhorar a organização do espaço;
- Melhorar a qualidade do produto através da eliminação do empilhamento de bobines e dos contactos entre elas no *buffer*.

Como se pode observar pelo esboço da Figura 65, o bordo de linha é composto por um berço e um *flow rack*. O berço foi projetado, de modo a substituir o antiquado método de troca de bobine, reduzindo o tempo despendido para esta atividade e eliminando a elevação da carga

salvaguardando a saúde dos trabalhadores. É constituído inteiramente por rolamentos e as suas dimensões foram projetadas para acomodar a bobine de maiores dimensões. O *flow rack* é constituído por calhas com rolamentos e foi arquitetado com ligeira inclinação, de modo a aproveitar o deslizamento por gravidade.

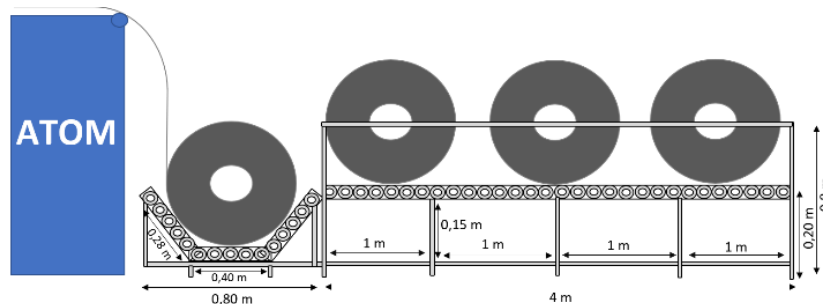


Figura 65- Esboço do plano vertical longitudinal do bordo de linha para as prensas (ATOM)

De forma a comprovar a fiabilidade deste método, foram realizados diversos ensaios com diferentes tipos de material e com bobines de variados pesos e dimensões. Após a aprovação dos ensaios, foi definida uma lista de materiais (Figura 85, Apêndice 6) necessários para a construção do bordo de linha e apresentado o orçamento ao Departamento de Engenharia. Este equipamento foi todo construído de raiz, sendo possível observar as diversas etapas da montagem e testagem do bordo de linha, na Figura 99 do Apêndice 12. Na Figura 66, é possível observar o bordo de linha finalizado e em funcionamento.

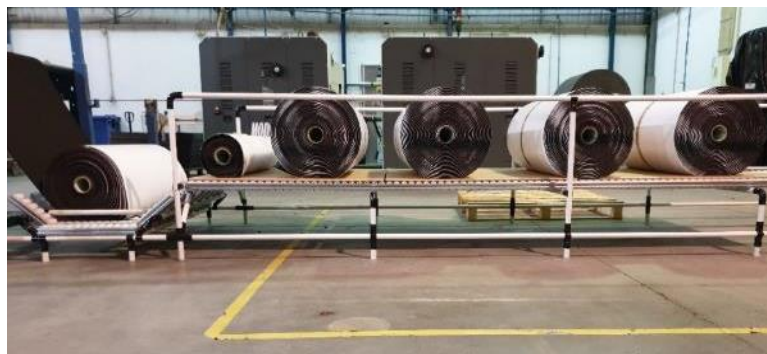


Figura 66- Implementação do bordo de linha para as prensas

Este projeto era para ser implementado nas cinco prensas (ATOM 101, ATOM 102, ATOM 103, CYSCO e HNC 40), contudo, devido à pandemia provocada pelo coronavírus SARS-CoV-2, apenas se conseguiu implementar numa das prensas. Aquando da retoma do estágio, em junho, o elevado número de trabalhadores em *lay-off*, devido à diminuição do volume de produção, fizeram com que alguns projetos fossem suspensos, tendo-se dado prioridade à produção das encomendas com os poucos colaboradores que ainda continuavam a trabalhar. Contudo, apenas com este

bordo de linha implementado, foram medidos os resultados (apresentados no capítulo seguinte), tendo sido retiradas conclusões bastante motivadoras para que a empresa, futuramente, continue o projeto.

Apesar destes constrangimentos, foi já realizada uma instrução de trabalho para o abastecimento de MP às prensas utilizando o bordo de linha já implementado (Figura 94 do Apêndice 8) e que se adequa também para os quatro bordos de linha que futuramente serão construídos.

Criação de uma zona de estacionamento para os carrinhos de PA dos dois pavilhões

Através da análise do diagrama de *spaghetti*, representado na Figura 37, foi identificada a zona, no chão de fábrica, que era menos eficiente através da densidade de linhas naquela área. De modo a obter um melhor *layout* e reduzir as distâncias a percorrer pelos OL através de uma divisão estratégica do trabalho, foi proposta a criação de uma zona de estacionamento para os carrinhos de PA na área menos eficiente do chão de fábrica.

A proposta para a implementação deste projeto pode ser observada no Apêndice 10 e consistia na criação de vinte espaços para alocar os carrinhos de PA (um para cada máquina do chão de fábrica), dois espaços para alocar paletes e um para alocar o quadro *kanban* de requisição de material ao armazém de MP. A implementação deste projeto consistia em duas fases. Na primeira fase, procedeu-se à criação de dez espaços para carrinhos de PA, dois espaços para paletes e um espaço para o quadro *kanban*. Na segunda fase, previu-se criar dez espaços para carrinhos de PA do lado oposto do corredor de passagem.

A disponibilidade para a implementação da primeira fase foi imediata, uma vez que este espaço no chão de fábrica não tinha qualquer utilidade. A execução da segunda fase já seria mais complexa, uma vez que envolveria a deslocação da máquina de tiras para outro pavilhão, a criação do corredor de passagem junto à parede e a deslocação do *buffer* das máquinas PTM, HAWKES e TIRAS BABY (junto à parede), para próximos delas. No esquema da Figura 67, é possível observar as alterações que teriam de ser realizadas para a implementação da segunda fase.

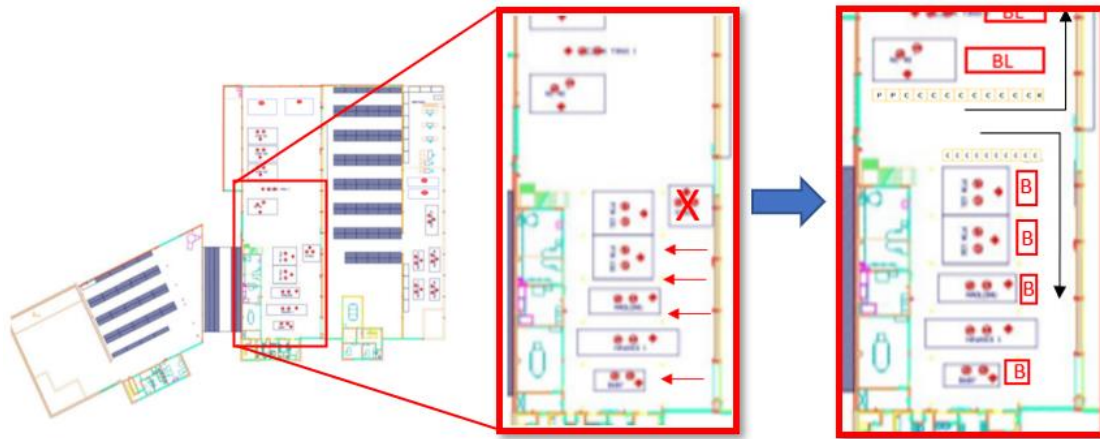


Figura 67- Modificações necessárias para a implementação da zona de estacionamento

Após a aprovação pelo Departamento de Engenharia, a implementação da primeira fase foi realizada em fevereiro. Para a marcação e delimitação dos espaços utilizou-se uma fita adesiva PVC de cor amarela (igual à que foi utilizada na marcação do chão de fábrica nas máquinas *kiss cut*). Cada espaço foi também identificado através da colocação de uma etiqueta identificadora do mesmo, como se pode observar na Figura 68.

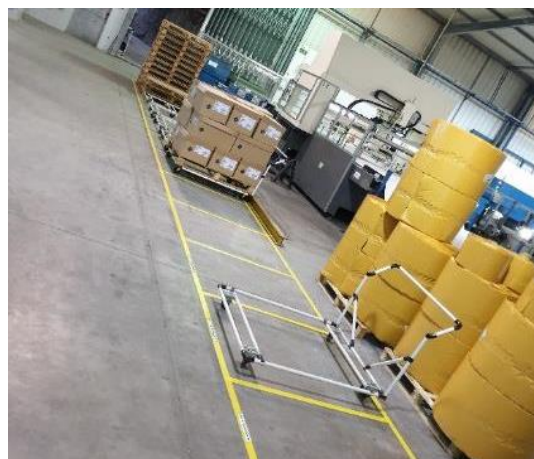


Figura 68- Implementação da primeira fase da zona de estacionamento

A implementação da segunda fase estava planeada para ser executada em março, contudo foi suspensa devido à interrupção do estágio e aos constrangimentos mencionados anteriormente. Mesmo assim, aquando da retoma do estágio, proporcionou-se formações aos OL presentes para a correta utilização do estacionamento, e que, através da proposta apresentada, permita à empresa dar continuidade ao projeto, implementando a segunda fase. No momento, o estacionamento é apenas utilizado para o PA das máquinas *kiss cut* (Rotativa 2, Guidolin 35, Guidolin 36 e Guidolin 37) e das prensas (ATOM 101, ATOM 102, ATOM 103, CYSCO e HNC 40) e PI que tenha como destino o pavilhão 14.

Assim sendo, quando um carrinho de PA fica completo, o OL transporta-o até ao estacionamento e coloca-o dentro das marcações. De seguida, pega num carrinho vazio, coloca-lhe uma palete e transporta-o novamente até a zona de interface de onde retirou o carrinho de PA completo. Posteriormente, um OL do armazém de expedição, com o recurso a um empilhador, transporta o PA até ao armazém de expedição. De forma a economizar viagens, o empilhador pode transportar até duas paletes completas em simultâneo. Na Figura 69, pode-se observar o mapeamento das rotas de recolha de PA. A azul está representada a rota de recolha de PA das máquinas *kiss cut* até ao estacionamento pelo OL4 Pav.14, a vermelho a recolha de PA das prensas até ao estacionamento pelo OL2 Pav.16, e a verde a recolha de PA do estacionamento até ao armazém de expedição pelo OL do armazém de expedição.

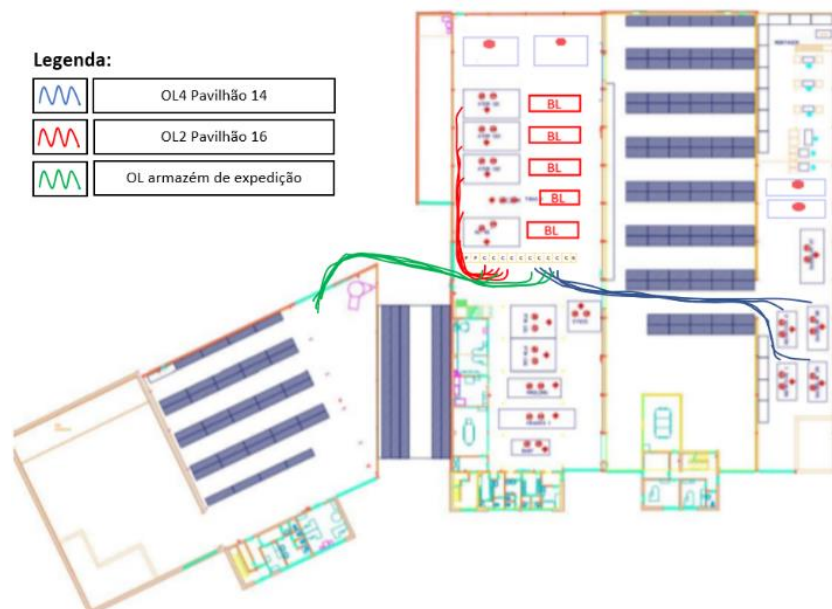


Figura 69- Mapeamento das rotas de recolha de PA

Requisição de material ao armazém de MP

Como forma de reduzir os desperdícios e custos associados com a excessiva movimentação de materiais nesta parte do processo produtivo, instalou-se um quadro *kanban* para a requisição de material, no parque de estacionamento, na extremidade mais próxima ao armazém de MP. Assim sendo, a requisição de MP pelas prensas ao armazém de MP é formada pelas seguintes etapas:

1. O OM, após consultar a OF, escreve num cartão-T (disponibilizado em cada posto de trabalho) a referência do material, a quantidade de metros quadrados necessários e a máquina de destino;
2. De seguida, o cartão-T é transportado pelo OL2 Pav.16 até ao quadro *kanban*;

3. No quadro *kanban*, o OL coloca o cartão-T na coluna correspondente à máquina onde o material deve ser abastecido. Os cartões-T devem ser colocados sequencialmente, do mais urgente para o menos urgente.

O abastecimento de MP às prensas é realizado por um OL do armazém de MP e deve compreender as seguintes etapas:

1. Verificar quais as máquinas com espaço no bordo de linha e retirar os cartões-T do quadro *kanban*;
2. Verificar o material solicitado;
3. Efetuar o *picking* no armazém de MP e abastecer a MP no bordo de linha;
4. Caso a quantidade pedida esteja toda entregue, deve-se eliminar o cartão-T. Caso só tenha sido entregue parte da quantidade requisitada, deve-se atualizar o cartão-T.

Tanto a instrução de trabalho para a solicitação de MP ao armazém de MP, como a instrução de trabalho para o abastecimento de MP às prensas, podem ser consultadas no Apêndice 8 (Figura 93 e Figura 94, respetivamente).

Criação de uma zona de interface (zona *in/out*) para recolha de PA das prensas

Como forma de melhorar a comunicação e gestão visual entre a recolha de PA nas prensas e a logística interna e diminuir as movimentações tanto dos OM como do OL, foi criada, para cada posto de trabalho, uma zona *in/out* para colocar os carrinhos de PA (Figura 70). A zona *in* simboliza o local para colocar um carrinho PA vazio, enquanto a zona *out* simboliza o local para recolha do carrinho PA completo. Entre a zona *in/out* e a prensa, encontra-se um bordo de linha com o objetivo de facilitar o abastecimento de caixas por parte do OL, diminuir os movimentos para colocar as caixas em posição por parte dos OM e aumentar a fluidez do embalamento.



Figura 70- Zona in/out para recolha de PA

5.3 Proposta de um sistema *mizusumashi* no Pavilhão 16

Após terem sido implementadas todas as sugestões de melhoria mencionadas anteriormente, propõe-se a implementação de um sistema *mizusumashi* que operará apenas no pavilhão 16, devido às diversas restrições do *layout* da empresa.

Como primeira etapa para a implementação do sistema *mizusumashi*, definiu-se que este sistema deve ser composto por três partes diferentes:

- *Picking* de MP: Esta atividade é realizada por um OL do armazém de MP com recurso a um empilhador. Este é responsável por consultar o quadro *kanban* e efetuar o *picking* de MP que foi requisitado pela produção. Efetuado o *picking*, o OL transporta a bobine até ao estacionamento e prepara um carrinho. A preparação do carrinho consiste apenas na colocação da bobine, horizontalmente, num carrinho que esteja disponível.
- *Mizusumashi*: O comboio logístico é responsável por abastecer com MP todas as máquinas do pavilhão 16, desde o estacionamento até ao bordo de linha. É também responsável por recolher o PI e PA de todas as máquinas do pavilhão 16, desde as zonas *in/ out* até ao estacionamento.
- Recolha de PA: Esta atividade é realizada por um OL do armazém de expedição com o recurso a um empilhador. Este é responsável por recolher todo o PA tanto do pavilhão 16 (realizado pelo *mizusumashi*), como do pavilhão 14 (realizado pelo OL4 pavilhão 14), desde o estacionamento até ao armazém de expedição.

Na Tabela 8, é possível consultar o tipo de transporte por atividade, quem efetua cada atividade e qual a cor da rota, mapeada na Figura 71.

Tabela 8- Especificidades de cada atividade

Atividade	Tipo de Transporte	Quem efetua?	Rota
<i>Picking</i> de MP	Empilhador	OL do armazém de MP	Azul
<i>Mizusumashi</i>	Comboio Logístico	OL <i>Mizusumashi</i>	Preta
Recolha de PA	Empilhador	OL do armazém de expedição	Vermelha

Seguidamente, procedeu-se à realização de uma lista com todas as atividades que serão atribuídas ao *mizusumashi* e foram identificadas as paragens. Na Tabela 9, pode-se observar as diversas atividades atribuídas ao *mizusumashi* por ordem de paragem.

Tabela 9- Atividades a realizar em cada estação do sistema *mizusumashi*

N.º da Paragem	Local	Atividade a realizar
1	Estacionamento	Atrelar os carrinhos com MP
2	Bordo de linha (ATOM, SYSCO, HNC 40)	Abastecer prensas
3	Zona <i>in</i> máquina de adesivagem	Abastecer máquina de adesivagem
4	Zona <i>out</i> máquina de adesivagem	Recolher PI da máquina de adesivagem
5	Zona <i>in/ out</i> (PTM, SYSCO, HNC 40)	Recolher PI/PA das prensas
6	Estacionamento	Estacionar os carrinhos com PI/PA e atrelar carrinho com MP
7	Bordo de linha (PTM, HAWKES, TIRAS BABY)	Abastecer prensas
8	Zona <i>in/ out</i> (PTM, HAWKES, TIRAS BABY)	Recolher PI/PA das prensas
9	Estacionamento	Estacionar os carrinhos com PI/PA

De seguida, desenhou-se a rota circular no *layout* da fábrica e identificou-se as estações de paragem, pelos pontos numerados, numa escala de 1 a 9. Desenhou-se também a rota de recolha de PA pelo OL do armazém de expedição e a rota do *picking* de MP pelo OL do armazém de MP. Na Figura 71, é possível identificar as três rotas anteriormente descritas através das linhas a tracejado com as cores preta, vermelha e azul, respetivamente.

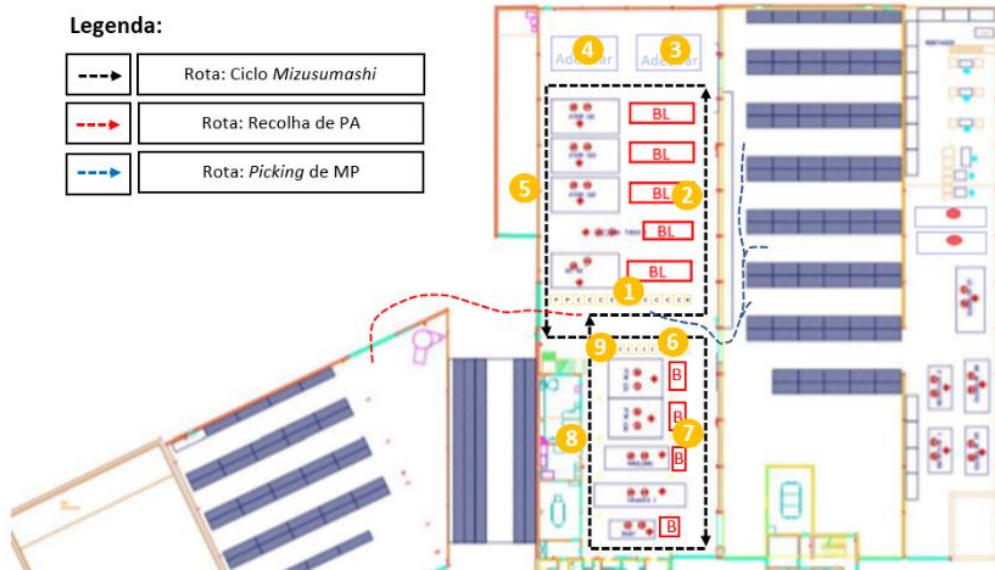


Figura 71- Mapeamento das rotas: *picking* de MP, ciclo *mizusumashi* e recolha de PA

Como quarta etapa do processo de implementação do sistema *mizusumashi*, foram definidas o número de carruagens (carrinhos) do comboio logístico. O comprimento do *mizusumashi* dependerá do tamanho da empresa, largura dos corredores, tipo e tamanho dos carrinhos de reboque. Deverá também satisfazer a premissa de que as curvas devem ser de 90 graus, sem cortar os cantos, de modo a não interferir com o espaço de valor acrescentado.

Como não houve oportunidade de construir um protótipo de um comboio logístico na empresa,

devido aos constrangimentos já mencionados, através da observação de alguns ensaios experimentais da empresa 4lean¹, foi possível determinar o número de carruagens de acordo com o *layout* da empresa. Tendo em conta o ensaio experimental consultado, e o facto da configuração das carruagens ser igual à configuração dos carrinhos construídos (Figura 62), assumiu-se que os resultados do *drift test* seriam idênticos aos resultados obtidos com a construção do protótipo na empresa.

Através da Figura 72, pode-se observar quatro momentos diferentes do ensaio experimental. No primeiro momento, a distância entre a AVA e a primeira carruagem foi de 530 mm. No segundo momento a distância entre a AVA e a segunda carruagem foi de 280 mm. No terceiro momento, a distância entre a AVA e a terceira carruagem foi de -70 mm, ou seja, o comboio logístico já interferiu com o espaço de valor acrescentado. Por fim, no quarto momento, a distância entre a AVA e a quarta carruagem foi de -420 mm. Assim sendo, pode-se concluir que há uma diminuição da distância em 250 mm da primeira para a segunda carruagem e uma diminuição de 350 mm entre cada um dos pares de carruagem seguintes. Sabendo que, o corredor mais estreito, na empresa, onde passará o comboio logístico, tem uma largura de 1500 mm, o número máximo de carruagens possível será de cinco, com uma largura necessária de 1300 mm, possibilitando ter uma carruagem para cada máquina entre passagens pelo estacionamento.

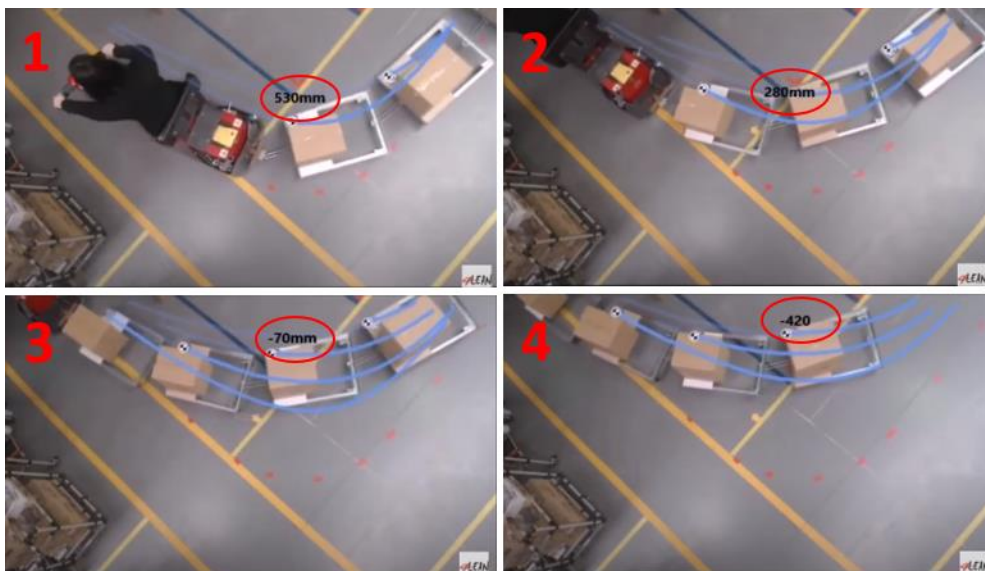


Figura 72- Quatro momentos do ensaio experimental consultado (fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=6uWW3bA9taw> (último acesso realizado em 26/03/2021))

¹ Ensaios disponíveis na página www: <https://www.youtube.com/watch?v=6uWW3bA9taw> (último acesso realizado em 26/03/2021).

Na quinta etapa, calculou-se o tempo de ciclo do *mizusumashi*. Através da análise dos dados recolhidos pela empresa entre agosto de 2018 e janeiro de 2020, foi possível estimar, para cada referência produzida, o tempo de produção de uma paleta completa. Esta análise foi realizada para cada tipo de máquina (ATOM, HNC40 e CYSCO, PTM, HAWKES e TIRAS BABY) e efetuaram-se as seguintes etapas:

1. Realizou-se uma análise ABC para se determinar quais as referências que mais foram produzidas durante o período anteriormente referido.
 - 1.1. Para essa análise, utilizou-se o somatório do tempo que cada referência esteve em produção. De modo a calcular a percentagem individual do tempo em produção, dividiu-se o somatório do tempo de produção dessa referência pelo tempo total de produção da máquina.
 - 1.2. Com a percentagem individual de cada referência, ordenou-se as referências por ordem decrescente de tempo de produção e calculou-se a percentagem acumulada, de forma a agrupá-las nas classes A, B e C. Considerou-se como Classe A, as referências que representam 80% do tempo de produção da máquina; como Classe B, todas as referências que representam 15% do tempo de produção entre os 80% e 95%; e, como Classe C, as referências que representam 5% do tempo de produção.
 - 1.3. Como forma de comprovar que as referências com mais tempo de produção podem ser consideradas as referências mais produzidas, realizou-se um gráfico de dispersão (Figura 73) que relaciona o tempo total em produção de cada referência com o número de OF. Como se pode observar pelo gráfico, as referências com mais tempo em produção, de uma forma geral, são as que tiveram presentes em mais OF podendo ser consideradas as mais produzidas.

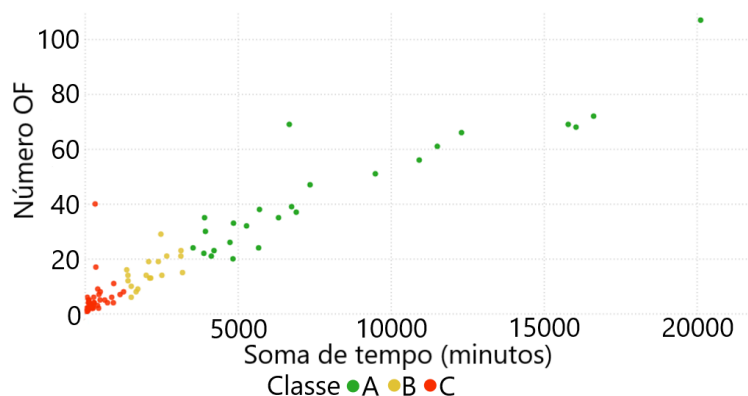


Figura 73- Demonstração da relação entre o número de OF e o tempo total em produção por referência

2. Através de um outro ficheiro, fornecido pela empresa, foi possível atribuir a cada referência o tipo de caixa de cartão em que costuma ser embalada. Nesse mesmo ficheiro, foi também possível saber a quantidade de peças por caixa de cartão.
3. Através do cruzamento de dados dos dois ficheiros, foi possível saber quanto tempo demora a produzir uma caixa completa, por referência. Este cálculo foi efetuado através da multiplicação do número de peças por caixa pelo tempo médio de produção de uma peça.
4. Com a ajuda de um terceiro documento, foi possível identificar-se o número de caixas por palete por cada referência de caixa.
5. Através do cruzamento dos dados dos três ficheiros, foi possível calcular o tempo de produção de uma paleta para cada referência. Este cálculo foi efetuado através da multiplicação do número de caixas por paleta por tipo de caixa pelo tempo de produção de uma caixa por referência, obtendo-se o tempo de produção de uma paleta por referência.
6. Realizada esta análise nos cinco tipos de máquinas, identificou-se o menor tempo de produção por paleta da classe A, como se pode observar na Tabela 10.

Tabela 10- Tempo de produção (minutos/paleta) em cada tipo de máquina

Tipo de máquinas	ATOM	HNC40 e CYSCO	PTM	HAWKES	TIRAS BABY
Tempo produção (minutos)/paleta	18,09	32,93	39,00	59,20	39,72

7. Escolhendo o menor tempo de produção por paleta entre os cinco tipos de máquinas, definiu-se que o ciclo *mizusumashi* deverá ser de 18 minutos.

Após estas etapas, o *mizusumashi* deve ser construído e deve ser nomeado um operador que efetue o ciclo *mizusumashi*. Devem ser realizados ensaios durante vários dias, medindo os tempos e eliminando os desperdícios. Com o ciclo bem definido e otimizado, deve ser realizado uma folha de trabalho normalizado final, onde indique as diversas tarefas que deve executar, onde executar e quando as executar. Por fim, o operador *mizusumashi* deve ser treinado durante vários dias, de modo a que este trabalho normalizado se torne um hábito inconsciente.

Proposta para o sistema de recolha de lixo

Tal como se pode observar pela imagem da Figura 74, após o corte total, as peças são retiradas e o material excedente vai caindo no espaço de trabalho dos colaboradores. Quando a acumulação de sucata é significativa e compromete as atividades, os colaboradores têm de limpar o posto de trabalho, colocando a sucata gerada no caixote de lixo mais próximo.



Figura 74- Exemplo de um posto de trabalho com acumulação de sucata

Assim sendo, foi projetado um caixote do lixo para ser colocado debaixo da máquina (Figura 98 do Apêndice 11), fazendo com que o material excedente caia diretamente dentro do caixote do lixo. Quando este se encontrar cheio, será trocado por outro caixote vazio, evitando todo o tempo despendido na limpeza do posto de trabalho.

Atualmente, são os OL que têm a responsabilidade de esvaziar os caixotes do lixo quando estes estão cheios. Com a implementação dos novos caixotes do lixo, os OL passariam também a ter responsabilidade de trocar um caixote do lixo cheio por um caixote vazio debaixo da máquina. A possibilidade de a recolha dos caixotes do lixo cheios ser efetuada pelo *mizusumashi* deveria ser pensada, de modo a reduzir ao máximo as movimentações dos OL com sucata.

5.4 Outras melhorias implementadas

5.4.1 Criação de objetivos de produção e envolvimento dos colaboradores

Como forma de estimular a produtividade, próximo a cada grupo de máquinas foi instalado um painel (Figura 75) com informação da produtividade diária de cada máquina durante o mês anterior, comparando os valores do turno 1 e do turno 2. O objetivo desta implementação, é criar nos colaboradores um espírito competitivo saudável com a finalidade de aumentar a produtividade. Como esta medida poderia aumentar o número de defeitos produzidos, foi criado um espaço designado por “qualidade”, onde se indica o número de peças com defeito e o motivo dos defeitos. Nesse mesmo painel, foi criado um espaço com os princípios *Lean*. Aquando desta implementação, foi fornecida aos colaboradores uma formação sobre esses princípios, onde foram apresentados diversos conceitos fundamentais para a evolução da empresa e para o envolvimento e aproveitamento da capacidade e criatividade dos colaboradores nas tomadas de decisão no chão

de fábrica, eliminando assim o oitavo desperdício *lean*, mencionado na secção 2.2.4.

Foi também criado um espaço onde os colaboradores podem sugerir propostas de melhoria, e onde podem colocar reclamações sempre que se sentirem insatisfeitos. O objetivo desta implementação é o de que os colaboradores sintam que as suas opiniões são consideradas e valorizadas, tornando-os mais confiantes, motivados e felizes no seu local de trabalho.



Figura 75- Implementação de painéis que promovem a filosofia *lean*

5.4.2 Implementação de 5S no local de armazenamento de restos

Como forma de tornar o local de armazenamento de restos mais organizado e otimizado, foram implementados os 5S. Inicialmente, através de uma verificação minuciosa, foram identificadas as referências de materiais que poderiam ser reaproveitadas. As referências que já não estavam ativas, e os materiais que se encontravam em mau estado de conservação, foram eliminados.

De seguida, com a ajuda do colaborador da manutenção da empresa, foi criada uma prateleira intermédia de modo a simplificar o acesso aos materiais e a otimizar o espaço disponível. Através do reaproveitamento de algumas caixas inutilizadas, as diversas referências foram agrupadas por caixa, e, em cada caixa, foi colocada uma etiqueta identificadora da referência nela contida. Por fim, procedeu-se à limpeza do local. Na Figura 76, é possível observar os momentos antes e depois da implementação dos 3 primeiros S.



Figura 76- Implementação de 5S no local de armazenamento de restos

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Ao longo deste capítulo, apresenta-se os resultados alusivos às propostas de melhoria apresentadas. Nos casos onde houve implementação das propostas, os resultados da condição final são apresentados e é realizada uma comparação com o diagnóstico inicial. Nos casos onde não houve implementação das propostas, os resultados expostos são baseados em estimativas.

6.1 Resultados obtidos no Pavilhão 14

Após todas as implementações efetuadas no pavilhão 14, foram analisados os resultados. Apesar desta análise ter sido efetuada em contexto de pandemia e, por essa razão, os níveis de produção serem inferiores aos níveis de produção aquando do diagnóstico da situação inicial, espera-se que os resultados, em épocas mais estáveis, sejam tão animadores como os obtidos.

Utilizando o mesmo método que no diagnóstico da situação inicial (amostragem de trabalho), verificou-se que o OL4 do Pav.14 aumentou a sua eficiência a desempenhar funções de transporte. Após implementadas as propostas de melhoria no pavilhão 14, apurou-se que 49% das suas movimentações são com transporte de material e que 51% são deslocações sem material.

Comparando com os dados da situação inicial, como se pode observar através da Figura 77, conclui-se que há um aumento da sua eficiência em 14%.

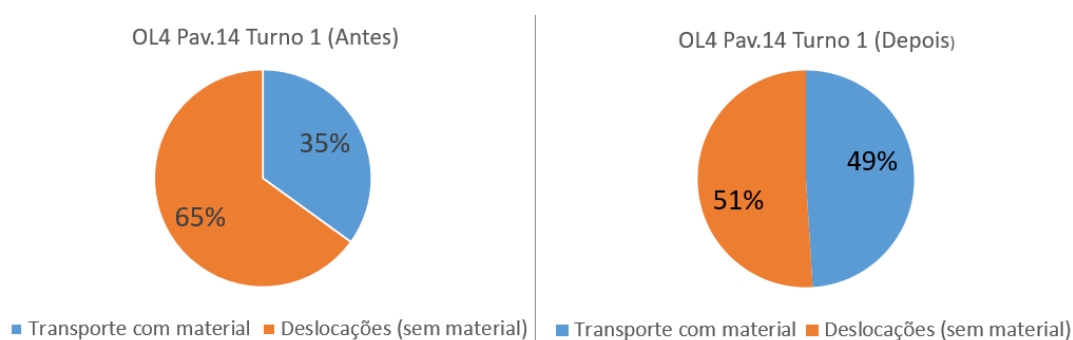


Figura 77- Comparação dos resultados entre o diagnóstico inicial e final do OL4 Pav.14

Verificou-se também, que nos dias em que foi efetuada a amostragem de trabalho, houve uma redução da distância percorrida pelo OL4 Pav.14. Após implementadas as propostas, o OL4 Pav.14 percorre diariamente, em média, 8,9 km. Uma redução de 5,5km/dia (38,2%), em relação aos 14,4km que percorria durante o diagnóstico da situação inicial, tal como se pode observar pela Tabela 11.

Tabela 11- Redução da distância diária percorrida pelo OL4 Pav.14

Operador Logístico	Antes: Distância percorrida, em média (Km/dia)	Depois: Distância percorrida, em média (Km/dia)	Redução, em média (km/dia)	Redução (%)
OL4 Pav.14	14,4	8,9	5,5	38,2

Com a redução diária da distância percorrida e o aumento da eficiência na atividade de transporte, verificou-se que o OL4 do Pav.14 consegue fornecer todo o auxílio necessário às quatro máquinas *kiss cut*, sendo por essa razão eliminadas todas as paragens por motivos “A”.

De acordo com os dados fornecidos pela empresa, cada máquina *kiss cut* tem um custo de 10€/hora e cada operador um custo de 7€/hora. Como em cada máquina está alocado um OM o custo total é de 17€/hora. Considerando 250 dias úteis por ano e 1 turno de 8h por dia (apenas o turno da manhã), ou seja, 2000 horas por ano. Sabendo que, a máquina Rotativa 2, encontrava-se parada por motivos “A” 20,8% do tempo total, representando 416 horas num ano. Traduzindo este valor para Euros, pode-se afirmar que existe um ganho anual de 7072€/ano.

Efetuada o mesmo raciocínio para as restantes máquinas, a Guidolin 37 encontrava-se parada por motivos “A”, também 20,8% do tempo total representando um ganho de 7072€/ano. A Guidolin 38, encontrava-se parada por motivos “A” 15,6% do seu tempo total, ou seja, 312 horas num ano, representando assim um ganho de 5304€/ano. A Guidolin 35, encontrava-se parada por motivos “A” 16,7% do seu tempo total, representando um ganho de 5678€/ano.

Assim sendo, na totalidade das quatro máquinas obtém-se um ganho de 25 126€/ano, como se pode observar pela Tabela 12.

Tabela 12- Ganho económico obtido através da eliminação das paragens por motivos “A”

Máquina	Ganho (%)	Ganho (horas/ano)	Ganho (€/ano)
Rotativa 2	20,8	416	7072
Guidolin 37	20,8	416	7072
Guidolin 38	15,6	312	5304
Guidolin 35	16,7	334	5678
Total			25126

Através da consulta da ficha de orçamentação do carrinho de MP (Figura 86 do Apêndice 6) e do carrinho de PA (Figura 87 do Apêndice 6), pode-se observar que cada unidade tem um custo de 113,57€ e 91,95€, respetivamente. Tal como referido anteriormente, foram construídos oito carrinhos de MP (dois para cada máquina) e oito carrinhos de PA (dois para cada máquina) para as máquinas *kiss cut*, sendo o investimento total de 1644,16€. Subtraindo o valor do investimento ao ganho total após a implementação obtém-se um lucro de 23481,84€ no primeiro ano.

Tabela 13- Lucro obtido após investimento em carrinhos de MP e PA

Máquina	Ganho (€/ano)	Investimento carrinhos de MP	Investimento carrinhos de PA	Lucro (€ no primeiro ano)
Rotativa 2	7072	227,14	183,9	6660,96
Guidolin 37	7072	227,14	183,9	6660,96
Guidolin 38	5304	227,14	183,9	4892,96
Guidolin 35	5678	227,14	183,9	5266,96
Total				23481,84

6.2 Resultados obtidos no Pavilhão 16

Após todas as sugestões de melhoria propostas, apenas algumas delas foram implementadas como já foi referido no capítulo anterior. Através dessas implementações, apenas se conseguiu calcular os resultados no OL2 Pav.16.

Utilizando o mesmo método que no diagnóstico da situação inicial (amostragem de trabalho), verificou-se que o OL2 do Pav.16 aumentou ligeiramente a sua eficiência a desempenhar funções de transporte, apurando-se que 50% das suas movimentações são com transporte de material e que 50% são deslocações sem material.

Comparando com os dados da situação inicial, como se pode observar através da Figura 78, conclui-se que há um aumento da sua eficiência em 2%. Esta diferença mínima entre a condição final e a inicial, deve-se ao facto do método inicial para desempenhar as funções de transporte ser muito idêntico ao método final, simplesmente se diferencia o meio de transporte, o local para depositar o PA e o local das paletes.

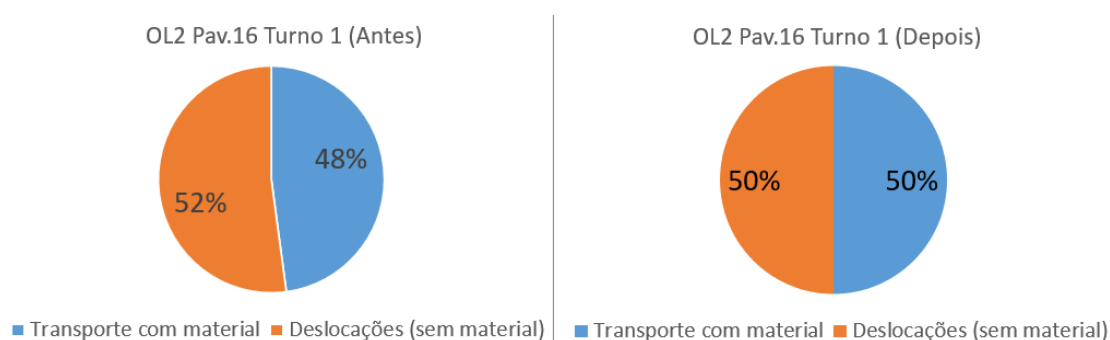


Figura 78- Comparação dos resultados entre o diagnóstico inicial e final do OL2 Pav.16

No entanto, a distância média diária percorrida pelo OL2 Pav.16 diminuiu para 11,8Km, contrapondo com a média diária de 16km diagnosticada na condição inicial, verificando-se uma redução de 5 km/dia, ou seja 26,3%. Na Tabela 14, pode-se consultar os valores referidos.

Tabela 14- Redução da distância diária percorrida pelo OL2 Pav.16

Operador Logístico	Antes: Distância percorrida, em média (Km/dia)	Depois: Distância percorrida, em média (Km/dia)	Redução, em média (km/dia)	Redução (%)
OL2 Pav.16	16	11,8	5	26,3

Implementação do bordo de linha para a prensas

Após a implementação do bordo de linha, mediu-se os resultados. Verificou-se que os OM demoram apenas 3 segundos na troca de bobine, verificando-se um ganho de 96,8%. Verificou-se também que o OL demora 3 segundos no abastecimento, verificando-se um ganho de 57,1%. Na Tabela 15, pode-se observar os ganhos obtidos após a implementação do bordo de linha.

Tabela 15- Ganho percentual obtido através da implementação do bordo de linha para as prensas

Atividade	Tempo Antes (segundos)	Tempo depois (segundos)	Ganho (segundos)	Ganho (%)
Troca de bobine pelos OM	95	3	92	96,8%
Abastecimento às prensas pelo OL	7	3	4	57,1%

Relativamente á troca de bobine pelos OM e de acordo com os dados fornecidos pela empresa, em média, são realizadas 4,8 trocas de bobine por turno e por cada máquina ATOM e CYSCO resultando em 9,6 trocas de bobine por dia (2 turnos de trabalho). Considerando 250 dias uteis num ano, realizam-se 2400 trocas de bobine por máquina, obtendo-se um ganho anual de 220800 segundos que corresponde a 61,3 horas.

Cada máquina ATOM/CYSCO têm um custo de 16€/hora e cada colaborador tem um custo de 7€/hora. Como em cada máquina estão alocados 2 OM o custo total é de 30€/hora (16€/hora + 7€/hora + 7€/hora). Deste modo, obtém-se uma poupança anual de 1839€/máquina. Sendo no total 4 máquinas obtém-se um ganho anual de 7356€.

A HNC 40, em média, realiza 5 trocas de bobine por turno, resultando em 10 trocas de bobine por dia e consequentemente 2500 por ano., obtendo-se um ganho anual de 230000 segundos, que corresponde a 63,9 horas. A máquina HNC 40 tem um custo total de 31€/hora (17€/hora da máquina e 7€/hora de cada colaborador). Assim sendo, obtém-se uma poupança anual de 1981€.

Na totalidade, as 5 máquina obtém um ganho anual de 9337€, apenas com uma poupança de 92 segundos por troca de bobine em cada máquina, como se pode observar na Tabela 16.

Tabela 16- Ganho económico com a redução do tempo na troca de bobine

Máquina	Ganho/troca de bobine (segundos)	Ganho/ano (horas)	Ganho/ano (€)
ATOM 101	92	61,3	1839
ATOM 102	92	61,3	1839
ATOM 103	92	61,3	1839
CYSCO	92	61,3	1839
HNC 40	92	63,9	1981
Total			9337

Através da consulta da ficha de orçamentação do bordo de linha para as prensas, presente na Figura 85 do Apêndice 5, pode-se observar que cada unidade tem um custo de 509,18€, sendo o investimento para 5 prensas de 2545,9€. Subtraindo o valor do investimento ao ganho total após a implementação obtém-se um lucro de 6791,1€ no primeiro ano, como se pode consultar na Tabela 17.

Tabela 17- Lucro obtido após o investimento em bordos de linha

Máquina	Ganho por troca de bobine (€/ano)	Investimento do bordo de linha (€)	Lucro (€ no primeiro ano)
ATOM 101	1839	509,18	1329,82
ATOM 102	1839	509,18	1329,82
ATOM 103	1839	509,18	1329,82
CYSCO	1839	509,18	1329,82
HNC 40	1981	509,18	1471,82
Total			6791,1

Além do retorno financeiro que estes bordos de linha permitirão obter, na Tabela 18 pode-se observar a comparação entre o antes e o depois da implementação do bordo de linha.

Tabela 18- Comparação entre o antes e o depois da implementação do bordo de linha

Antes	Depois
Não há uma interface entre a produção e a logística interna	Atua como a interface entre a produção e a logística interna
Provoca graves problemas ergonómicos aos trabalhadores na troca de bobine	Elimina na totalidade os problemas ergonómicos dos trabalhadores na troca de bobine
Excessivas movimentações efetuadas tanto pelos OL aquando do abastecimento como pelos OM aquando da troca de bobine	Minimiza o número de movimentações efetuadas tanto pelos OL aquando do abastecimento como pelos OM aquando da troca de bobine
Não garante o FIFO	Garante o FIFO
Espaço desorganizado	Espaço organizado
Danos no material através do empilhamento de bobines e dos contactos entre elas	Evita a degradação do material através da eliminação do empilhamento de bobines e dos contactos entre elas

6.3 Resultados esperados com o sistema *mizusumashi* no Pavilhão 16

A adoção de um sistema *mizusumashi*, permitirá á empresa a redução dos custos de transporte, nomeadamente a redução de OL na realização desta atividade, a diminuição dos riscos de qualidade relacionados com o transporte inadequado dos materiais e a capacidade de proporcionar um abastecimento às linhas puxado contribuindo para a prática de uma produção *just-in-time*. Adicionalmente, o comboio logístico oferecerá a possibilidade de normalizar as rotas internas, tornando esta atividade mais otimizada, fácil e executável por qualquer colaborador.

Posto isto, apenas será necessário um OL para a realização do transporte no pavilhão 16, contraponto com os três OL da condição inicial. Considerando que cada colaborador tem um custo de 7€/hora, e que um ano tem 250 dias úteis, isto representa um custo para a empresa de 168€/dia (três OL), ou seja 42000€/ano. Através do sistema *mizusumashi*, apenas um OL realizaria a atividade de transporte, e por essa razão, a empresa teria um custo anual de 14000€, representando um ganho anual de 28000€, como se pode observar pela Tabela 19.

Tabela 19- Ganho económico e percentual que se estima obter após implementação do sistema *mizusumashi*

Número OL (antes)	Número OL (depois)	Custo €/ano (antes)	Custo €/ano (depois)	Ganho (€/ano)	Ganho (%)
3	1	42000	14000	28000	66,7

Através da consulta da ficha de orçamentação do carrinho de PA (Figura 87 do Apêndice 5), pode-se observar que cada unidade tem um custo de 91,95€. Seriam necessários 24 carrinhos de PA (dois para cada máquina no Pav.16), sendo o investimento total de 2206,80€.

Seria também necessário um rebocador para o comboio logístico. Através de uma consulta dos rebocadores disponíveis na 4lean, decidiu-se que o mais adequado seria o D-TR6, capaz de rebocar até 800kg, sendo dos mais económicos. Estima-se um valor de 4000€.

Na globalidade, estima-se um custo de cerca de 6,2 mil Euros para a implementação de um sistema *mizusumashi* na empresa, esperando-se obter um lucro, no primeiro ano, de cerca de 21,8 mil Euros (Tabela 20).

Tabela 20- Estimativa do lucro com o investimento em carrinhos de PA e rebocador

Ganho (€/ano)	Investimento dos 24 carrinhos de PA	Investimento do rebocador	Lucro (€ no primeiro ano)
28000	2206,80	4000	21793,20

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHO FUTURO

Este capítulo visa apresentar as conclusões sobre o projeto desenvolvido, assim como algumas sugestões de trabalhos futuros, que poderão ser averiguados pelo Departamento de Engenharia, de modo a dar continuidade a este projeto de melhoria contínua.

7.1 Conclusões

A presente dissertação, realizada no âmbito da Unidade Curricular de Projeto do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, tinha como objetivos a redução de desperdícios na realização das rotas logísticas internas, nomeadamente o número de deslocações, transportes e esperas; a diminuição dos tempos de abastecimento; o aumento da eficiência dos operadores logísticos; o aumento da eficiência dos operadores das máquinas Rotativa e Guidolin; a melhoria das condições ergonómicas na produção e no transporte e o aumento do interesse e confiança dos colaboradores nas atividades a desempenhar e o seu envolvimento nos projetos de melhoria contínua.

A metodologia de investigação utilizada foi a Investigação-Ação, iniciando-se com a revisão bibliográfica, direcionada para os conceitos Logística, *Lean Production* e *Lean Logistics*. A revisão bibliográfica, constituiu uma parte vital do processo de investigação uma vez que permitiu definir o problema com clareza e possibilitou obter uma ideia precisa sobre o estado atual dos conhecimentos sobre o tema da presente dissertação. Além disso, todas as ferramentas e abordagens realizadas, aquando do diagnóstico da situação inicial bem como das propostas de melhoria, teve por base todo o conhecimento adquirido através da revisão bibliográfica.

Tendo em conta os objetivos definidos, foi necessário acompanhar o funcionamento atual da fábrica e analisar todo fluxo logístico interno, medindo tempos, efetuando análises multimomento e fazendo um registo fotográfico. Paralelamente, utilizaram-se ferramentas *Lean*, tais como, diagramas de *spaghetti*, diagramas de *Ishikawa* e *Business Process Model and Notation* (BPMN) para se identificar os problemas existentes e fazer uma análise crítica da situação inicial.

Após o diagnóstico da situação inicial e num panorama geral da fábrica, verificou-se que a inexistência de *standards* de trabalho e ajudas visuais bem como a ausência de um fluxo de informação eficiente estavam na origem dos problemas relacionados com o fluxo interno de materiais. O transporte era realizado de forma inadequada, provocando esperas, devido à

indisponibilidade de equipamentos e ao elevado tempo de transporte. Os equipamentos utilizados provocavam instabilidade nas cargas, e apenas permitiam um número reduzido de unidades transportadas simultaneamente. Os operadores logísticos percorriam diariamente elevadas distâncias, devido ao excesso de movimentações para desempenhar as atividades de transporte e à elevada desorganização do chão de fábrica. Relativamente ao pavilhão 16, verificava-se que tanto o abastecimento como a recolha do produto acabado não seguiam qualquer *standard* de trabalho, provocando deslocações excessivas, desorganização no *buffer* de matéria-prima e produto acabado e dificuldade na identificação dos materiais. A troca de bobines nas prensas constituía um risco ergonómico, podendo provocar danos irreversíveis na saúde dos trabalhadores e insatisfação dos colaboradores com as condições de trabalho. Relativamente ao pavilhão 14, a eficiência das operadoras das máquinas *kiss cut* era afetada devido à falta de apoio fornecido pelo operador logístico, uma vez que este ocupava quase a totalidade do seu tempo em atividades de transporte.

De modo a solucionar os problemas identificados, primeiramente, elaborou-se um plano de ações de acordo com a metodologia 5W2H, onde foram apresentadas as propostas de melhoria. No pavilhão 14, criaram-se carrinhos de MP e PA que asseguram todas as condições para os colaboradores e para os materiais; definiram-se e delimitaram-se zonas diferenciadas para as máquinas *kiss cut*; implementou-se um sistema *kanban* para o abastecimento das máquinas *kiss cut*; modificou-se o método de recolha de PA e melhorou-se a organização e limpeza das mesas de trabalho e do local de armazenamento de restos através da aplicação dos 5S. No pavilhão 16, todas as implementações e sugestões de melhorias foram pensadas e planeadas para que no futuro seja possível a implementação de um sistema *mizusumashi*. Criaram-se carrinhos PA que asseguram todas as condições para os colaboradores e para os materiais. Devido às especificações da MP utilizada neste pavilhão, os carrinhos de PA constituem o único meio de transporte utilizado para o transporte de MP e PA e, no futuro, podem ser adaptados para o sistema *mizusumashi*. Criou-se também uma zona de estacionamento para os carrinhos de PA dos dois pavilhões, desenvolveu-se um bordo de linha específico para cada prensa; criou-se uma zona de interface (zona In/Out) para recolha de PA das prensas; implementou-se um quadro *kanban* de requisição de material ao armazém de MP, de modo a melhorar o fluxo de informação e proporcionar um abastecimento controlado e faseado. Além do mais, sugeriu-se a colocação de um caixote do lixo adaptado debaixo de cada máquina e possível integração da recolha de sucata

no sistema *mizusumashi*. Por fim, implementou-se, em cada espaço de trabalho, um painel com indicadores de produtividade, princípios *Lean* e espaço para sugestões de melhoria e reclamações.

Após implementadas as propostas de melhoria, avaliou-se os resultados e comparou-se com o estado inicial, tendo-se verificado uma diminuição na distância percorrida pelo OL4 Pav.14 e pelo OL2 Pav.16 bem como um aumento da sua eficiência a desempenhar as atividades de transporte. As paragens do tipo “A” nas máquinas *kiss cut* foram totalmente eliminadas e verificaram-se melhorias na recolha do produto acabado bem como no abastecimento de matéria-prima em todo o processo produtivo. O risco ergonómico aquando da troca de bobine foi eliminado, permitindo maior segurança e qualidade de trabalho aos colaboradores. No que se refere à proposta de implementação do sistema *mizusumashi*, espera-se que haja uma redução dos custos de transporte, nomeadamente a redução de OL na realização desta atividade, a diminuição dos riscos de qualidade relacionados com o transporte inadequado dos materiais e a capacidade de proporcionar um abastecimento às linhas puxado contribuindo para a prática de uma produção *just-in-time*. Assim sendo, no Pavilhão 14, investiu-se cerca de 1,7 mil Euros obtendo-se um lucro no primeiro ano de 23,5 mil Euros, aproximadamente. No Pavilhão 16, investiu-se cerca de 2,5 mil Euros, obtendo-se um lucro no primeiro ano de 6,8 mil Euros. Relativamente à proposta de implementação do sistema *mizusumashi* estima-se um investimento de 6,2 mil Euros e um lucro no primeiro ano de 21,8 mil Euros. Deste modo, na totalidade, prevê-se um investimento aproximadamente de 10,4 mil Euros e um lucro no primeiro ano em cerca de 52 mil Euros.

Em suma, o desenvolvimento deste projeto foi bastante desafiador e complexo, não só pelos problemas que surgiram a meio do estágio e que se prolongaram até ao fim, mas também pelo facto de desenvolver um sistema de abastecimento eficiente e eficaz, que se adaptasse às numerosas particularidades do complexo sistema produtivo e ao *layout* da fábrica. Adicionalmente, este projeto de dissertação em contexto industrial, não só permitiu o desenvolvimento da identificação e resolução de problemas num sistema produtivo, mas também um grande desenvolvimento pessoal no relacionamento e na comunicação com pessoas, uma vez que este último aspeto foi crucial durante todo o projeto.

7.2 Sugestões de trabalho futuro

Como sugestões de trabalho futuro, e sendo este um projeto de melhoria contínua, propõe-se a continuidade dos projetos que não foram implementados. A melhoria contínua é um processo demorado e complexo, uma vez que implica a alteração de hábitos de trabalho e, por vezes, é

também necessário a mudança de mentalidades para que se consiga atingir a excelência. Dar continuidade a este projeto não garantirá que a empresa atinja a excelência, mas decerto que estará um passo mais próximo de a conseguir. Desta forma, com o objetivo de implementar o sistema *mizusumashi*, a empresa deverá, primeiramente, garantir que existam interfaces entre a logística interna e a produção em todos os postos de trabalho, concluir a segunda fase da criação do estacionamento no Pavilhão 16 e construir unidades suficientes de carrinhos de PA para o *mizusumashi* .

Seguidamente, o *mizusumashi* deve ser construído e deve ser nomeado um operador que efetue o ciclo *mizusumashi*. Devem ser realizados ensaios durante vários dias, medindo os tempos e eliminando os desperdícios. Com o ciclo bem definido e otimizado, deve ser realizado uma folha de trabalho normalizado final, onde indique as diversas tarefas que deve executar, onde executar e quando as executar. Por fim, o operador *mizusumashi* deve ser treinado durante vários dias, de modo a que este trabalho normalizado se torne um hábito inconsciente. Todo este processo deverá ser implementado e monitorizado pelo Departamento de Engenharia.

Adicionalmente, as formações e reuniões de trabalho com todos os colaboradores deverão continuar a ser realizadas, de modo a promover uma maior integração de todos os colaboradores nos projetos de melhoria contínua e fazer com que sintam que as suas opiniões são consideradas e valorizadas, começando a estar mais confiantes, motivados e felizes no seu local de trabalho.

REFERÊNCIAS

- 4Lean. (2020). We Build Lean: Vol. III. <http://www.4lean.net/solutions/>
- Alizon, F., Shooter, S. B., & Simpson, T. W. (2009). Henry Ford and the Model T: lessons for product platforming and mass customization. *Design Studies*, 30(5), 588–605. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.03.003>
- Alves, A. (2017). Toyota Production System (TPS) e Lean Production (LP) [slides de PowerPoint]. <https://doi.org/10.4324/9780429273018>
- Baudin, M. (2004). *Lean Logistics: The nuts and the bolts of delivering materials and goods*. Productivity Press.
- Benbasat, I., Goldstein, D. K., & Mead, M. (1987). The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. *MIS Quarterly*, 11(3), 369–386. <https://doi.org/10.2307/248684>
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations and Production Management*, 34(7), 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2009). *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation, Production and Inventory Control, Systems and Industrial Engineering* (5th ed.). PICSIE.
- Bilalis, N., Scroubelos, G., Antoniadis, A., Emiris, D., & Koulouriotis, D. (2002). Visual factory: Basic principles and the “zoning” approach. *International Journal of Production Research*, 40(15 SPEC.), 3575–3588. <https://doi.org/10.1080/00207540210140031>
- Bonvik, A. M., & Gershwin, S. B. (1996). Beyond Kanban: Creating and analyzing lean shop floor control policies. *Manufacturing and Service Operations Management Conference Proceeding*, 46–51.
- Brar, G. S., & Saini, G. (2011). Milk run logistics: Literature review and directions. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 1, 797–801.
- Brunet, A. P., & New, S. (2003). Kaizen in Japan: An empirical study. *International Journal of Operations and Production Management*, 23(11–12), 1426–1446. <https://doi.org/10.1108/01443570310506704>
- Caputo, A. C., & Pelagagge, P. M. (2011). A methodology for selecting assembly systems feeding policy. *Industrial Management and Data Systems*, 111(1), 84–112. <https://doi.org/10.1108/02635571111099749>
- Carvalho, J. C. de. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (L. EDIÇÕES SÍLABO (ed.); 2nd ed.).

- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in Logistics & Supply Chains* (Vol. 3). McGraw-Hill Education.
- Costa, L., & Arezes, P. (2003). *Introdução ao estudo do trabalho: Sebenta de apoio à disciplina de Ergonomia e Estudo do Trabalho I*. Grupo de Engenharia Humana do Departamento de Produção e Sistemas UNIVERSIDADE DO MINHO.
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- CSCMP. (2018). Council of Supply Chain Management Professionals. *CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary*. <https://cscmp.org>
- Dahlgaard, J. J., & Dahlgaard-Park, S. M. (2006). Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. *TQM Magazine*, 18(3), 263–281. <https://doi.org/10.1108/09544780610659998>
- Feld, W. M. (2001). Lean manufacturing—tools, techniques, and how to use them. In *Journal of Manufacturing Systems* (Vol. 20, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/s0278-6125\(01\)80022-4](https://doi.org/10.1016/s0278-6125(01)80022-4)
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565–579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- Hall, R. W. (1987). Consolidation strategy: inventory, vehicles and terminals. *Journal of Business Logistics*, 8(2), 57–73.
- Hirano, H. (1995). 5 Pillars of the Visual Workplace: the Sourcebook for 5 S (p. 347).
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: a common sense low-cost approach to management* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, 30(1), 41. <https://doi.org/10.1108/01443570911005992>
- LERC. (2004). Cardiff Business School. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School. www.cf.ac.uk/carbs/lom/lerc
- Liker, J. (2004). The Toyota Way - 14 management principles the world's greatest manufacturer. In *Clinical Medicine* (Vol. 11).
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process

- industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673.
<https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mentzer, J. T., Flint, D. J., & Hult, G. T. M. (2001). Logistics service quality as a segment-customized process. *Journal of Marketing*, 65(4), 82–104.
<https://doi.org/10.1509/jmkg.65.4.82.18390>
- Mentzer, J. T., Min, S., & Bobbitt, L. M. (2004). Toward a unified theory of logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(8), 606–627.
<https://doi.org/10.1108/09600030410557758>
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (4th ed.).
- Ohno, T. (1998). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity Press.
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning and Control*, 17(1), 77–86.
<https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Pitel, P. A. (2008). Lean Thinking in healthcare - what's in for your patients and you? *Nemours Children's Clinic*, 61.
- Reis, L., Varela, M. L. R., Machado, J. M., & Trojanowska, J. (2016). APPLICATION OF LEAN APPROACHES AND TECHNIQUES IN AN AUTOMOTIVE COMPANY. 50.
- Russell, R. S., & Taylor III, B. W. (2011). *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain* (7th ed.). JOHN WILEY & SONS, INC.
- Scyoc, K. Van. (2008). Process safety improvement – Quality and target zero. 159, 42–48.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.02.036>
- Seth, D., & Gupta, V. (2005). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: An Indian case study. *Production Planning and Control*, 16(1), 44–59.
<https://doi.org/10.1080/09537280512331325281>
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Kern Pipan, K. (2010). Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle , RADAR Matrix , DMAIC and DFSS. 43(1), 476–483.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564. <https://doi.org/10.1080/00207547708943149>
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582. <https://doi.org/10.2307/2392581>

- Taboada, C. (2009). *Gestão de tecnologia e inovação na logística*. IESDE Brasil S.A.
- Taylor, F. W. (1911). *The principles of scientific management* (Vol. 6).
- Urru, A., Bonini, M., & Echelmeyer, W. (2018). Planning and dimensioning of a milk-run transportation system considering the actual line consumption. *IFAC-PapersOnLine*, 51(9), 404–409. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.07.066>
- Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11(Iceei), 1292–1298. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>
- Weisnera, K., & Deusea, J. (2014). Assessment methodology to design an ergonomic and sustainable order picking system using motion capturing systems. *Procedia CIRP*, 17, 422–427. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.046>
- Westbrook, R. (1995). Action research: A new paradigm for research in production and operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 15(12), 6–20. <https://doi.org/10.1108/01443579510104466>
- Wilson, L. (2009). *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *LEAN THINKING: BANISH WASTE AND CREATE WEALTH IN YOUR CORPORATION*. Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. Macmillan Publishing Company.

APÊNDICE 1 – OS SETE DESPERDÍCIOS *LEAN*

Os sete desperdícios identificados por Ohno (1998), podem ser classificados nas seguintes categorias:

- **Transporte** (*Transport*): O transporte é uma parte essencial das operações, mas a movimentação de materiais ou produtos não acrescenta qualquer valor (Imai, 1997). O transporte tem outros custos associados para além do tempo despendido tais como espaço necessário para a circulação dos produtos e aquisição de veículos de transporte. Além disso, também afeta a produtividade e questões relacionados com a qualidade (Wahab, Mukhtar e Sulaiman, 2013)
- **Inventário – excesso de *stock*** (*Inventory*): Existem três tipos de inventário, tais como: matéria-prima, WIP e produto acabado. (Wahab *et al.*, 2013) O inventário tende a aumentar o *lead time*, impede a rápida identificação de problemas, aumenta o custo das operações por espaço oculto e exigem equipamento e instalações adicionais como por exemplo armazéns (Imai, 1997). Este desperdício evidencia a existência de outros desperdícios tais como a sobreprodução, esperas ao longo dos processos e a não otimização dos recursos existentes.
- **Movimentações** (*Motions*): Qualquer movimento do corpo de uma pessoa não diretamente relacionado com a adição de valor é improdutivo. Quando uma pessoa está a caminhar, por exemplo, não está a acrescentar qualquer valor. Em particular, qualquer ação que exija grande esforço físico por parte de um operador, como levantar ou carregar um objeto pesado, deve ser evitada não só porque é difícil, mas também porque representa desperdício. Para identificar este desperdício, é necessário de ter uma boa visão da forma como os operadores utilizam as suas mãos e pernas para alocar todas as ferramentas necessárias no posto de trabalho de modo a reduzir movimentações e melhorar as condições ergonómicas (Imai, 1997).
- **Esperas** (*Waiting*): Este desperdício está diretamente relacionado com o fluxo e ocorre devido à utilização ineficaz do tempo (Wahab *et al.*, 2013). Numa empresa, este tipo de desperdício, ocorre quando o trabalho de um operador é colocado em espera devido a desequilíbrios de linha, falta de peças, ou inatividade da máquina. Pode também ocorrer quando o operador está simplesmente a monitorizar uma máquina enquanto esta realiza um trabalho de adição de valor (Imai, 1997). De acordo com Bicheno e Holweg

(2009)(Bicheno e Holweg, 2009), a espera é diretamente proporcional com o *lead time* que contribui para a competitividade e a satisfação do cliente.

- **Sobreprodução** (*Overproduction*): Segundo (Ohno, 1998), este é considerado o pior desperdício e o que está na origem da formação de tantas outras atividades que não acrescentam valor ao processo produtivo. Este tipo de desperdício resulta na antecipação do calendário de produção, de forma a prevenir eventuais falhas de máquinas, rejeições e absentismo. Isto dá às pessoas uma falsa sensação de segurança, ajuda a encobrir todo o tipo de problemas e obscurece informações que podem fornecer pistas para a melhoria continua no chão de fábrica (Imai, 1997).
- **Sobre processamento** (*Overprocessing*): Este desperdício refere-se a processos que não acrescentam valor ao produto final. O excesso de processamento ocorre em situações em que são encontradas soluções demasiado complexas para procedimentos simples, resultando em atividades desnecessárias para a cadeia de valor (Imai, 1997). Tanto o excesso de qualidade, superior à solicitada pelo cliente, como o processamento incorreto devido à ineficiência do processo podendo originar produtos defeituosos e movimentações desnecessárias, são exemplos deste tipo de desperdício (Liker, 2004). Um processo capaz requer correção, métodos, formação e padrões exigidos que não resultam em defeitos de fabrico (Imai, 1997).
- **Defeitos** (*Defects*): podem implicar retrabalho, atrasos ou, numa situação mais extrema, podem implicar a perda da matéria-prima, resultando em qualquer um dos casos em custos para a organização. Estes problemas na qualidade do produto são causados por mau controlo dos processos, débil manutenção dos equipamentos e má formação dos colaboradores. Segundo (Ohno, 1998), sempre que um defeito é identificado, todo o processo deve ser interrompido de imediato e deve-se diagnosticar o problema desde a sua raiz.

APÊNDICE 2 – DESENHO DE UMA LINHA MIZUSUMASHI

Segundo Coimbra (2013), para desenhar um sistema de abastecimento *mizusumashi* é necessário executar as seguintes etapas:

1. Fazer uma lista de todas as tarefas que serão atribuídas ao *mizusumashi*. (O início do ciclo é a caixa de nivelamento ou caixa *kanban* onde o *mizusumashi* escolhe a informação sobre os produtos a escolher ou a fazer);
2. Fazer uma estimativa inicial do tempo que cada tarefa levará;
3. Desenhar um percurso circular no *layout* geral da fábrica;
4. Identificar os pontos de paragem (estações);
5. Construir um protótipo de comboio apropriado;
6. Fazer um ensaio com o comboio vazio, tendo em conta que as curvas devem ser de 90 graus, sem cortar os cantos, de modo a não interferir com o espaço de valor acrescentado.
7. Certificar que todos os supermercados estão prontos;
8. Escolher o melhor operador para ser o *mizusumashi*, uma vez que todo o abastecimento depende do bom desempenho deste trabalhador;
9. Realizar ensaios durante quatro ou cinco dias, medindo os tempos e eliminar os desperdícios;
10. Elaborar a folha de trabalho normalizado (instrução de trabalho) final.;
11. Treinar o trabalhador *mizusumashi* durante pelo menos 20 dias, para que este trabalho normalizado se torne um hábito inconsciente.

APÊNDICE 3 – DIAGRAMAS DE SPAGHETTI PARA CADA OL

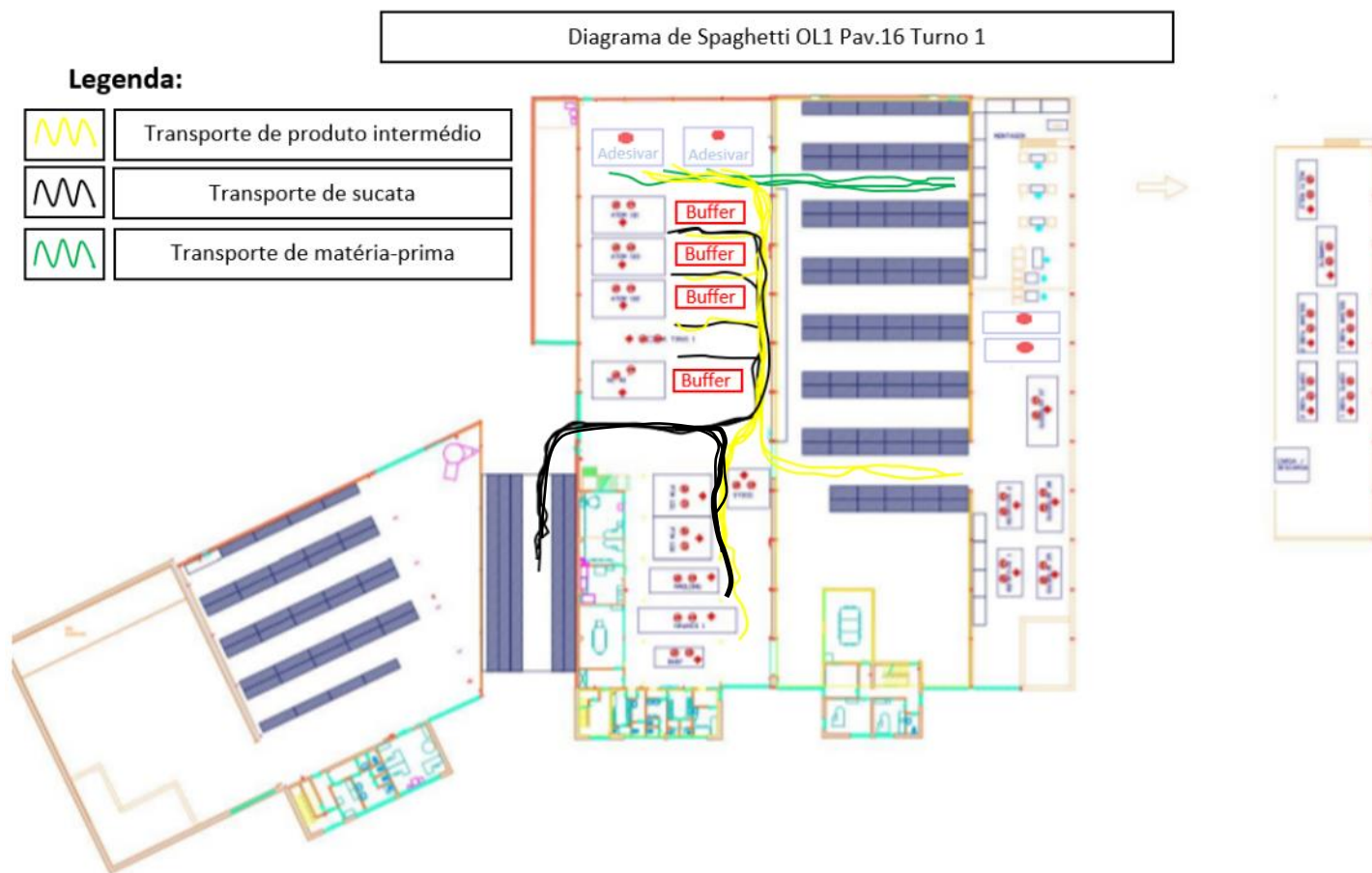


Figura 79– Diagrama de *Spaghetti* do OL1 Pav.16 Turno 1

Diagrama de Spaghetti OL2 Pav.16 Turno 1

Legenda:

	Transporte de paletes sem material
	Transporte de produto acabado
	Transporte de caixas de cartão
	Transporte de produto intermédio

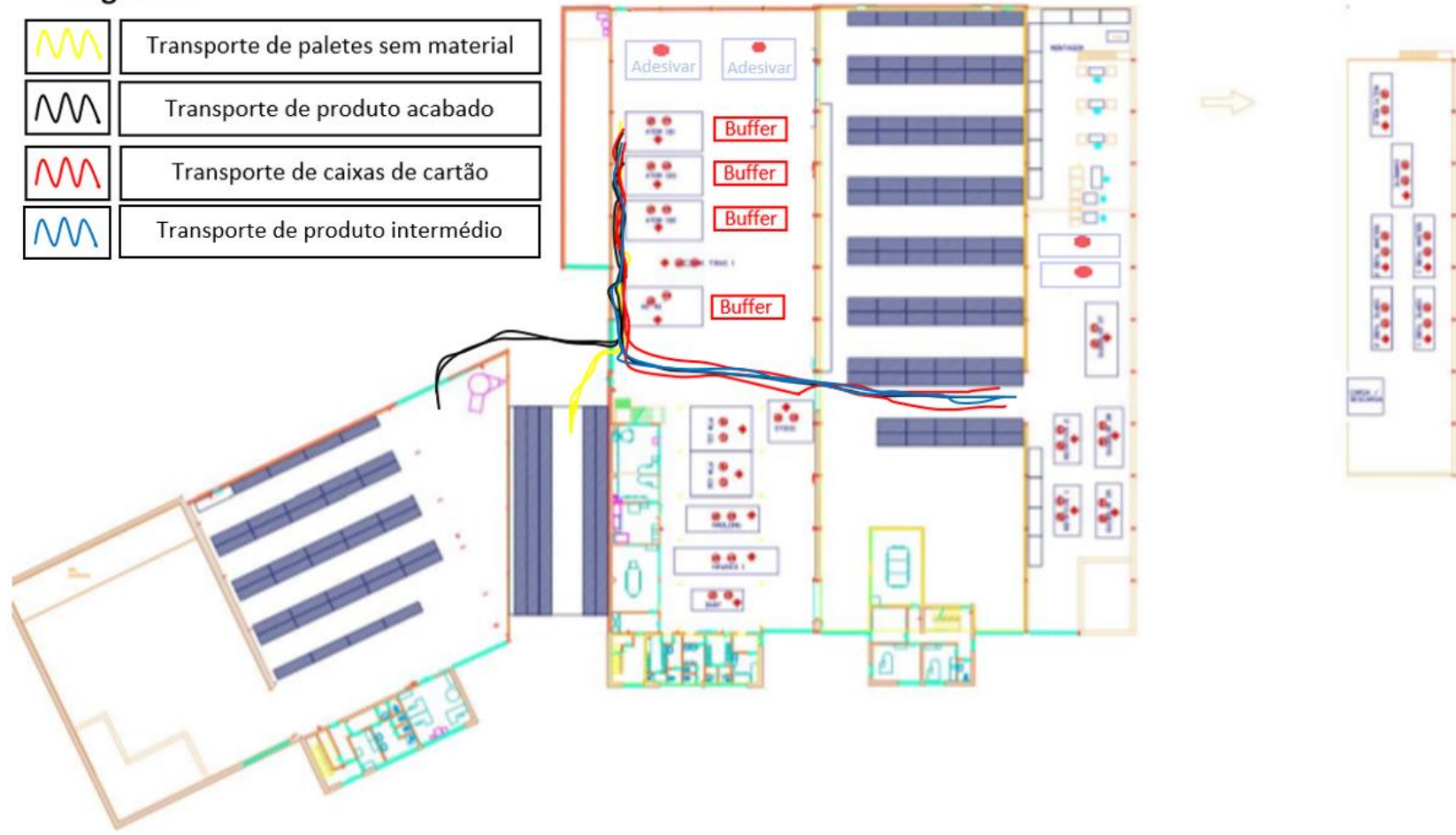






Figura 80– Diagrama de *Spaghetti* do OL2 Pav.16 Turno 1

Diagrama de Spaghetti OL3 Pav.16 Turno 1

Legenda:

	Transporte de produto intermédio
	Transporte de ferramentas de corte
	Transporte de produto acabado
	Transporte de caixas de cartão

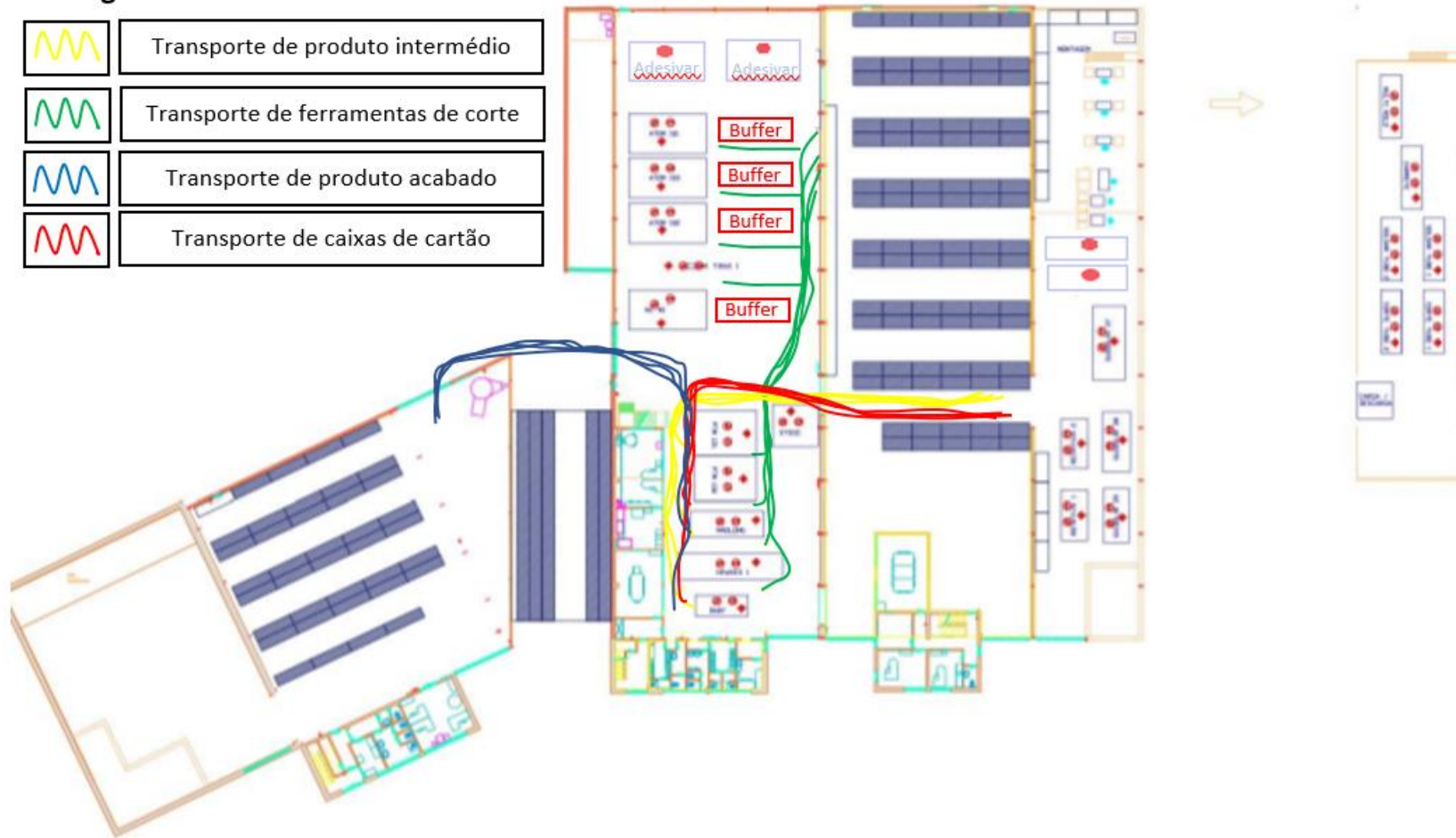



Figura 81- Diagrama de *Spaghetti* do OL3 Pav.16 Turno 1

Diagrama de Spaghetti OL4 Pav.14 Turno 1

Legenda:

	Transporte de produto intermédio
	Transporte de sucata
	Transporte de ferramentas de corte
	Transporte de produto acabado
	Transporte de caixas de cartão

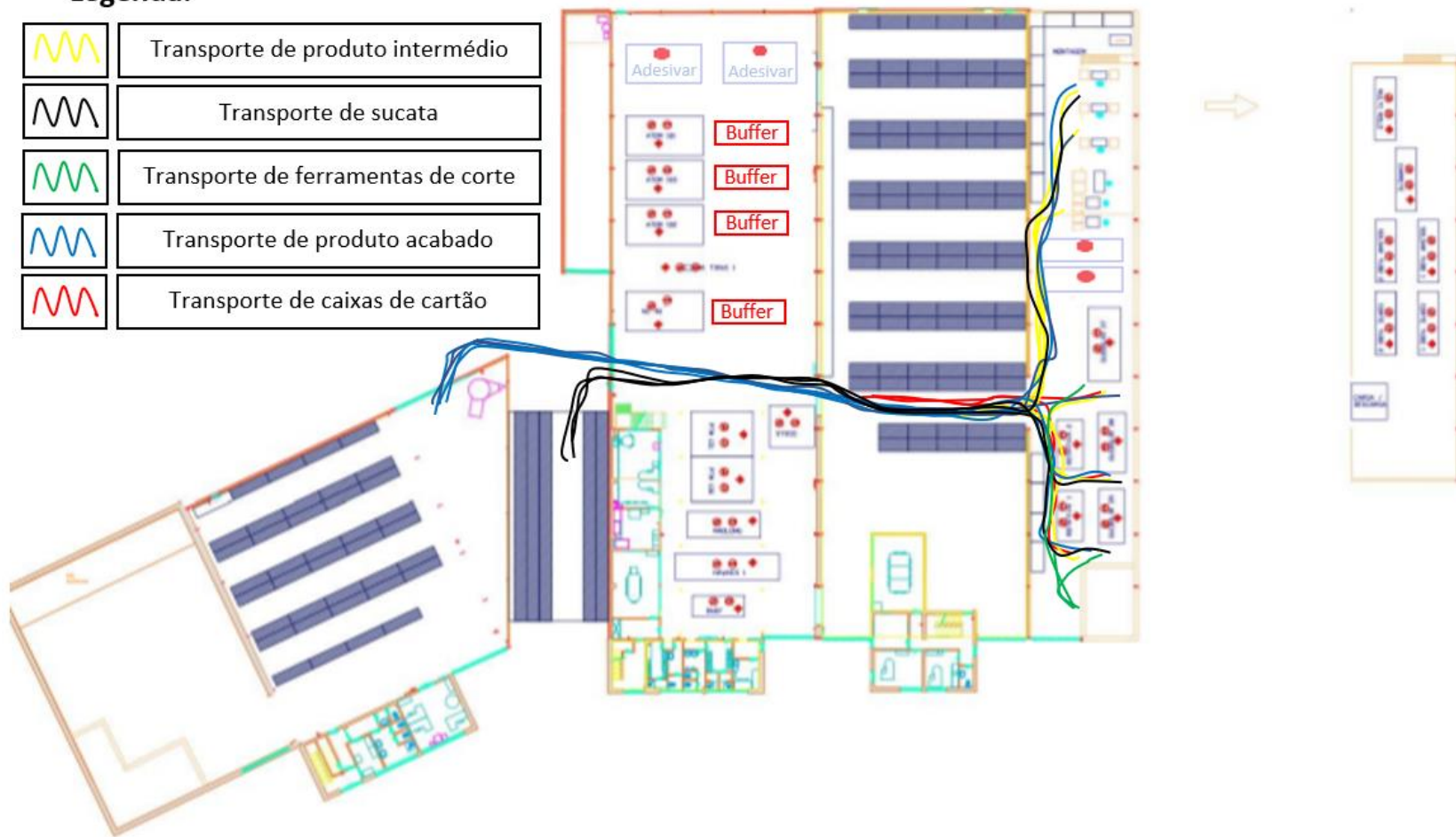


Figura 82- Diagrama de *Spaghetti* do OL4 Pav.14 Turno 1

Diagrama de Spaghetti OL1 e OL2 Turno 2

Legenda:

	Transporte de produto intermédio
	Transporte de sucata
	Transporte de ferramentas de corte
	Transporte de produto acabado
	Transporte de caixas de cartão



Figura 83– Diagrama de *Spaghetti* do OL1 e OL2 Turno 2

APÊNDICE 4 – BPMN DO SISTEMA PRODUTIVO

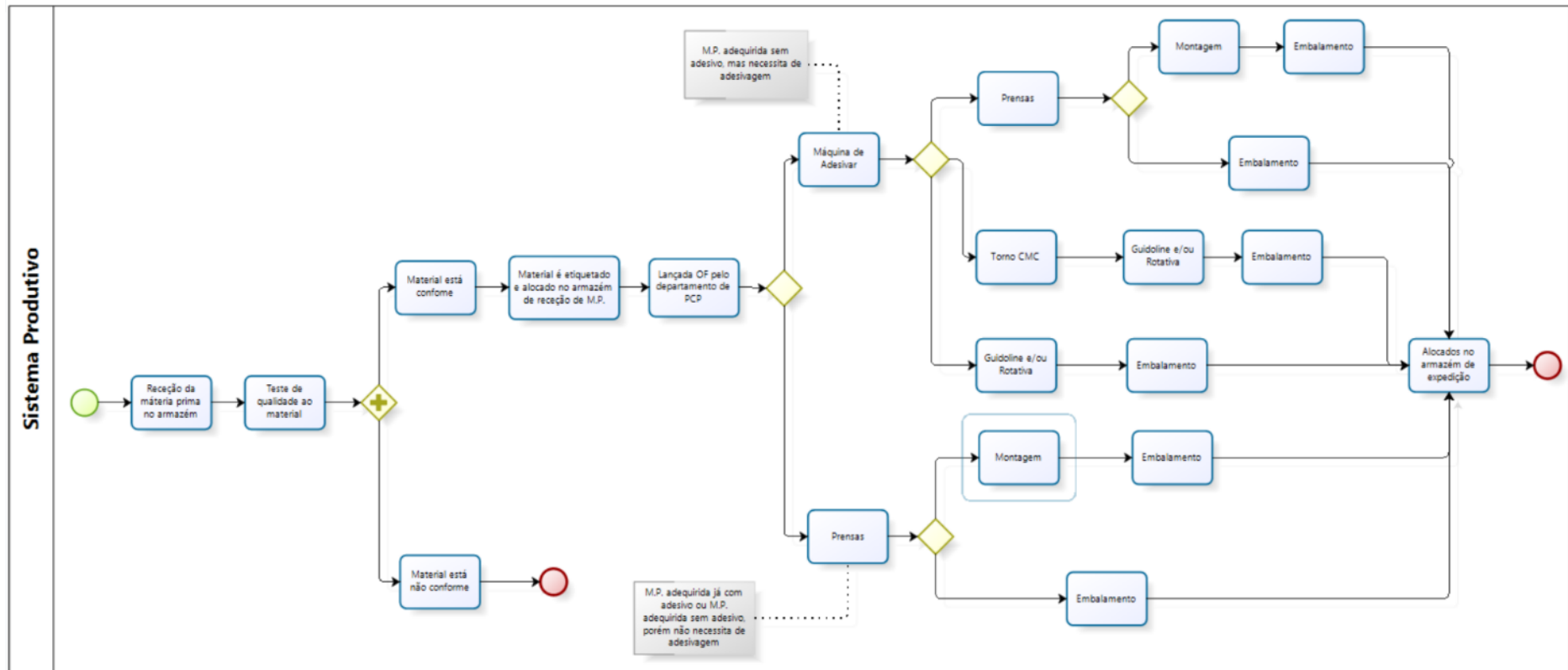


Figura 84 – BPMN do sistema produtivo


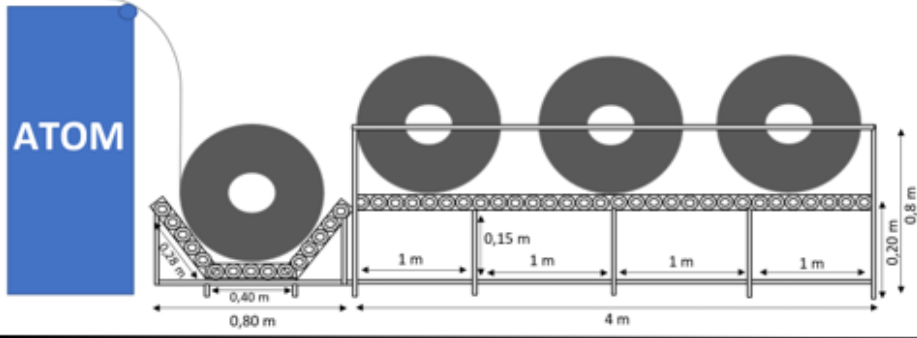
APÊNDICE 5 – PLANO DE AÇÕES 5W2H

Tabela 21- Plano de ações 5W2H

<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>When?</i>	<i>Who?</i>	<i>How?</i>	<i>How much?</i>
Reformular o método e tipo de transporte de MP, PI e PA (Problema n.º 1)	<ul style="list-style-type: none"> - Excesso de movimentações e tempo despendido à procura de um porta paletes; - Instabilidades das cargas provocando possíveis danos na MP e PI - Heterogeneização do transporte. 	Pavilhão 14 e 16		Luís Lima	- Criação de carrinhos de MP e PA que asseguram todas as condições para os colaboradores e para os materiais.	
Melhorar e normalizar o layout das máquinas <i>kiss cut</i> (Problema n.º 2, 7 e 8)	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de interfaces entre a produção e a logística interna; - Desorganização do chão de fábrica; - Inexistência de corredores de passagem; - Excesso de movimentações e de esforço físico na manipulação de cargas. 	Pavilhão 14		Luís Lima	<ul style="list-style-type: none"> - Definir e delimitar zonas diferenciadas para as máquinas <i>kiss cut</i>. - Aplicação de ferramentas <i>lean</i> como: 5S, gestão visual, trabalho normalizado 	
Melhorar o abastecimento às máquinas <i>kiss cut</i> (Problema n.º 2, 7, 8 e 9)	<ul style="list-style-type: none"> - É praticado produção <i>push</i>, entre a CMC e as <i>kiss cut</i>; - Excesso de PI; - Perdas de tempo para encontrar a referência requisita pelas máquinas <i>kiss cut</i>; - Desorganização no chão de fábrica; - Excesso de movimentações. 	Pavilhão 14		Luís Lima	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação de um sistema <i>kanban</i> de duas caixas para o abastecimento às máquinas <i>kiss cut</i>; - Criação de um estacionamento para os carrinhos de MP vazios; - Aplicação de ferramentas <i>lean</i> como: 5S, gestão visual, trabalho normalizado. 	
Limpar e organizar as mesas de trabalho das máquinas <i>kiss cut</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Postos de trabalho desorganizados; - Perdas de tempo para encontrar a ferramenta pretendida. 	Pavilhão 14		Luís Lima	- Implementação dos 5S	
Organizar e normalizar o <i>buffer</i> de MP das prensas (Problema n.º 3 e 6)	<ul style="list-style-type: none"> - Perdas de tempo em encontrar MP num <i>buffer</i> cheio e desorganizado; - Problemas ergonómicos para os OM na troca de bobine. 	Pavilhão 16		Luís Lima	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de um bordo de linha específico para o local; - Aplicação de ferramentas <i>lean</i> como: 5S, gestão visual, trabalho normalizado. 	

Melhorar a requisição de material ao armazém de MP (Problema n.º 2, 5 e 7)	- Excesso de movimentações com MP pelos OL devido à fraca comunicação entre a produção e a logística interna; - Heterogeneização do transporte.	Pavilhão 16		Luís Lima	- Implementação de um quadro <i>kanban</i> de requisição de material - Normalização do transporte	
Organizar e normalizar o <i>buffer</i> de PA das prensas (Problema n.º 4)	- Espaço desorganizado e não otimizado; - Falta de interfaces entre a produção e a logística interna	Pavilhão 16		Luís Lima	- Criação de Zona de interface (zona In/Out) para recolha de PA das prensas; - Delimitação de zonas para os bordos de linha; - Aplicação de ferramentas <i>lean</i> como: 5S, gestão visual, trabalho normalizado	
Modificar e melhorar o método de transporte no pavilhão 16 (Problema n.º 1 e 2)	- Excesso de OL para realizarem atividades de transporte; - Excesso de deslocações; - Baixo rendimento dos OL.	Pavilhão 16		Luís Lima	- Implementação de um sistema <i>mizusumashi</i> no Pavilhão 16	
Melhorar o sistema de recolha de sucata (Problema n.º 2 e 9)	- Posto de trabalho sujo e desorganizado dificultando o trabalho dos OM; - Perdas de tempo na limpeza dos postos de trabalho.	Pavilhão 16		Luís Lima	- Colocação de um caixote do lixo adaptado debaixo de cada máquina.	
Criar objetivos de produção e aumentar o envolvimento dos colaboradores	- Falta de objetivos; - Falta de envolvimento dos colaboradores no processo de melhoria contínua; - Colaboradores acomodados com a situação atual.	Pavilhão 14 e16		Luís Lima	- Implementação de um painel com indicadores de produtividade, princípios <i>lean</i> e espaço para sugestões de melhoria e reclamações; - Fornecer formação aos colaboradores.	
Organizar e limpar o local de armazenamento de restos	- Dificuldade em identificar referências pretendidas; - Referências inativas; - Má gestão do espaço disponível.	Pavilhão 14		Luís Lima	- Implementação dos 5S	

APÊNDICE 6 – FICHAS DE ORÇAMENTAÇÃO

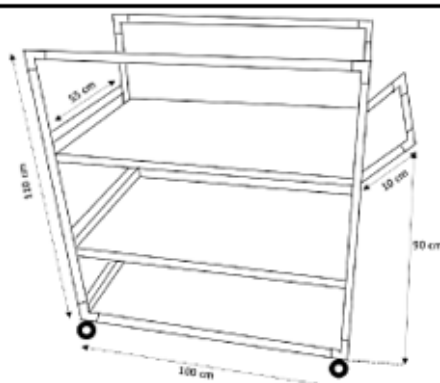
		Orçamentação: Bordo de linha para prensas			
					
Lista de Materiais: Flow Rack	Designação	Código	Preço/unidade	Quantidade	Preço Total
	Junta 90º	J-90P	0,91€	16	14,56€
	Junta	J-03P	0,77€	2	1,54€
	Junta	J-02P	0,61€	2	1,22€
	Junta	J-01P	0,48€	18	8,64€
	Junta	J-04P	0,71€	18	12,78€
	Junta 45º	J-13P	1,62€	8	12,96€
	Tubo (4 metros)	T-2810B	9,55€	7,4675	71,31€
	Rollers (4 metros)	R-80B	50,77€	4	203,08€
	Suporte Roller	JR-80AM	1,67€	8	13,36€
	Parafusos	PM6-P	0,06€	51	3,06€
	Porcas	FM6-P	0,06€	51	3,06€
	Total				345,57€
Lista de Materiais: Berço	Junta 90º	J-90P	0,91€	8	7,28€
	Junta	J-03P	0,77€	4	3,08€
	Junta	J-02P	0,61€	4	2,44€
	Junta 45º	J-13P	1,62€	8	12,96€
	Tubo (4 metros)	T-2810B	9,55€	2,085	19,91€
	Rollers (4 metros)	R-80B	50,77€	2,2	111,694€
	Parafusos	PM6-P	0,06€	52	3,12€
	Porcas	FM6-P	0,06€	52	3,12€
		Total			
	Total Final	Berço + Flow Rack			509,18€

Data: 06/01/2020

Elaborado por: Luis Lima

Figura 85- Ficha de orçamentação para o bordo de linha

Orçamentação: Carrinho MP para *kiss cut*

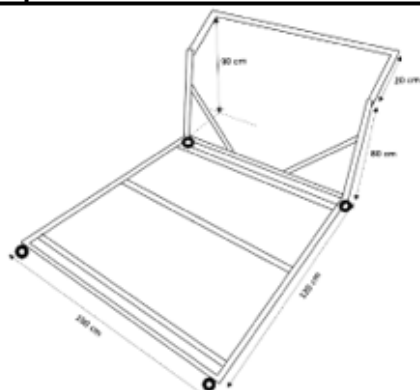


Designação	Código	Preço/unidade	Quantidade	Preço Total
Junta 90º	J-90P	0,91€	12	10,92€
Junta	J-02P	0,61€	12	7,32€
Junta	J-01P	0,48€	36	17,28€
Junta 45º	J-13P	1,62€	2	3,24€
Rodas c/travão	RO4-80RT1	3,83€	2	7,66€
Rodas s/travão	RO4-80F1	2,54€	2	5,08€
Encaixe rodas	JRO-01M	0,77€	4	3,08€
Casquilho	CPE-NYR	0,95€	4	3,80€
Parafusos	PM6-P	0,06€	62	3,72€
Porcas	FM6-P	0,06€	62	3,72€
Tube (4 metros)	T-2810B	9,55€	5	47,75€
Total				113,57€

Data: 06/01/2020

Elaborado por: Luis Lima

Figura 86- Ficha de orçamentação para carrinho MP para *kiss cut*



Designação	Código	Preço/unidade	Quantidade	Preço Total
Junta 90º	J-90P	0,91€	8	7,28€
Junta	J-02P	0,61€	2	1,22€
Junta	J-01P	0,48€	12	5,76€
Junta	J-03P	0,77€	2	1,54€
Junta 45º	J-13P	1,62€	10	16,2€
Rodas c/travão	RO4-80RT1	3,83€	2	7,66€
Rodas s/travão	RO4-80F1	2,54€	2	5,08€
Porca 8	FM8-M	0,08€	16	1,28€
Anilha 8	AN8-M	0,04€	16	0,64€
Parafuso 8	PM8-40-M	0,09€	16	1,44€
Encaixe rodas	JRO-01M	0,77€	16	12,32€
Parafusos	PM6-P	0,06€	24	1,44€
Porcas	FM6-P	0,06€	24	1,44€
Tubo (4 metros)	T-2810B	9,55€	3	28,65€
Total				91,95€

Data: 06/01/2020

Elaborado por: *Luís Lima*

Figura 87- Ficha de orçamentação para carrinho PA

APÊNDICE 7 – PROPOSTA DE DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DE ZONAS DE MP, PA E AVA PARA AS MÁQUINAS *KISS CUT*

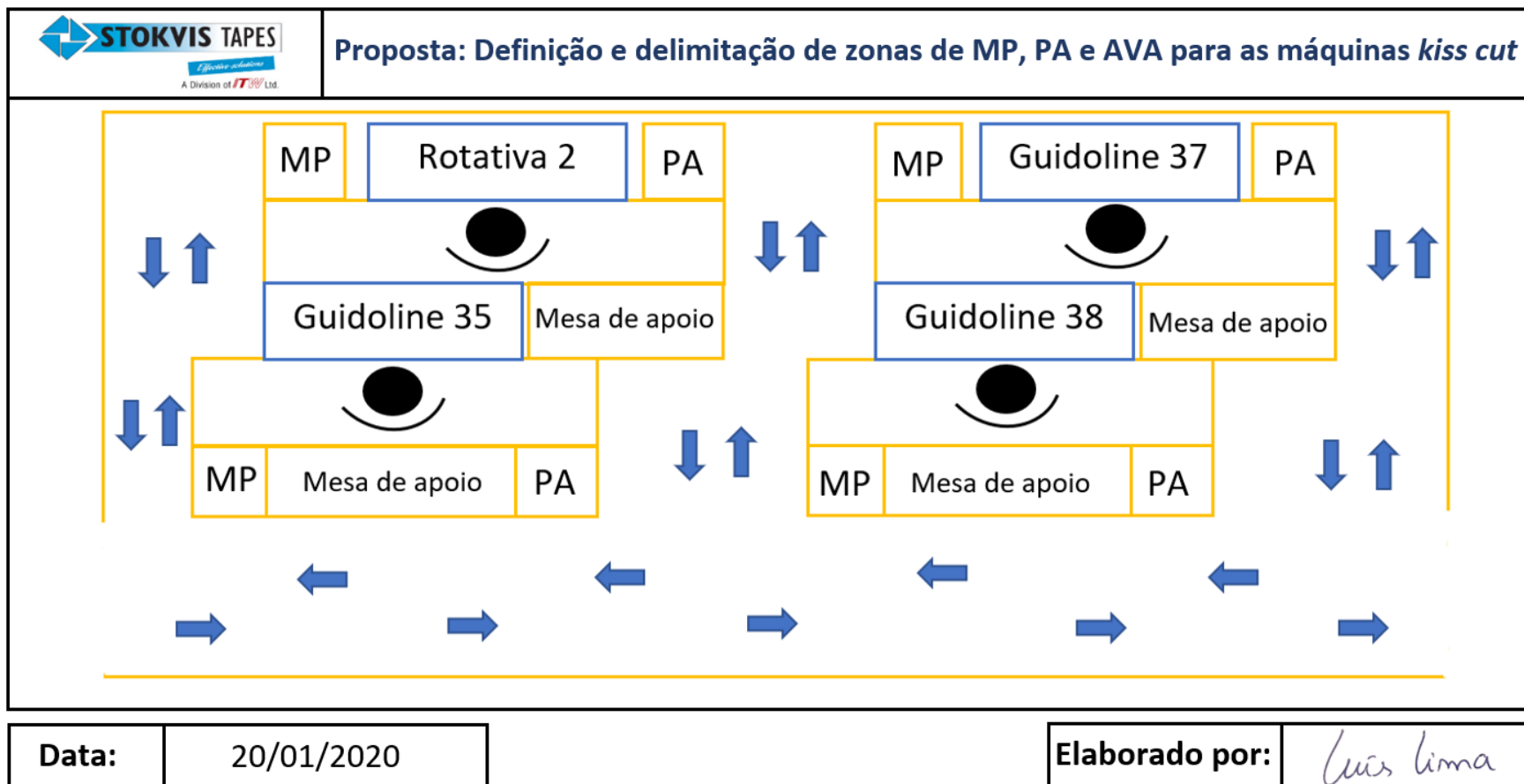


Figura 88- Proposta de definição e delimitação de zonas de MP, PA e AVA para as máquinas *kiss cut*

APÊNDICE 8 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO





 IT- Preparação dos carrinhos de MP		
<p>1 - Preparar o carrinho de MP vazio com 1 OF, dividida uniformemente pelas prateleiras.</p>	<p>2 - Colocar a respetiva etiqueta do material em cada prateleira.</p>	<p>3 - Colocar o carrinho, já preparado, debaixo do rack, onde está identificado qual o local que deverá prosseguir na próxima etapa do processo produtivo.</p>
		
Data: 21/07/2020	Elaborado por: <i>Luís Lima</i>	

Figura 89- Instrução de trabalho para preparação dos carrinhos de MP

1 – Retirar o carrinho de MP vazio da zona de interface



2 – Trocar o carrinho de MP vazio, pelo carrinho de MP já preparado



3 – Transportar de novo o carrinho de MP preparado até à zona de interface, corretamente marcada e identificada no chão de fábrica.



Data: 21/07/2020

Elaborado por: *Luís Lima*

Figura 90- Instrução de trabalho para rota de abastecimento entre máquinas CMC e *kiss cut*

1 – Consultar, nas quatro máquinas *kiss cut*, se há necessidade de reposição de caixas de cartão



2 – Verificar se a palete está totalmente preenchida com o produto acabado e transportar o carrinho até ao estacionamento do pavilhão 16



3 – No parque de estacionamento, estacionar o carrinho cheio no local previamente delimitado e trocar por um vazio, colocando-lhe uma palete



Figura 91- Instrução de trabalho para recolha do produto acabado das máquinas *kiss cut*

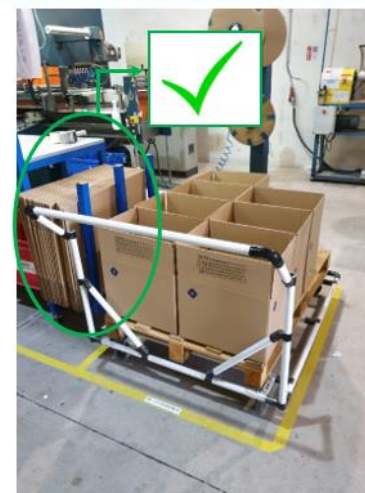
4 – Efetuar o *picking* das caixas de cartão necessárias, transportando-as no carrinho de PA vazio



5 – Colocar o carrinho de PA na zona de interface



6 – Abastecer a(s) máquina(s), que necessitam de reposição, com as caixas de cartão



Data:

21/07/2020

Elaborado por:

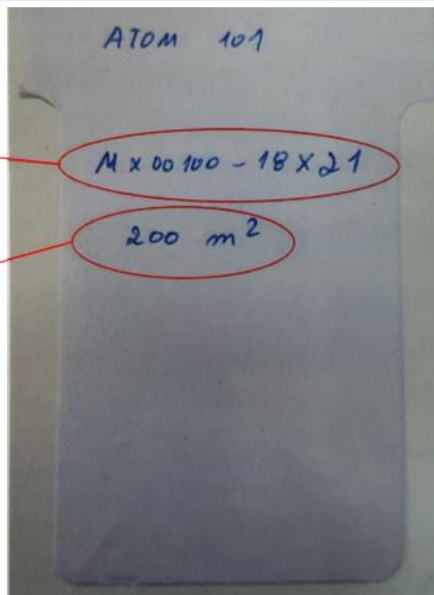
Luís Lima

Figura 92- Instrução de trabalho para recolha do produto acabado das máquinas *kiss cut* (continuação)

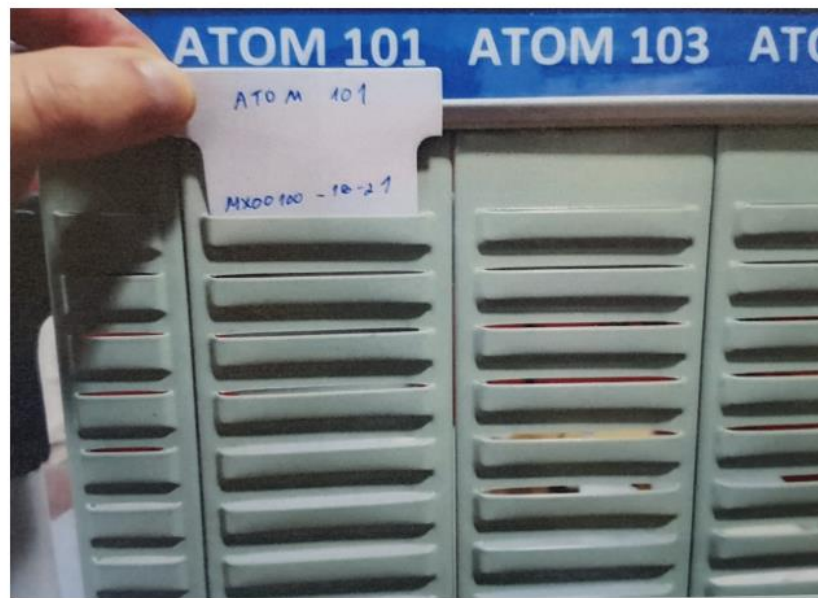
1 – Escrever num cartão-T a referência do material, a quantidade de metros quadrados necessários e a máquina de destino.

Referência da matéria-prima

Metros quadrados



2 – Colocar o cartão-T na coluna correspondente á máquina onde o material deve ser abastecido. Colocar os cartões-T sequencialmente, do mais urgente para o menos.



Data: 24/07/2020

Elaborado por: *Luís Lima*

Figura 93- Instrução de trabalho para solicitação de matéria-prima ao armazém de matéria-prima

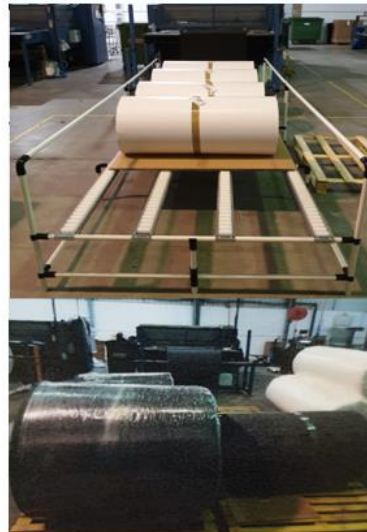
IT- Abastecimento de Matéria-Prima às prensas

1 - Verificar quais as máquinas com espaço no bordo de linha e retirar os cartões-T colocados no quadro *kanban*



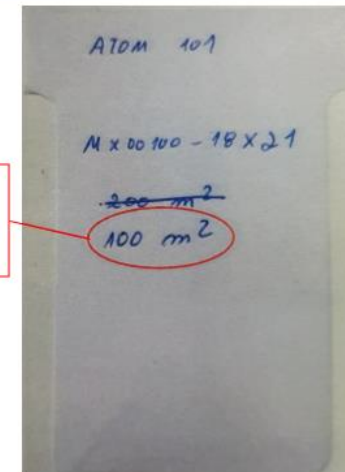
Verificar
espaços
vazios

2 - Efetuar o *picking* e abastecer a MP no bordo de linha da respectiva máquina, colocando as bobines sempre na horizontal.



3 - Caso a quantidade pedida esteja toda entregue deve-se eliminar o cartão-T. Caso só tenha sido entregue parte da quantidade pedida deve ser atualizado o cartão-T

Quantidade
em falta
atualizada



Data: 24/07/2020

Elaborado por: Luis Lima

Figura 94- Instrução de trabalho para abastecimento de matéria-prima às prensas

Folha de Trabalho Normalizado

Efetuated por: Operador logístico Pav.14

Rota Logística: Recolha de produto acabado nas máquinas *kiss cut*

Distância percorrida: 60 metros



N.º	Descrição das operações	Tempo (em segundos)		Tempo de funcionamento da operação																																																																															
		Manual	Transporte	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80																																								
1	Consultar, nas quatro máquinas <i>kiss cut</i> , se há necessidade de reposição de caixas de cartão	8		█																																																																															
2	Retirar carrinho PA completo da zona de interface	2								█																																																																									
3	Transportar o carrinho com PA até ao parque de estacionamento no Pav.16		18													█																																																																			
4	No parque de estacionamento, trocar o carrinho com PA por um vazio e colocar-lhe uma paleta	12														█																																																																			
5	Transportar o carrinho PA vazio até ao local de <i>picking</i> de caixas de cartão		9																			█																																																													
6	Efetuar o <i>picking</i> das caixas de cartão e coloca-las no carrinho PA vazio	10																								█																																																									
7	Transportar o carrinho PA com as caixas de cartão o restante trajeto		9																													█																																																			
8	Colocar carrinho de PA na zona de interface	2																																		█																																															
9	Abastecer a(s) máquina(s), que necessitam de reposição, com as caixas de cartão	10																																				█																																													
Total			80																																																																																

Data:

21/07/2020

Elaborado por:

Luis Lima

Figura 96- Folha de trabalho normalizado para recolha de PA das máquinas *kiss cut*

APÊNDICE 10 – PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE UM PARQUE DE ESTACIONAMENTO PARA CARRINHOS PA NO PAV.16



Figura 97- Proposta de criação de um parque de estacionamento para carrinho PA no pav.16

APÊNDICE 11 – PROPOSTA PARA A COLOCAÇÃO DE UM CAIXOTE DO LIXO DEBAIXO DA PRENSA

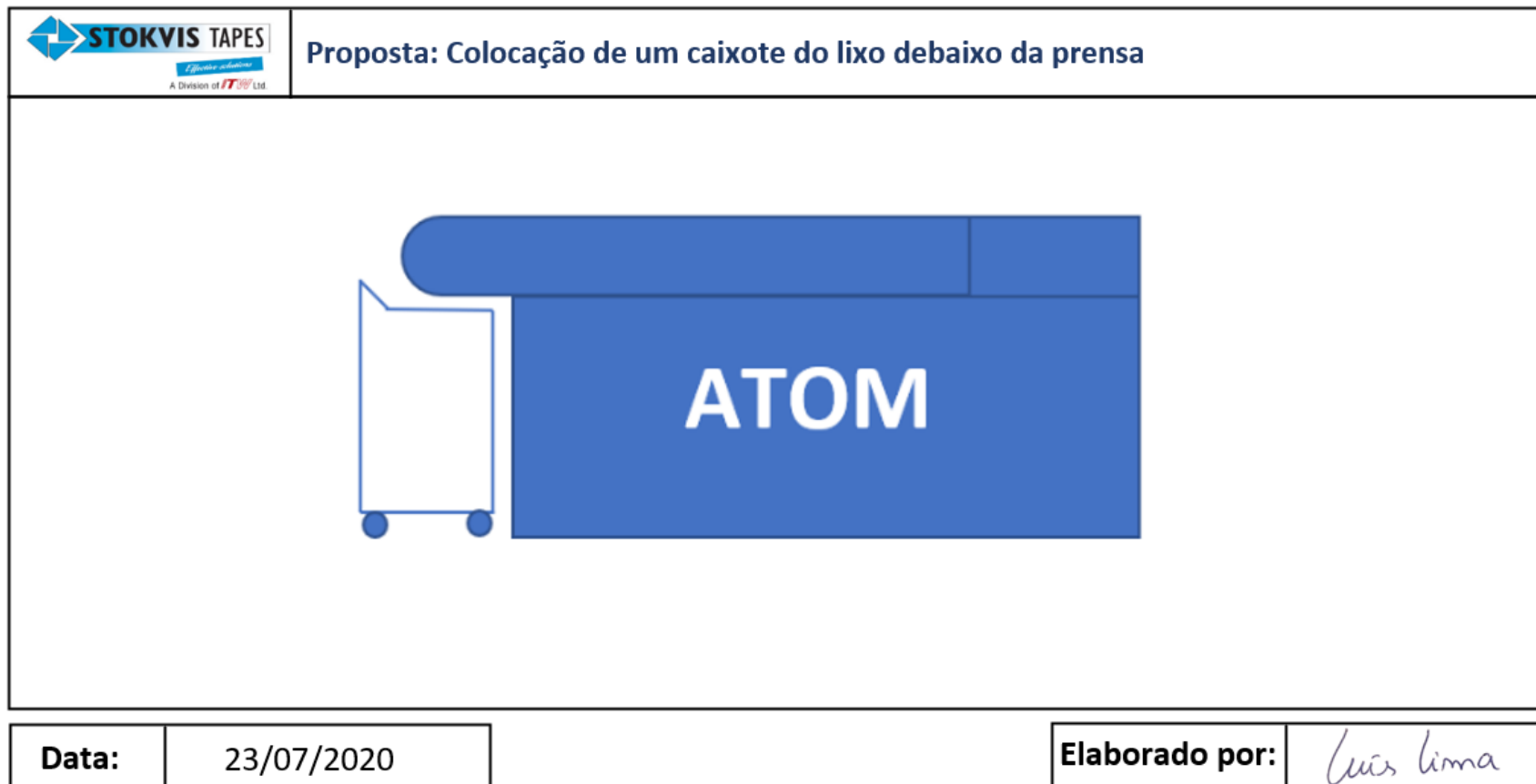


Figura 98- Esquematização da proposta para colocação de um caixote do lixo debaixo da prensa

APÊNDICE 12 – ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DO BORDO DE LINHA PARA AS PRENSAS



Figura 99- Etapas de construção do bordo de linha para as prensas

ANEXO 1 – MULTIPLICADOR DE PEGA

Tabela 22- Condições de análise da qualidade da pega

Qualidade da pega	Condições
Boa	<p>$W \leq 40$ cm, $H \leq 30$ cm e boas pegas ou recortes;</p> <p>Pega com comprimento $\geq 11,5$ cm e $2 < \varnothing < 4$ cm;</p> <p>Fácil de manipular com pontos que sejam fáceis de agarrar;</p>
Aceitável	<p>$W \leq 40$ cm, $H \leq 30$ cm e más pegas ou recortes;</p> <p>$W \leq 40$ cm, $H \leq 30$ cm e ângulo dos dedos com a palma da mão $\leq 90^\circ$;</p>
Má	<p>$W > 40$ cm ou $H > 30$ cm;</p> <p>Ou dificuldade em pegar;</p> <p>Ou centro de gravidade instável (líquidos, materiais granulosos, etc.);</p> <p>Ou centro de gravidade assimétrico;</p>

Tabela 23- Multiplicador de pega

Qualidade de pega	Multiplicadores de pega	
	$V < 75$ cm	$V \geq 75$ cm
Boa	1,00	1,00
Aceitável	0,95	1,00
Má	0,90	0,90

ANEXO 2 – MULTIPLICADOR DE FREQUÊNCIA

Tabela 24- Multiplicador de frequência

Frequência (em elevações por minuto)	Duração do período com tarefas de elevação					
	< 1 h		1 - 2 h		2 - 8 h	
	V < 75 cm	V ≥ 75 cm	V < 75 cm	V ≥ 75 cm	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ANEXO 3 – DADOS ANTROPOMÉTRICOS DA POPULAÇÃO PORTUGUESA ADULTA

DIMENSÃO ANTROPOMÉTRICA	PERCENTIS MASCULINOS				PERCENTIS FEMININOS			
	5	50	95	dp	5	50	95	dp
1. Altura de pé	1565	1690	1815	76	1456	1565	1674	66
2. Altura dos olhos (rel. ao solo)	1463	1585	1707	74	1355	1465	1575	67
3. Altura do ombro (rel. ao solo)	1277	1395	1513	72	1181	1290	1399	66
4. Altura do punho (rel. ao solo)	664	735	806	43	619	685	751	40
5. Altura do cotovelo (rel. ao solo)	966	1050	1134	51	889	965	1041	46
6. Distância cotovelo-punho	320	350	380	18	292	320	348	17
7. Alcance funcional anterior	628	730	832	62	621	675	729	33
8. Alcance funcional vertical (de pé)	1875	2030	2185	94	1719	1860	2001	86
9. Altura sentado (rel. ao assento)	818	920	1022	62	799	865	931	40
10. Distância olhos-assento	716	810	904	57	696	760	824	39
11. Altura lombar (rel. ao assento)	166	215	264	30	174	220	266	28
12. Espessura da coxa	134	180	226	28	124	165	206	25
13. Altura do joelho (rel. ao solo)	459	525	591	40	434	480	526	28
14. Altura do poplíteo (rel. ao solo)	347	400	453	32	327	365	403	23
15. Distância coxa-poplíteo	419	485	551	40	421	470	519	30
16. Comprimento máximo da coxa	518	590	662	44	517	570	623	32
17. Espessura do peito (busto)	221	265	309	27	226	275	324	30
18. Espessura abdominal	204	260	316	34	201	260	319	36
19. Alcance funcional vertical (sentado)	1117	1250	1383	81	1071	1165	1259	57
20. Distância ombro-assento	576	630	684	33	496	590	684	57
21. Distância cotovelo-assento	206	255	304	30	191	250	309	36
22. Largura dos ombros (biacromial)	299	335	371	22	251	300	349	30
23. Largura dos ombros (bideltóide)	426	475	524	30	379	445	511	40
24. Largura das ancas	341	380	419	24	342	400	458	35
Peso (Kg)	57	75	93	11	49	65	81	10

Figura 100- Tabela UMINHO- Dados Antropométricos População Portuguesa Adulta

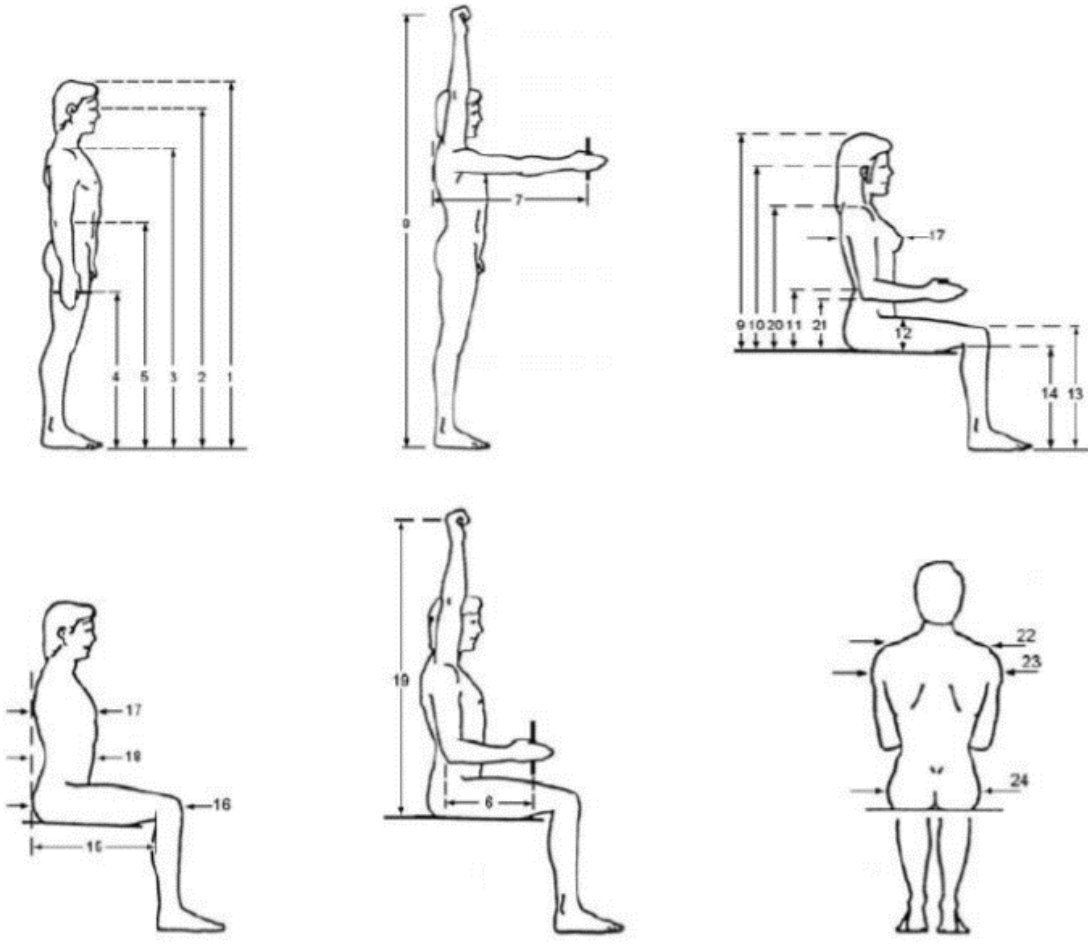


Figura 101- Principais Dimensões Antropométricas Estáticas