



Análise e melhoria dos processos logísticos de uma empresa do ramo automóvel

JOÃO EDUARDO PINHO VALENTE

Outubro de 2021

ANÁLISE E MELHORIA DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS DE UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMÓVEL

João Eduardo Pinho Valente

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

ANÁLISE E MELHORIA DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS DE UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMÓVEL

João Eduardo Pinho Valente

Estudante n.º 1190067

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira.

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer ao Grupo Simoldes e a todos os colaboradores da Plastaze que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Em particular aos meus colegas de departamento e aos Engenheiros Vítor Resende e Pedro Andrade, que sempre se mostraram disponíveis para ajudar e ensinar, mantendo sempre a boa disposição e companheirismo.

Faço também um agradecimento especial ao Professor Doutor Luís Carlos Pinto Ferreira, do Instituto Superior de Engenharia do Porto, por toda a orientação e sobretudo, pela total disponibilidade que sempre demonstrou ao longo deste trabalho.

Finalmente quero agradecer à minha família pelo apoio incondicional em todas as minhas decisões, tanto na vida pessoal como académica.

RESUMO

Atualmente, de forma a conseguirem uma vantagem competitiva num mercado cada vez mais exigente, as empresas recorrem ao Lean Manufacturing e a todas as suas metodologias de forma a minimizar os desperdícios, garantir a qualidade e melhorar continuamente os processos produtivos.

O presente trabalho teve como objetivo a análise e mapeamento logístico de uma empresa do ramo automóvel, a Plastaze – Plásticos de Azeméis, S.A, do Grupo Simoldes – Divisão de plásticos, de modo a ter uma imagem do estado atual da fábrica e delinear ações para melhorar a cadeia de valor. Através do contacto diário com o chão-de-fábrica, foram identificados vários disfuncionamentos ou oportunidades de melhoria nos processos de receção e armazenamento de materiais, gestão de abastecimento às linhas produtivas e balanceamento de tarefas.

As soluções propostas incluíram projetos de redimensionamento e realocação do armazém de componentes; reorganização do layout dos armazéns; criação e implementação de novas embalagens; redefinição de tarefas dos operadores; gestão de WIP através de cartões Kanban e balanceamento dos fluxos logísticos. De forma geral, as propostas de melhoria permitiram um fluxo produtivo mais organizado e controlado. Foi possível contabilizar ganhos qualitativos, mas também quantitativos como por exemplo de cerca de 1600 m² de área exterior, uma otimização aproximadamente de 12 operadores e uma redução de 3 meios de movimentação.

PALAVRAS-CHAVE

Lean manufacturing; Gestão da cadeia de abastecimento; Logística interna; Mapeamento da fábrica; Fluxos logísticos.

ABSTRACT

Nowadays, to achieve a competitive leverage in an increasingly demanding market, companies often use Lean Manufacturing and all its methodologies to minimize waste, ensure quality and continuously improve production processes.

The main objective of this work was the logistics' analysis and mapping of a company in the automobile sector, Plastaze – Plásticos de Azeméis, S.A, from Simoldes Group – Plastic Division, to have a clear image of the factories' current state and plan actions to improve the chain value. Through the daily contact with the shop floor, several malfunctions or opportunities for improvement in the processes of reception and storage of materials, management of supply to production lines and balancing of tasks were identified.

The proposed solutions included component warehouse resizing and relocation projects; reorganization of the warehouse layout; creation and implementation of new packaging; redefining operator tasks; WIP management through Kanban cards and balancing of logistical flows. It was possible to account for qualitative gains, but also quantitative ones, such as, around 1600 m² of outdoor area, an optimization of approximately 12 operators and a reduction of 3 equipments.

KEYWORDS

Lean Manufacturing; Supply Chain Management (SCM); Internal Logistics; factory mapping; Logistical flows.

ÍNDICE

RESUMO	I
ABSTRACT	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
LISTAS DE ABREVIATURAS, UNIDADES E SÍMBOLOS	XV
GLOSSÁRIO DE TERMOS	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO	1
1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO	1
1.3. METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO	2
1.4. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	3
1.5. CONTEÚDOS E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS	6
2.2. LEAN MANUFACTURING	10
2.3. FERRAMENTAS, FILOSOFIAS E MÉTRICAS LEAN	12
2.4. METODOLOGIAS KANBAN	14
2.5. GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO	15
2.6. ANÁLISE VSM	16
3. ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS NA LOGÍSTICA INTERNA	17
3.1. ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS PROCESSOS EM ESTUDO	17
3.1.1. Receção e armazenamento de materiais	17
3.1.2. Gestão do abastecimento às linhas produtivas	19
3.1.3. Funcionamento das linhas produtivas	19
3.1.4. Mapeamento da fábrica	21
3.1.4.1. Estado atual - Receção	23
3.1.4.2. Estado atual - Logística Interna	24
3.1.4.3. Estado atual - Expedição	26
3.2. IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS	27
3.2.1. Armazém de componentes sobredimensionado	28
3.2.2. Embalagens de cartão dos componentes danificadas devido a humidade	29
3.2.3. Embalagens vazias armazenadas em espaço aberto	30

3.2.4. Necessidade de MP/hora maior que a capacidade de abastecimento por hora.....	31
3.2.5. Necessidade de empilhador para transportar WIP.....	31
3.2.5.1. Caso 1 – Embalagem do Arche	31
3.2.5.2. Caso 2 – Embalagem da doblure	33
3.2.6. Máquina de produção com elevado número de embalagens/hora	34
3.2.7. Elevado tempo de inatividade de algumas tarefas dos operadores.....	34
3.2.8. Stocks de WIP de dois projetos demasiado elevados	35
3.2.9. Insegurança nos circuitos que envolvem os empilhadores	36
3.2.10. Fluxos logísticos desequilibrados	36
3.3. PROPOSTAS DE MELHORIA DE PROCESSOS	37
3.3.1. Redimensionamento e realocação do supermercado de componentes	37
3.3.2. Organização dos armazéns para colocar embalagens vazias em espaço coberto....	40
3.3.3. Implementação de embalagens de matéria-prima com o triplo da capacidade	43
3.3.4. Criação de nova embalagem para dois produtos.	45
3.3.4.1. Caso 1 – Embalagem do Arche	45
3.3.4.2. Caso 2 – Embalagem da Doblure.....	48
3.3.5. Criação de plataforma elevatória para embalagens	50
3.3.6. Redefinição de tarefas dos operadores	53
3.3.7. Criação de Kanban para o WIP para dois projetos.....	54
3.3.7.1. Cartão Kanban	56
3.3.7.2. Acumulador	57
3.3.7.3. Lançador	58
3.3.7.4. Modo de funcionamento	58
3.3.8. Balanceamento dos fluxos logísticos	59
3.4. MAPEAMENTO DA FÁBRICA – ESTADO FUTURO	60
3.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	61
4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	63
4.1. PRINCIPAIS CONTRIBUTOS DO TRABALHO.....	63
4.2. VALOR ACRESCENTADO DO TRABALHO PARA A INDÚSTRIA AUTOMÓVEL	64
4.3. TRABALHOS FUTUROS.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
APÊNDICES	70
APÊNDICE A – Resumo dos cálculos feitos para o mapeamento da fábrica	70
APÊNDICE B – Cálculo da necessidade de embalagens vazias	72
APÊNDICE C – Desenho do layout das embalagens vazias no armazém 30.....	73

APÊNDICE D – Necessidade de MP/hora em cada máquina	74
APÊNDICE E – Ficha de instrução de funcionamento do elevador	75
APÊNDICE F – Cálculo das necessidades de stock para aplicação de Kanban.....	76
ANEXOS	77
ANEXO A – Layout de uma Gama de Fabrico	77
ANEXO B – Gama de Operações de uma Gama de Fabrico	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Espiral Action Research, adaptado de (Valsa, 2005).....	2
Figura 2 - Entrada da empresa Plastaze - Plásticos de Azeméis, S.A.....	3
Figura 3 - Exemplos de peças de automóveis produzidas na empresa (Simoldes, 2021).....	3
Figura 4 - Cadeira de bebé produzida na Plastaze (Simoldes, 2021).	3
Figura 5 - Organograma da Plastaze (Simoldes, 2021).....	4
Figura 6 - Estrutura de empresas do Grupo Simoldes (Simoldes, 2021).....	4
Figura 7 - Clientes do Grupo Simoldes (Simoldes, 2021).	5
Figura 8 - A casa do TPS, adaptado de (Dossou et al., 2020).	10
Figura 9 - Representação simplificada de uma cadeia de abastecimento, adaptado de (Gumus et al., 2009).....	15
Figura 10 - Exemplo de um VSM realizado num processo da Plastaze.....	16
Figura 11 - Layout da fábrica e áreas produtivas na Plastaze SA.	18
Figura 12 - Exemplo de etiqueta de identificação de material externo.....	18
Figura 13 - Exemplo de um cartão pull para uma referência de componente.	19
Figura 14 - Área da máquina de injeção onde tem toda a informação sobre a produção.	20
Figura 15 – Suporte na máquina de injeção para colocação dos diferentes cartões pull.....	21
Figura 16 - Representação do mapeamento da fábrica do estado atual.....	22
Figura 17 - Representação de uma máquina de injeção e informação respetiva.....	22
Figura 18 - Representação dos empilhadores (esquerda) e dos comboios logísticos (direita).	22
Figura 19 - Número de camiões carregados e descarregados na área de receção.	23
Figura 20 - Representação da área principal de atuação das funções da receção na fábrica.	24
Figura 21 - Representação da área principal de atuação das funções da LI na fábrica.	25
Figura 22 - Layout do armazém de expedição com as docas dedicadas a cada cliente.....	26
Figura 23 - Número de camiões carregados no armazém de expedição.....	26
Figura 24 - Representação das zonas da fábrica mais afetadas pelos problemas identificados.	28
Figura 25 – Layout do armazém de componentes (área total de 660 m2).....	28
Figura 26 - Armazém de componentes com evidência de desorganização.....	29
Figura 27 - Armazém de componentes com evidência de espaços vazios.	29
Figura 28 - Embalagens de cartão danificadas devido a mau armazenamento.	29
Figura 29 - Embalagens de cartão danificadas devido a humidade.....	29
Figura 30 - Zona da frente da fábrica onde se armazenam as embalagens vazias.....	30
Figura 31 - Zona de limpeza de embalagens.....	30
Figura 32 - Comboio logístico de abastecimento da MP.....	31
Figura 33 - Única embalagem de cliente com 2000mm de comprimento.....	32
Figura 34 - Representação dos fluxos de embalagem do 1º caso.....	32
Figura 35 - Embalagem atual do WIP do 2º caso.	33
Figura 36 - Representação dos fluxos de embalagem do 2º caso.....	34
Figura 37 - Operador do comboio logístico à espera do empilhador.	35
Figura 38 - Excesso de stock de WIP.	35
Figura 39 - Suporte danificado devido a um embate de empilhador.	36
Figura 40 - Excerto do ficheiro com o cálculo da necessidade de componentes.	38
Figura 41 - Área do novo armazém de componentes na Nave 1 e 3.	38

Figura 42 - Área do novo armazém de componentes na Cave.	38
Figura 43 - Novas estantes do supermercado de componentes.....	39
Figura 44 - Identificação na estante para cada espaço e referência.....	39
Figura 45 - Excerto do ficheiro com stock do supermercado atualizado informaticamente.....	40
Figura 46 - Layout das áreas de armazenamento definidas em armazém.	40
Figura 47 - Palete de sacos de MP.....	41
Figura 48 - Palete de uma octabin de MP.....	41
Figura 49 - Layout com a reorganização do armazém de MP e área de transvase.	41
Figura 50 – Novo layout do armazém 30 (com docas em vez de estantes).....	42
Figura 51 - Embalagem PSA 67045.....	42
Figura 52 - Embalagem PSA 10433.....	42
Figura 53 - Docas das embalagens vazias no armazém 30.	43
Figura 54 - Zona da frente da fábrica vazia sem embalagens.....	43
Figura 55 - Contentor de MP de 300 Kg.....	44
Figura 56 - Contentor de MP de 100 Kg.....	44
Figura 57 - Identificação do contentor de MP.	45
Figura 58 - Ajuda visual para quando o contentor estiver cheio ou vazio.....	45
Figura 59 - Aumento da carruagem de comboio de maneira a transportar embalagem de 2m.....	46
Figura 60 - Desenho de nova estrutura em SolidWorks.	46
Figura 61 - 1º Protótipo da estrutura em alumínio.....	46
Figura 62 - Estrutura final do código WIP.	47
Figura 63 - Layout da linha de montagem com espaço para armazenar as 12 estruturas.	47
Figura 64 - Representação dos fluxos de embalagem do 1º caso após a melhoria.....	47
Figura 65 -Esboço de uma nova embalagem para o WIP.....	48
Figura 66 - Nova embalagem do WIP do 2º caso.....	48
Figura 67 - Área de armazenamento das novas embalagens.	49
Figura 68 - Representação dos fluxos de embalagem do 2º caso após a melhoria.....	49
Figura 69 - Teste para validação de estrutura elevatória.	51
Figura 70 - Teste para validação de transporte de embalagens empilhadas.....	51
Figura 71 -Plataforma elevatória antes da alteração.....	51
Figura 72 - Plataforma elevatória aplicada no posto de trabalho com 1 autómato, 1 bomba hidráulica e 2 cilindros.	51
Figura 73 - Gama de operações do operador 4 com a nova tarefa.	52
Figura 74 - Doca arco-íris com a cor associada a cada cliente.	53
Figura 75 - Nova área de descarregamento dos comboios logísticos no armazém 10.....	54
Figura 76 - Máquina de injeção com um tapete transportador dedicado.....	54
Figura 77 - Tapete transportador para 4 máquinas de injeção.....	55
Figura 78 - Relatório retirado do ERP relativamente ao nível de stock de determinadas referências de WIP.....	55
Figura 79 - Excerto de um ficheiro de cálculo de quantidades de peças para Kanban.....	56
Figura 80 - 1º de 44 cartões Kanban de uma peça esquerda.	57
Figura 81 - 10º de 44 cartões Kanban de uma peça direita.	57
Figura 82 - Acumulador de cartões Kanban na linha de montagem.....	57
Figura 83 - Lançador de lotes de produção na máquina de injeção.	58

Figura 84 - Embalagem com rótulo da peça e com cartão Kanban.	58
Figura 85 - Detalhe de dois lotes de produção sequenciados na máquina de injeção.	58
Figura 86 - Propostas para futuros fluxos de comboios logísticos.	59
Figura 87 - Representação do mapeamento da fábrica do estado após as melhorias.	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Revisão de literatura na área da análise e melhorias de processos.....	6
Tabela 2 - Os 7 tipos de desperdícios: exemplos, causas e contramedidas, adaptado de (Resende, 2011)	11
Tabela 3 - Metodologias/Filosofias Lean.....	12
Tabela 4 - Métricas/Indicadores Lean.....	13
Tabela 5 - Ferramentas Lean.....	13
Tabela 6 - Descrição das funções da área de recepção e respetivos recursos associados.	23
Tabela 7 - Descrição das funções da logística interna e respetivos recursos associados.	24
Tabela 8 - Cálculo da necessidade de MOI/turno e variação na logística interna.	25
Tabela 9 - Descrição das funções da expedição e respetivos recursos associados	27
Tabela 10 - Cálculo da necessidade de MOI/turno e variação na expedição.	27
Tabela 11 - Problemas identificados nos processos descritos.....	27
Tabela 12 - Tempos associados às movimentações logísticas do caso 1.....	33
Tabela 13 - Tempos associados às movimentações logísticas do caso 2.....	34
Tabela 14 - Propostas de melhoria face aos problemas identificados.	37
Tabela 15 - Cálculo da necessidade e capacidade do comboio de MP.....	44
Tabela 16 - Cálculo da nova necessidade e capacidade do comboio de MP.	45
Tabela 17 - Tempos associados às movimentações logísticas do caso 1 após a melhoria.	48
Tabela 18 - Cálculo da redução de ocupação do meio logístico no caso 1.....	48
Tabela 19 - Cálculo da redução de ocupação do meio logístico no caso 2.	50
Tabela 20 - Tempo de operação de cada operador da máquina.	52
Tabela 21 - Cálculos das ocupações dos novos fluxos.	59
Tabela 22 - Estrutura final do departamento de recepção após as melhorias.	60
Tabela 23 - Estrutura final da logística interna após as melhorias.	60
Tabela 24 - Ganhos verificados na implementação das soluções descritas.	61
Tabela 25 - Estado de implementação atual das soluções descritas.	63

LISTAS DE ABREVIATURAS, UNIDADES E SÍMBOLOS

Lista de Abreviaturas

5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
AR	Action Research
Arm	Armazém
BOM	Bill of Materials
Comb	Comboio logístico
CT	Contentor
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve and Control
Emp	Empilhador
ERP	Enterprise Resource Planning
FIFO	First-in-first-out
Inj	Injeção
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	Just-in-Time
LI	Logística Interna
LM	Linha de Montagem
MOD	Mão de obra direta
MOI	Mão de obra indireta
MP	Matéria-Prima
MRP	Material Requirement Planning
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OOE	Overall Operations Effectiveness
PDCA	Plan, Do, Control, Act
PF	Produto Final
SCM	Supply Chain Management
Sem	Semana
SMED	Single Minute Exchange of Dies
SOP	Standard Operating Procedure
SPS	Simoldes Production System
TC	Tempo de Ciclo
TOC	Tempo Operação por Contentor
TPM	Total Preventive Management
TPS	Toyota Production System
VSM	Value Stream Mapping
WIP	Work-in-Progress

Lista de Unidades

m	Metros
m²	Metros quadrados
mm	Milímetros
T	Toneladas
Kg	Quilogramas
Kg/h	Quilogramas por hora
Emb/h	Fluxo de embalagens por hora, sendo que são embalagens de dimensões pequenas.
CT/h	Fluxo de contentores por hora = Pal/h
Min	Minutos
seg	Segundos

Lista de Símbolos

%	Percentagem
----------	-------------

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	Ferramenta de melhoria com foco na arrumação, organização, disciplina, padronização e limpeza de materiais e postos de trabalho.
5W2H	Conjunto de questões utilizado na procura da origem do problema e planeamento das ações. What, Why, Who, Where, When, How, How much.
6 Sigma	Metodologia que segue práticas para a melhoria de processos, eliminando os desperdícios.
Benchmarking	Consiste no processo de procura de melhores práticas noutras empresas.
Bottleneck	Ponto de estrangulamento no processo produtivo que limita a quantidade de produtos que uma organização consegue produzir.
Cartão Pull	Cartão com informação do material necessário para a produção, usado no pull system.
Checklist	É uma lista de verificação com tarefas. Serve como ajuda visual.
Cycle Time	Termo inglês para “tempo de ciclo”. Define o tempo total de processamento de um produto.
Ciclo PDCA	Metodologia cíclica composta pelas fases: Planear, Executar, Controlar e Atuar.
Débito de embalagens	É o fluxo de saída de embalagens ou contentores numa máquina de injeção ou linha de montagem.
Diagrama de Ishikawa	É uma ferramenta cujo seu objetivo é organizar o raciocínio nas discussões de um problema. Serve para representar uma relação entre um “efeito” e a sua possível “causa”.
Diagrama de Spaghetti	É uma representação do fluxo físico de materiais, pessoas e informação no momento em que se executa o processo de produção.
Entropia	Neste trabalho é considerado entropia, todos os bloqueios ou dificuldades que existem na passagem de equipamentos nos corredores da fábrica.
Gare	Nome da zona de carregamento dos comboios com embalagens vazias.
Heijunka	Termo de origem japonesa que se traduz em nivelamento.
High Runner	É um produto com necessidades elevadas normalmente com uma ocupação de trabalho em máquina superior a 3 dias por semana.
Jidoka	Termo japonês que significa automação com um toque humano.
Jishuken	Palavra japonesa que significa autonomia.
Just in Time	Filosofia que assenta no fluxo de produção orientado pela procura, produzindo na quantidade necessária no tempo correto.
Kanban	Termo japonês que significa cartão ou placa de sinalização.
Kaizen	Termo japonês com o significado de melhoria contínua.
Kit de Embalagem	São todos os itens necessários para constituir uma embalagem de um produto, como por exemplo o conjunto de uma caixa, pedaços de cartão e espuma.
Layout	Termo inglês para disposição, configuração ou desenho.
Lead Time	Tempo de execução de determinada tarefa. Engloba o tempo de processamento e o tempo não produtivo.
Lean	Filosofia de gestão sustentada por outros métodos, ferramentas e indicadores com o propósito de melhorar a eficiência organizacional, reduzindo desperdícios e custos, garantindo assim a qualidade e satisfação do consumidor.
Lean Production	Termo inglês para produção Lean.
Lean Manufacturing	Termo inglês para manufatura Lean.
Loop de Produção	Tempo de produção definido previamente.

Low Runner	É um produto com necessidades baixas normalmente com uma ocupação de trabalho em máquina inferior a 1 dia por semana.
Meio de movimentação	Equipamento mecânico usado na fábrica para transporte de embalagens. Ex: Empilhador ou comboio logístico, (referido algumas vezes apenas como Meio).
Mizusumashi	Termo japonês para comboio logístico.
One piece flow	Conceito de fluxo de peça a peça, entre células de trabalho.
Poka-yoke	Palavra japonesa que significa “à prova de erros”.
Ponto Crítico	É o pior cenário possível relativamente a um determinado fluxo.
Pull System	Sistema de produção conforme a procura.
Push System	Sistema de produção em massa, independentemente da procura.
Query	Lista em Excel com informação retirada do ERP da empresa.
Rack	Estrutura de metal com roletes e inclinada de forma a colocar embalagens de um lado e deslizar até ao outro de modo a cumprir o FIFO.
Robô Colaborativo	Um robô com software de segurança que permite trabalhar perto de humanos sem que exista qualquer tipo de risco para a integridade física das pessoas.
Scrap	Termo usado para a rejeição ou refugos.
Seiketsu	Termo de origem japonesa que significa normalização.
Seiri	Termo de origem japonesa que significa triagem.
Seiso	Termo de origem japonesa que significa limpeza.
Seiton	Termo de origem japonesa que significa organização.
Setup	Termo inglês para configuração.
Shitsuke	Termo de origem japonesa que significa disciplina.
Stakeholder	Termo inglês para parte interessada. É qualquer indivíduo ou organização que, de alguma forma, é afetado pelas ações de uma determinada empresa.
Standard Work	Termo inglês para uniformização das operações.
Stock	Termo inglês para inventário.
Supermercado	Armazém de componentes também mencionado como armazém 22.
Visual Management	Termo inglês para gestão visual. Ferramenta Lean que aplica as práticas visuais como estratégia de gestão de informação durante a produção.
Takt-Time	Cadência de produção necessária para satisfazer a procura.
Yokoten	Palavra japonesa para partilha de informação.

1. INTRODUÇÃO

O presente documento foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial e descreve o projeto de dissertação realizado na empresa Plastaze – Plásticos de Azeméis, S.A, do Grupo Simoldes – Divisão de plásticos, compreendido entre Fevereiro de 2021 e Agosto de 2021. O primeiro subcapítulo introduz o tema do trabalho, onde estão descritos o enquadramento, objetivo e metodologia. Posteriormente, caracteriza-se a empresa e, descreve-se a estrutura do trabalho.

1.1. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO

Atualmente, uma empresa que não trabalhe proactivamente para se manter competitiva, não consegue subsistir, especialmente no setor automóvel, por isso é que a melhoria contínua dos processos assume um papel tão importante no aumento da competitividade (Pereira et al., 2019). As empresas têm de se comprometer em continuar a aumentar a satisfação dos clientes através de produtos de alta qualidade. Isso consegue-se através da redução de desperdícios no fluxo de produção, melhorias a nível da qualidade e flexibilidade, permitindo assim a maximização dos lucros (Ferreira et al., 2019; M. S. Oliveira et al., 2019).

Sendo assim, com o mercado competitivo e a necessidade de reduzir os custos, as empresas começaram a usar a filosofia de produção Lean, onde encontram diversas ferramentas e metodologias que visam simplificar e melhorar o funcionamento de processos, o que permite reduzir bastante os desperdícios associados. O investimento de tempo e recursos na implementação de projetos de melhoria tem crescido exponencialmente nos diversos departamentos das empresas (Rodrigues et al., 2020; T. Silva et al., 2018).

O presente trabalho descreve as fases de planeamento e implementação de melhorias no setor logístico de uma empresa do ramo automóvel, a Plastaze. Tanto no processo de injeção de peças de plástico, bem como no de montagem das mesmas, é necessário haver um controlo do abastecimento de material, de forma a impedir que ocorram desperdícios tais como: postos de trabalho cheios de material impedindo o trabalho nos mesmos, dano de componentes de elevado valor ou troca de componentes entre postos. Além das insuficiências no abastecimento, o desnivelamento dos fluxos, a ausência de meios para gestão e perceção do estado atual e futuro da fábrica relativamente à sua capacidade e falta de standardização apresentam grande potencial de melhoria

1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Após o contacto com o funcionamento a nível operacional da Plastaze, analisando os fluxos desde que o material chega à empresa até que o produto final é expedido, foram definidos os seguintes objetivos para este trabalho.

- Análise e dimensionamento dos supermercados de componentes;
- Reorganização dos armazéns de material;
- Desenho de plantas atualizadas dos diversos armazéns;

- Redefinição de tarefas dos operadores;
- Balanceamento dos fluxos de material na fábrica;
- Identificação e eliminação de desperdícios no chão de fábrica, segundo uma metodologia 5S;
- Redução de stock de alguns produtos usando a metodologia Kanban.

1.3. METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO

No âmbito deste trabalho foi seguida a metodologia Action Research (AR). Esta metodologia tem como objetivo produzir conhecimento que possa ser prático, mas também cientificamente relevante, tendo sempre em conta questões como o desenvolvimento organizacional, processos democráticos, igualdade e emancipação (Elg et al., 2020).

No momento da recolha de dados a postura tomada foi a de um envolvimento diário ativo nos processos, como caracterizado por (Gaspar & Leal, 2020). Na figura 1 é possível verificar uma representação gráfica de uma espiral com as diferentes etapas da metodologia AR.

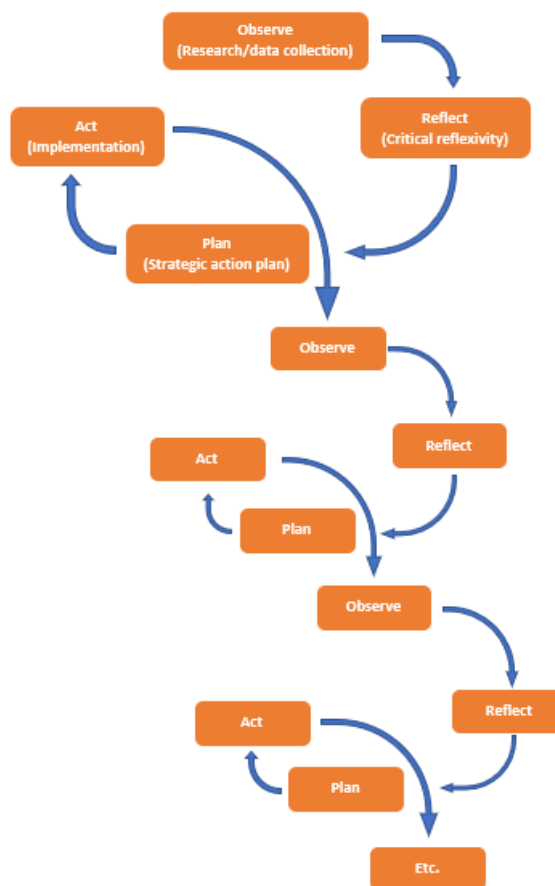


Figura 1 - Espiral Action Research, adaptado de (Valsa, 2005).

No primeiro ciclo está representado o objetivo de pesquisa. O segundo serve para criar uma ligação maior entre todos os intervenientes. Por fim, no terceiro ciclo é quando se coloca em

prática todo o conhecimento adquirido e planeamento anterior (J. A. Dias et al., 2019; Mourato et al., 2020).

1.4. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste subcapítulo é apresentada a empresa no qual foi desenvolvido o projeto desta dissertação, bem como o grupo no qual se insere.

A Plastaze tem a sua sede no Lugar das Cavadas em Cucujães no concelho de Oliveira de Azeméis (figura 2). A Plastaze – Plásticos de Azeméis, S.A pertence ao Grupo Simoldes, sendo uma empresa dedicada à injeção de termoplásticos.



Figura 2 - Entrada da empresa Plastaze - Plásticos de Azeméis, S.A.

O seu produto destina-se à indústria automóvel, puericultura e embalagem. Nas figuras 3 e 4, é possível verificar algumas das peças produzidas pela empresa.



Figura 3 - Exemplos de peças de automóveis produzidas na empresa (Simoldes, 2021).



Figura 4 - Cadeira de bebé produzida na Plastaze (Simoldes, 2021).

Foi fundada em 1997 e tem assumido como sua missão ser a escolha preferencial dos seus clientes, colaboradores e fornecedores, contribuindo para um crescimento sustentado e para a satisfação dos seus stakeholders. O organograma da empresa pode ser verificado na figura 5.

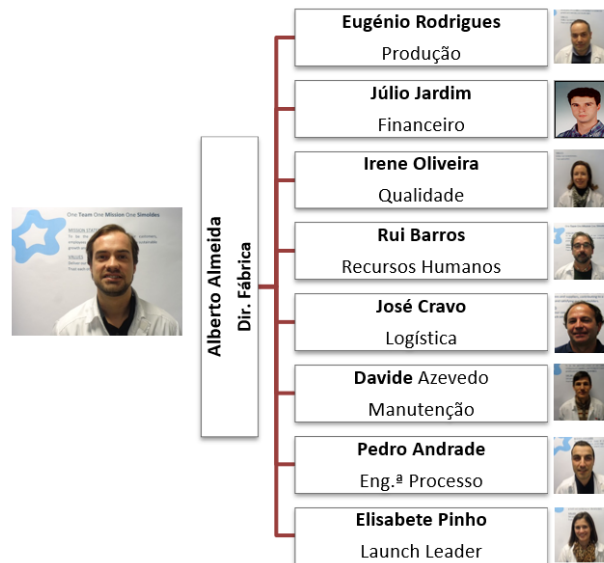


Figura 5 - Organograma da Plastaze (Simoldes, 2021).

A figura 6 mostra as duas divisões do Grupo Simoldes, bem como as fábricas que fazem parte da sua estrutura. Como é possível verificar a Plastaze é a 3ª fábrica a surgir da divisão de plásticos.

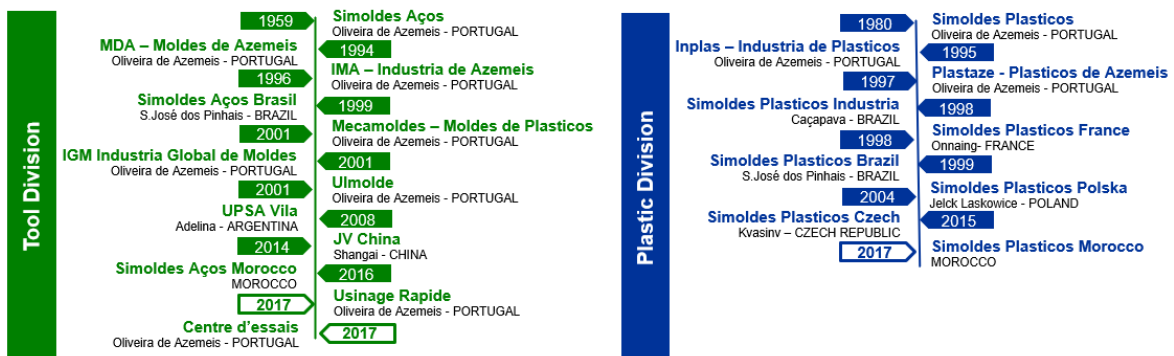


Figura 6 - Estrutura de empresas do Grupo Simoldes (Simoldes, 2021).

O Grupo Simoldes surgiu em 1959 com a criação da Simoldes Aços, empresa que se dedica ao fabrico de moldes de injeção para a indústria de plásticos. Em 1980 foi criada a primeira unidade exclusivamente dedicada à injeção de peças de plástico, a Simoldes Plásticos.

Atualmente, a divisão de moldes é constituída por 10 fábricas, uma unidade de desbaste e um centro de ensaios. A divisão de Plásticos soma 9 unidades fabris, estando neste momento a ser construída na Polónia a 10ª fábrica da divisão de Plásticos. Ao todo o Grupo Simoldes emprega cerca de 5000 colaboradores por todo o mundo.

Existem ainda diversos escritórios técnico-comerciais espalhados por todo o mundo de forma a promover contactos privilegiados com os atuais e potenciais clientes (Simoldes, 2021).

O Grupo Simoldes tem como estratégia reforçar o papel de líder Europeu e de maior fabricante Mundial de moldes. Para isso, os mercados emergentes têm sido o alvo mais desejado de investimentos. Na figura 7 estão representados todos os clientes do Grupo Simoldes.



Figura 7 - Clientes do Grupo Simoldes (Simoldes, 2021).

O Grupo Simoldes usa o SPS - Simoldes Production System como base para o seu trabalho. Foi adaptado a partir do TPS – Toyota Production System e o seu objetivo é consolidar os métodos de trabalho e ferramentas de melhoria, reduzindo assim os desperdícios no fluxo de valor e aumentando a competitividade.

1.5. CONTEÚDOS E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação organiza-se em 6 capítulos.

O primeiro capítulo, designado de **Introdução**, faz um enquadramento do tema da dissertação, descrevendo os objetivos que se pretendem atingir, a metodologia de investigação usada e a apresentação da empresa.

O segundo capítulo apresenta uma **revisão bibliográfica** já existente sobre o tema e que serve de base teórica para este trabalho.

O terceiro capítulo, denominado de **Análise e Melhoria de Processos na Logística Interna**, descreve os processos e situação atual nos quais foram implementadas as soluções propostas. Evidencia também as etapas que constituíram, desde a fase de planeamento até à sua implementação.

O quarto capítulo apresenta as **conclusões e trabalhos futuros**, incluindo uma análise dos resultados obtidos e sugestões para trabalhos futuros.

Por fim é listada toda a bibliografia consultada e citada ao longo deste trabalho, bem como os apêndices e anexos inerentes ao mesmo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS

A pesquisa bibliográfica realizada incidiu-se sobre a especialidade da análise e melhoria de processos, tendo sido retirados vários casos práticos de aplicação de ferramentas Lean para melhorar os processos e otimizar as performances das empresas de diferentes setores. Na tabela 1 é possível encontrar uma breve descrição de cada um destes casos de estudo, salientando o seu âmbito e os ganhos obtidos com a implementação das metodologias Lean.

Tabela 1 - Revisão de literatura na área da análise e melhorias de processos.

Referência bibliográfica	Descrição do trabalho
(Azevedo et al., 2019)	Neste trabalho analisa-se como é que os conceitos da filosofia lean podem melhorar a produção de uma empresa, mais concretamente 7 linhas de produto final e 7 linhas de pré-montagem de uma empresa da indústria automóvel. Com a identificação de operações de valor agregado, nivelamento e redução do excesso de processamento foi possível poupar cerca de 10,9% (2 159 000€) relativamente aos custos de industrialização.
(Monteiro et al., 2019)	Este trabalho foi desenvolvido numa empresa de metalurgia, com o objetivo de eliminar o desperdício e aumentar a produtividade no setor de maquinação da companhia. Através da análise VSM (Value Stream Mapping) e fluxogramas identificaram e mapearam processos chave e com a ferramenta SMED (Single Minute Exchange of Die) foram alcançadas melhorias que reduziram os tempos de Setup nas fresadoras verticais e horizontais em 40% e 57% respetivamente.
(Apafaiian Dumitrita et al., 2020)	Este estudo foi desenvolvido na Hirschmann Automotive, uma empresa austríaca do setor automóvel, com o objetivo de descrever a implementação de uma linha One-Piece Flow. A implementação foi feita com base na experiência da empresa em ferramentas Kaizen. Com novos standards e maneiras de trabalhar aumentaram a produtividade em 6% num período de 6 meses, poupar 4500m ³ de sucata nas fábricas da Roménia e foram poupadas 40000 horas em apenas um segmento de produção.
(Ferreira et al., 2019)	Este estudo foi desenvolvido numa empresa de produtos de madeira, onde foi desenvolvida uma metodologia iLeanDMAIC, baseada nas ferramentas lean e na metodologia DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control). O objetivo era ajudar as empresas a resolver os seus problemas rapidamente e com precisão. Neste estudo conseguiram validar e comprovar a eficácia da metodologia, reduzindo o tempo de setup na máquina de montagem em 44% (39 min para 17 min).
(Sutharsan et al., 2020)	Neste caso de estudo de uma fábrica de bombas de água na Índia, foram aplicadas ferramentas Lean tendo maior foco na análise VSM do processo produtivo. Sabendo o potencial desta ferramenta para identificar e simplificar atividades de valor acrescentado e eliminar as que não acrescentam valor, o objetivo principal passa por identificar os desperdícios

	<p>e as atividades que não trazem valor para o produto de forma a poder reduzir. As melhorias sugeridas posteriormente reduziram o lead time produtivo de 26,3 dias para 24,9 dias e a taxa de defeitos de 3% para 1%.</p>
(Balamurugan et al., 2020)	<p>Este estudo foi desenvolvido numa empresa de fabricação de bielas na Índia, onde foram analisados os tempos e os métodos das várias operações. Através do diagrama de Ishikawa foi possível identificar algumas causas dos problemas inerentes ao processo. Com a implementação de alguns princípios Lean em vários processos foi possível alcançar os objetivos estabelecidos inicialmente. Conseguindo então um aumento na produtividade devido à redução do tempo de ciclo; eliminação de movimentação desnecessária e utilização mais eficiente das máquinas.</p>
(P. Dias et al., 2019)	<p>Este trabalho tem como foco a otimização de uma linha de montagem de uma fábrica da indústria automóvel, sendo o objetivo principal o aumento da capacidade produtiva para corresponder aos pedidos dos clientes. Para isso foram usadas várias técnicas lean como por exemplo o balanceamento, trabalho standardizado, gestão visual e 5S. O trabalho desenvolvido resultou num aumento de 37% da capacidade de produção da linha e um aumento de 22% do OEE da linha de produção.</p>
(Mahajan et al., 2019)	<p>Este trabalho desenvolvido numa fábrica de motores indiana, que apresenta uma necessidade de melhorar os seus processos para uma movimentação sustentável dos materiais e minimizando assim os desperdícios. Foram aplicadas algumas ferramentas Lean com especial foco no diagrama de spaghetti para desenhar o fluxo da movimentação dos contentores. Comparando o antes e depois da implementação das ferramentas Lean foi possível verificar uma redução de tempo de processo de 122,5% e uma redução de movimentos em quilómetros de 29,91%.</p>
(Aureliano et al., 2019)	<p>O objetivo deste trabalho é aplicar as metodologias Lean e perceber os impactos que tem na gestão, no setor de construção civil do Brasil. Foram realizados questionários a todos os operadores das 3 empresas construtoras do estudo, relativamente aos 11 princípios da manufatura / construção Lean. De seguida foram realizadas atividades para promoção dos 11 princípios e auditorias diárias para dar seguimento. Com as melhorias propostas e se os métodos se mantiverem até ao fim das construções, prevê-se uma redução de custos de 9%, 5% e 7% para as construtoras A, B e C respetivamente.</p>
(Barot et al., 2020)	<p>Este caso de estudo foi desenvolvido numa fábrica de aquecedores de água na Índia. O objetivo passa por criar uma estrutura de implementação de ferramentas Lean básicas que possam ser aplicadas a pequenas e médias empresas. O processo foi mapeado através da análise VSM e com isso foi desenhado um estado futuro com as melhorias propostas e possíveis ganhos. Após implementação foi possível uma redução de aproximadamente 69% no tempo de valor não acrescentado, 34% no tempo de ciclo e 9% no lead time.</p>
(Venkat Jayanth et al., 2020)	<p>Este estudo tem como objetivo mostrar o impacto positivo que o Lean manufacturing tem na performance da indústria eletrónica. Depois de uma análise a empresas desse setor no Brasil, Argentina e Índia, e identificados alguns problemas, foram aplicadas ferramentas lean que mais se adequavam a cada um, como por exemplo: PDCA, diagrama de ishikawa, diagrama de spaghetti e DMAIC. No fim do estudo foi possível obter um</p>

	<p>aumento da taxa de produção de 23% e uma redução de operadores de 40%.</p>
(Masuti & Dabade, 2019)	<p>O objetivo deste trabalho é aumentar a produção diária de uma linha de montagem de uma fábrica de escavadoras industriais na Índia. A capacidade instalada de uma linha de montagem é de 12 lanças de escavadora por dia e é necessário aumentar para 15 lanças por dia para satisfazer os pedidos dos clientes. Através de uma análise VSM foi possível identificar vários problemas como por exemplo o elevado tempo SMED na estação de soldadura. Com a implementação do Kaizen foi possível reduzir 156 min nas atividades de valor acrescentado e 430 min nas atividades que não acrescentam valor.</p>
(Zahraee et al., 2020)	<p>O objetivo deste caso de estudo é implementar, numa indústria de aquecedores, a ferramenta VSM juntamente com simulação computacional de forma a identificar e eliminar desperdícios. Para isso são usados princípios lean e formulação de prazos através do cálculo do takt time. Após a implementação das melhorias e analisando o VSM do estado futuro verifica-se uma redução do lead time de 17,5 dias para 11 dias e o tempo de valor acrescentado passou de 3412 segundos para 2415 segundos.</p>
(Sivaraman et al., 2020)	<p>Este caso de estudo foi desenvolvido numa fábrica da Renault Nissan Automotive na Índia. O objetivo principal de qualquer empresa industrial é aumentar a produtividade e esta não é diferente. Para isso foi preciso perceber que ferramentas lean se adequariam melhor a esta linha de montagem de motores para reduzir o desperdício e os defeitos. Com a análise VSM e a técnica DMAIC foi possível aumentar a produtividade em 7%.</p>
(Roh et al., 2019)	<p>O objetivo deste trabalho é introduzir um novo método que permite uma análise similar ao VSM mas com mais foco no fluxo de informação, analisando e mapeando as suas características. Este método foi testado e validado no chão de fábrica de uma empresa de produtos sanitários. As ações de melhoria serão implementadas num plano de duas fases, sendo que na primeira espera-se reduzir o lead time de 5 dias para 4 horas. Numa segunda fase prevê-se uma redução de 8% no custo de mudança de ferramenta.</p>
(Sharma & Lata, 2018)	<p>Este caso de estudo foi desenvolvido numa empresa de trefilação de cobre na Índia, onde o objetivo principal passa por eliminar os desperdícios e melhorar a eficiência, desempenho ambiental e higiene e segurança. Para isso foram aplicadas as 5 etapas da ferramenta 5S. Dois exemplos dos resultados obtidos são: A limpeza dos postos de trabalho levou à melhoria do desempenho dos colaboradores e redução da fadiga. A organização das ferramentas permitiu a redução do tempo que era gasto à procura das mesmas</p>
(Mascarenhas et al., 2019)	<p>Uma empresa no setor do papel na zona do Porto estava a sentir dificuldades em conseguir aplicar algumas ferramentas lean como por exemplo análises VSM, 5S ou gestão visual devido à resistência por parte dos colaboradores da empresa. O objetivo deste trabalho é mostrar que é possível obter bons resultados começando primeiro pelo envolvimento dos seus colaboradores. Isso foi conseguido através do nivelamento de produção, em que ao envolver os seus colaboradores nas decisões e</p>

	<p>nivelando o planeamento foi possível reduzir o desperdício em 2,5% e aumentar de 94,14% para 97,66% o nº de unidades feitas corretamente à primeira.</p>
(Vijay & Prabha, 2020)	<p>O objetivo deste caso de estudo é estandardizar e balancear as máquinas CNC de uma empresa de caixas de engrenagem para moinhos de vento. Para isso foi preciso implementar o Standard Operating Procedure (SOP) e o Kaizen. Foram realizados estudos de tempos para identificar alguns pontos críticos do processo. Em resumo, com este estudo é esperado aumentar a produção semanal de 23 para 29 para todos os modelos de caixas de engrenagem, graças à redução do tempo de ciclo em aproximadamente 17%.</p>
(Pinto et al., 2019)	<p>Este caso de estudo foi desenvolvido na Uchiyama Portugal - Vedantes, Lda, um fornecedor para o setor automóvel. O objetivo era aplicar alguns indicadores de desempenho exigidos pela norma IATF 16949: 2016 e, para isso foi necessário implementar algumas ferramentas Lean como o SMED e os 5S. Após as análises dos problemas e as suas ações corretivas, foi possível reduzir o tempo de setup em 11% e atingir um OEE de 90,22%, não podendo comparar este último valor com anteriores porque não era calculado.</p>
(Bhade & Hegde, 2020)	<p>O objetivo principal deste estudo é melhorar o OEE das máquinas de injeção de uma empresa do setor automóvel na Índia, através de ferramentas Lean como por exemplo SMED. Pretendia-se avaliar as perdas das paragens das máquinas e o seu impacto no OEE. Antes de aplicar as ferramentas Lean o OEE era de 58,34%. Após a implementação do SMED o OEE aumentou para 68,41% e a produtividade aumentou em 25,63%. O estudo conclui que a ferramenta SMED deve ser aplicada para melhorar o OEE de uma máquina de injeção.</p>
(Neves et al., 2018)	<p>Este trabalho foi desenvolvido numa empresa da indústria têxtil na zona do Porto e os objetivos passavam por identificar problemas no processo e encontrar soluções através da combinação de metodologias Lean como o PDCA, 5S e o 5W2H. As ações tomadas permitiram um ganho de quatro horas semanais por operador, que corresponde a um ganho de 10% do tempo semanal disponível por operador. Este trabalho poderá ser também implementado em toda a atividade da empresa, principalmente em locais onde foram identificados desperdícios.</p>
(Suryaprakash et al., 2020)	<p>Este caso de estudo foi desenvolvido numa empresa de maquinaria na Índia, mais concretamente nas máquinas de uma célula que fabrica caixas de direção. O objetivo era aumentar o OEE dos equipamentos e também perceber as barreiras que existem na implementação do TPM. Dois grandes problemas da empresa eram o baixo stock no abastecimento e o elevado tempo de troca de ferramenta. Após a implementação do TPM e do SMED foi possível aumentar o OEE em 6,06%.</p>

Após a análise da Tabela 1, concluiu-se que recorrendo a este tipo de práticas e ferramentas é, de facto possível obter melhorias significativas no que diz respeito a aumentos de eficiência e/ou produtividade e diminuição de desperdícios nomeadamente, de tempos e meios.

2.2. LEAN MANUFACTURING

O Lean Manufacturing é baseado nos conceitos de Taiichi Ohno, um executivo da Toyota, no sistema de produção desenvolvido pela empresa após a segunda grande guerra. Mais tarde veio a ser conhecido como Toyota Production System (TPS) e que tinha como objetivos eliminar os desperdícios dos processos e melhorar a produtividade e qualidade da empresa (Dossou et al., 2020). Na figura 8 é possível ver a representação da ideologia que marcou o TPS.

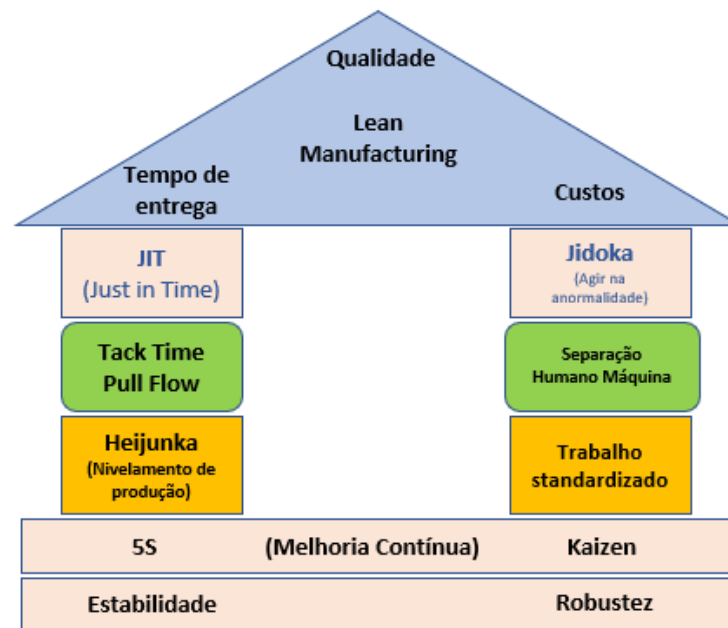


Figura 8 - A casa do TPS, adaptado de (Dossou et al., 2020).

A filosofia japonesa Kaizen visa as melhorias pequenas, resultado de um esforço contínuo. Estas pequenas melhorias requerem o envolvimento de todos os colaboradores da organização, desde a gestão de topo até aos colaboradores de chão de fábrica. Esta palavra deriva de duas palavras Japonesas “Kai” que significa mudança e “zen” que significa para melhor (Maarof & Mahmud, 2016). As reuniões diárias Kaizen viabilizam a cultura de melhoria contínua, trabalhando eficientemente na análise dos dados e das causas raiz dos problemas, permitindo uma correta tomada de decisão (Rodrigues et al., 2019).

A metodologia Lean tem sido cada vez mais adotada para uma melhor prática de produção em todo o mundo e indústria. O objetivo principal desta metodologia é a redução do custo do produto e melhoria da produtividade ao eliminar desperdícios ou atividades que não acrescentam valor (Sousa et al., 2019). É considerado desperdício quando uma atividade não acrescenta valor a um produto. Os desperdícios foram classificados em sete grupos, sendo eles: excesso de produção, tempo de espera, transportes, desperdícios do próprio processo, stocks, deslocamentos e defeitos (Klein et al., 2021). A tabela 2 apresenta os 7 tipos de desperdícios com alguns exemplos, causas e contramedidas.

Tabela 2 - Os 7 tipos de desperdícios: exemplos, causas e contramedidas, adaptado de (Resende, 2011)

7 Tipos de desperdícios	Definição	Exemplos	Causas	Contra-medidas
Excesso de produção	Produzir a mais do que o cliente necessita	Produção para stock baseado na previsão; Produzir a mais para evitar set-ups; Processamento em lotes grandes para gerar mais saída;	Forecasting Longos set-ups Paragem dos equipamentos	Programação em JIT Heijunka – nivelamento de cargas SMED TPM
Tempo de espera	Tempo desperdiçado por materiais, pessoas, equipamentos ou informações que não estão prontas	Espera por peças; Espera por desenhos; Espera por inspeção; Espera por máquinas; Espera por informação; Espera pela reparação da máquina;	Produção empurrada Operações desbalanceadas Inspeção centralizada Atrasos na entrada de pedidos; Falta de prioridade Falta de comunicação	Sistema PULL Produção no Takt Time Mapeamento do processo Jidoka Kaizen
Transporte	Deslocações do produto que não acrescenta valor	Transporte de peças para dentro e fora do stock; Transporte de material de um posto de trabalho para outro;	Produção em lotes grandes Produção empurrada Elevado Stock	Fluxo contínuo Células de produção Milk-Run
Stock	Materiais, peças ou produtos em stock que o cliente não precisa no momento	Matéria-prima; WIP; Produto Acabado; Consumíveis;	Lead-times dos fornecedores Falta de fluxo Set-ups longos	Kanban Desenvolvimento do fornecedor Linhas de one-piece flow
Deslocação	Movimento de pessoas que não acrescenta valor	Procura de peças, ferramentas, etc... Pegar em caixas;	Área de trabalho desorganizada Layout pouco ergonómico Falta de formação	5S Automatização Ergonomia Formação e treino dos operadores
Processo	Operações desnecessárias na execução do produto	Múltiplas limpezas das peças; Preenchimento de folhas que não acrescentam valor; Tolerâncias demasiado curtas; Ferramenta ou peça de manuseamento difícil;	Atrasos entre os processos Sistema empurrado Má conceção do produto	Linhas em fluxo One-piece flow VSM Kaizen Standartwork
Defeitos	Trabalho que contém erros, retrabalho, enganos ou falta de alguma coisa necessária	Retrabalho; Defeitos; Falha do equipamento; Variações do processo.	Falha do processo Falta de carregamento da peça Processo em grandes lotes Inspeção dentro do processo	Causa-efeito (PDCA) Poka-yoke Qualidade integrada do processo

2.3. FERRAMENTAS, FILOSOFIAS E MÉTRICAS LEAN

Para o estudo e implementação do Lean Manufacturing é necessário existir uma mudança nas organizações desde os cargos de topo até a um operador de máquina. É necessário existir uma adoção de novas culturas, princípios e métodos para servir como base à sua execução. Fez-se então uma distinção das conhecidas ferramentas Lean, porque existem diferenças entre as ferramentas, metodologias / filosofias e métricas / indicadores Lean que devem de ser esclarecidos. Na tabela 3 apresenta-se o conjunto de filosofias e metodologias.

Tabela 3 - Metodologias/Filosofias Lean.

Metodologias/filosofias	Descrição
Pull System	Sistema de produção “puxada” é uma metodologia de produção baseada na procura do cliente. O processo ou cliente que está a jusante usa o produto que precisa e “puxa” do fornecedor. Ou seja, o produtor apenas vai produzindo conforme o cliente vai precisando, mantendo assim os stocks num nível baixo (Sundar et al., 2014).
Push System	Esta é uma filosofia de produção “empurrada” em que contrariamente ao pull system existe produção em excesso, não tendo em conta a necessidade ou gastos associados. Normalmente necessita de grandes espaços de armazenamento (Villa & Taurino, 2013)
JIT	É uma filosofia que consiste na produção de bens ou serviços que são necessários, na quantidade certa e no momento certo, sem incorrer a qualquer desperdício. O objetivo é reduzir as quantidades de stock, reduzindo os desperdícios e aumentando assim a produtividade e reduzindo os custos (Bookbinder & Ülkü, 2021).
Ciclo PDCA	É uma metodologia de melhoria contínua na organização, aplicada em quatro fases, Planejar, Fazer, Verificar, Atuar (PDCA). A comunicação entre as equipas é fundamental para o sucesso desta metodologia, em que todos precisam de estar alinhados nas tarefas a fazer de maneira a aumentar a competitividade da organização (Drews et al., 2016).
6 Sigma	É uma técnica de abordagem estatística que tem o objetivo de minimizar as variações e fornecer serviços de qualidade ou produtos sem defeitos, isto reduz substancialmente os custos de produção e aumenta a qualidade. O método mais utilizado é o DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) (Ikumapayi et al., 2020).
One Piece Flow	Baseia-se no conceito de fluxo, peça a peça entre as células de trabalho. Uma elevada utilização da máquina e alto volume de produção são fatores menos importantes. Por sua vez o Just in Time é crucial. O objetivo desta metodologia é a redução do WIP, um maior nivelamento de produção e maior qualidade de produção (Li & Rong, 2009).

Na tabela 4 são apresentados exemplos de métricas ou indicadores de desempenho, que estão relacionadas com a performance dos equipamentos.

Tabela 4 - Métricas/Indicadores Lean.

Métricas / Indicadores	Descrição
OEE	Indicador que serve como referência para avaliar o desempenho ou eficiência global de um equipamento no sistema produtivo. Consegue melhorar a performance do equipamento ao identificar falhas no desempenho. É calculado através do produto entre a Disponibilidade, Desempenho e Qualidade (Chikwendu et al., 2020).
Takt Time	Mede o tempo necessário de produção para satisfazer as necessidades do cliente. Pode ser interpretado como o ritmo a que deve de ser produzido numa perspetiva de produção Lean. É obtido através do rácio entre o tempo de produção diário disponível e a necessidade diária do cliente (S. S. Kumar & Kumar, 2014).

Finalmente, na tabela 5 estão descritas um conjunto de ferramentas que efetivamente implementam medidas de melhoria nas organizações.

Tabela 5 - Ferramentas Lean.

Ferramenta	Descrição
5S	O 5S também é uma metodologia recorrente no dia a dia das empresas, tendo maior foco na organização dos postos de trabalho, consistindo em cinco atividades específicas, Seiri (Eliminação de desperdícios), Seiton (Organização), Seiso (Limpeza), Seiketsu (Uniformização) e Shitsuke (Disciplina) (Ranjith Kumar et al., 2021).
VSM	Uma ferramenta utilizada no mapeamento do fluxo de um processo, desenhando o fluxo de informação e de material desde a receção de matéria-prima até à expedição do produto final. Permite identificar desperdícios operacionais, separando as atividades que acrescentam valor das que não têm valor acrescentado. Permite também reduzir o lead time bem como os custos associados ao produto (Sultan et al., 2021).
SMED	Análise dos tempos de mudança de ferramenta, separando-os em tempos de setup internos e externos. O objetivo é conseguir passar os tempos de setup internos para externos de modo a trocar a ferramenta no menor tempo possível, reduzindo assim as paragens da máquina e aumentando a produtividade (Sundar et al., 2014)
TPM	Significa manutenção planeada, preventiva e autónoma de máquinas e instalações, tendo como objetivo atingir um elevado nível de eficácia e eficiência. Trabalha no sentido de minimizar sistematicamente as paragens planeadas e não planeadas e de tornar mais rápidas e fáceis de completar as atividades de manutenção, através da uniformização de processos (J. Oliveira et al., 2017).
Standard Work	Tem como objetivo a uniformização da sequência e execução das atividades em cada estação de trabalho, garantindo assim que o procedimento de trabalho é executado sempre da mesma maneira, independentemente do operador. Isto permite reduzir o desperdício e aumentar a eficiência do processo (Antoniolli et al., 2017).

Kanban	Uma ferramenta que foca no nível mínimo de inventário. Assegura o fornecimento da peça correta, na quantidade correta, no sítio correto, no momento correto. É um mecanismo de gestão e controlo do fluxo de material em produção. São usados cartões para gerir o fluxo de material em todo o processo. Permite a redução de stock e desperdício, aumentando a produtividade (Naufal et al., 2012).
Heijunka	Também chamado de nivelamento de produção, é um elemento-chave no TPS que uniformiza o lançamento de Kanbans de produção de maneira a obter um fluxo de produção nivelado independentemente do tipo de produto. Esta ferramenta leva à redução de desperdício de produção, mantém um melhor controlo de inventários e ajuda a obter um melhor controlo operacional (Korytkowski et al., 2013).
Jidoka	Descreve um conjunto de princípios de design de sistemas de automação que têm como objetivo separar a atividade humana dos ciclos da máquina, a fim de permitir que um operador consiga operar várias máquinas, de preferência em diferentes tipos de trabalho. Pode ser também um sistema na máquina que deteta anormalidades (Romero et al., 2019).
Poka-Yoke	Mecanismo que serve para prevenir erros na produção. O desafio é apanhar erros na origem, antes que se tornem defeitos. O erros humanos são inevitáveis, mas mecanismos simples podem prevenir o crescimento de defeitos, resultando na redução dos custos do processo de fabrico (Wiech et al., 2017).
Yokoten	Consiste na partilha de conhecimentos e práticas entre os diferentes departamentos de uma organização. Uma ferramenta útil para todos os colaboradores da empresa analisarem os erros cometidos e traçar planos que previnam a sua ocorrência no futuro (Ehlert & Zeimet, 2019).
Jishuken	Significa grupos de estudo autónomo. Basicamente é uma técnica de resolução de problemas usada nos processos. Normalmente os grupos de estudo incluem pessoas de todos os departamentos da empresa, fortalecendo o conhecimento de todos (S. R. Kumar et al., 2021).
Visual Management	Uma estratégia de gestão de informação que muitas vezes serve como base para outras ferramentas Lean. É como que uma comunicação sem palavras ou voz e que consiste na utilização de meios de comunicação rápidos e intuitivos que permita a identificação de problemas e uma melhor gestão da produção. O objetivo é dar o poder aos operadores de gerirem o seu posto de trabalho, reduzindo os erros e outras formas de desperdícios (J. Oliveira et al., 2017).

2.4. METODOLOGIAS KANBAN

Esta metodologia surgiu no Japão e, traduzindo à letra Kanban significa “quadro indicador”, que permite a gestão de toda a cadeia de abastecimento, fazendo a ligação entre as necessidades de produção e a gestão de abastecimento (Aguilar-Escobar et al., 2015). Esta gestão pode ser feita através de cartões físicos ou eletrónicos (cartões Kanban). Cada cartão Kanban dá o sinal, para produzir, ao fornecedor que pode ser externo ou pode ser o posto de produção anterior (interno). O cliente também poderá ser externo como pode ser o posto de produção seguinte (interno).

Normalmente existem os quadros Kanban que permitem uma gestão mais simples e transversal a toda a equipa (Tregubov & Ann Lane, 2015).

Esta ferramenta para funcionar corretamente é necessário definir o que o cartão Kanban representa e qual a sua quantidade. Segundo (Smalley, 2008), o stock de um produto no supermercado deve de ser constituído por três stocks que se complementam, isto é, o stock de ciclo, o stock pulmão e o stock de segurança. O stock de ciclo é para dar resposta ao pedido do cliente e é calculado a partir da necessidade média diária multiplicada pelo lead time de reposição (dias). Como os cálculos estão a ser baseados numa necessidade média e pode existir oscilações nos pedidos, existe o stock pulmão e é calculado a partir da percentagem de variação da necessidade multiplicada pelo stock do ciclo. Além disso, caso exista algum problema com a qualidade do produto entregue, existe o stock de segurança que é calculado a partir da percentagem de scrap da peça multiplicado pelo (stock de ciclo + stock pulmão).

Esta metodologia tem vindo a ser usada cada vez mais devido aos seus benefícios para as empresas, como a redução dos desperdícios de produção, controlar os níveis de stock e aumentar a produtividade (Abdul Rahman et al., 2013).

2.5. GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO

Hoje em dia, num mercado global as organizações enfrentam uma grande pressão para adotarem práticas mais sustentáveis na sua cadeia de abastecimento devido aos crescentes problemas socioambientais e para isso aplicam diferentes metodologias de gestão (Khan et al., 2021). A cadeia de abastecimento de uma empresa envolve pessoas, informação, atividades e recursos, de maneira a mover um bem ou serviço do fornecedor inicial para o cliente final (Reda et al., 2020). Há quem defenda que existem três dimensões de sustentabilidade, sendo elas ambiental, económica e bem-estar social. O objetivo principal de uma cadeia de abastecimento sustentável é maximizar o lucro, conseguindo minimizar ao mesmo tempo os impactos ambientais em toda a cadeia de abastecimento e respeitando o bem-estar social de todos os fornecedores da empresa (Germani et al., 2015). A figura 9 representa de uma forma muito generalizada uma cadeia de abastecimento.

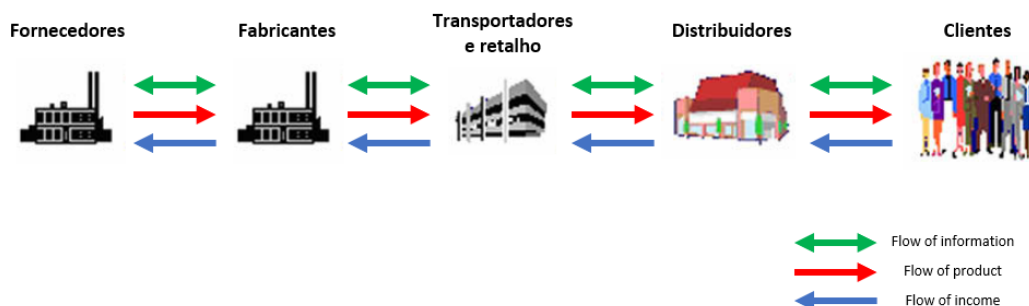


Figura 9 - Representação simplificada de uma cadeia de abastecimento, adaptado de (Gumus et al., 2009).

3. ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS NA LOGÍSTICA INTERNA

3.1. ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS PROCESSOS EM ESTUDO

Com o intuito de perceber os desperdícios e insuficiências existentes nos processos ao longo da cadeia de valor, observou-se com este trabalho os problemas existentes na receção, na recolha e no abastecimento de materiais aos diversos postos de trabalho. A presença constante no chão de fábrica foi essencial para compreensão dos fluxos de informação e materiais, o que ajudou no mapeamento dos processos inerentes à logística, sendo que, nos próximos subcapítulos serão detalhados os procedimentos intervenientes nesta análise.

3.1.1. Receção e armazenamento de materiais

Relativamente ao layout, o armazenamento, produção e transporte logístico interno de materiais na Plastaze – Plásticos de Azeméis, S.A. realiza-se entre um espaço aberto, um espaço coberto, uma tenda e uma infraestrutura dividida por “naves” e uma cave, em que a cada nave de produção é atribuído um módulo, sendo a seguinte distribuição:

- Nave 1 → Módulo 2 (Máquinas de injeção de tonelagem entre as 110 T e as 1100 T);
- Nave 2 → Módulo 1 (Máquinas de injeção de tonelagem entre as 800 T e as 1700 T);
- Nave 3:
 - Módulo 3 (Máquinas de injeção de tonelagem entre as 80 T e as 500 T);
 - Módulo 4 (Linhas de montagem);
- Nave 4 → Armazém de expedição;
- Cave → Módulo 4 (restantes linhas de montagem).

O armazenamento da maior parte dos materiais é feito no espaço coberto, e quando é necessário para a produção é levado para os postos de trabalho através de comboios logísticos (mizusumashi) ou através de empilhadores. Esta área coberta está dividida em várias partes sendo que nela se encontra a zona da serralharia, mecânico, moinhos para moer as peças rejeitadas, área para os meios de controlo das peças padrão e também 4 armazéns, aos quais estão destinados diferentes materiais. O armazém 33 é um espaço de armazenamento ao solo e está dedicado a todo o material que é rececionado na fábrica ou que necessita de uma inspeção por amostragem. O armazém 22 é chamado internamente de supermercado, composto por estantes convencionais e por estantes com racks inclinados e, está dedicado a todos os componentes ou WIP (work in progress) de embalagens pequenas. O armazém 21 também designado por área de transvase é onde se faz a preparação da matéria-prima para levar para as máquinas, existindo armazenamento ao solo para os contentores próprios de transporte para as máquinas de produção e armazenamento em estante para as paletes da matéria-prima que está a ser usada no momento. Por fim o armazém 30 é composto por estantes convencionais e está dedicado ao armazenamento de matéria-prima, stock excedente de componentes, WIP de embalagens grandes e algumas referências de produto final (PF). No espaço aberto são

armazenadas as embalagens vazias para o produto final e na tenda algumas embalagens vazias e algumas referências de produto final. O layout geral da fábrica é apresentado na figura 11.

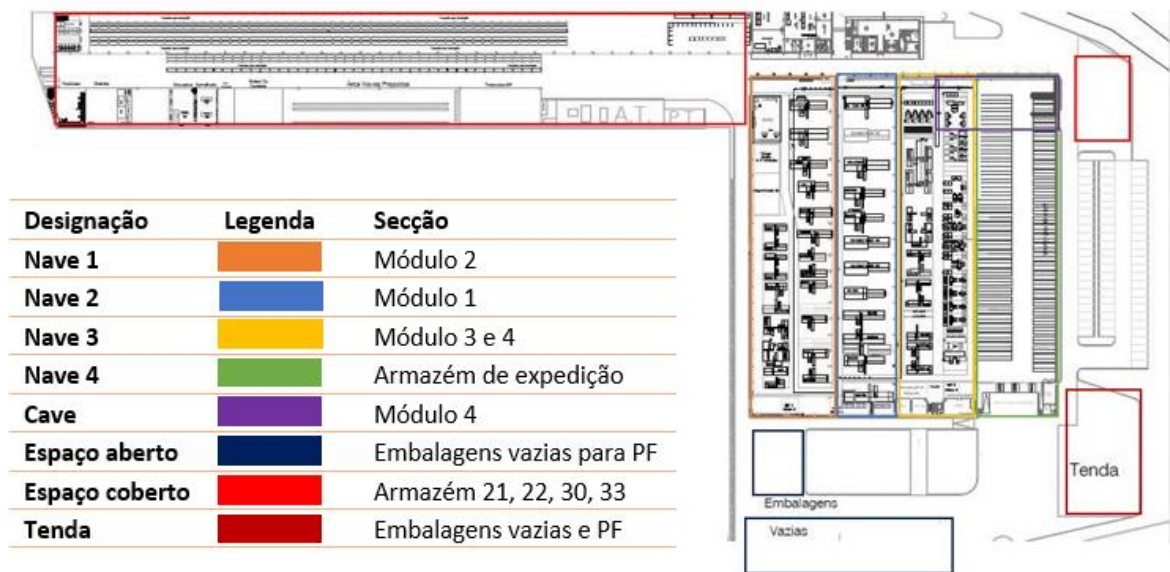


Figura 11 - Layout da fábrica e áreas produtivas na Plastaze SA.

No processo produtivo, na maior parte dos produtos finais são montados componentes e para isso é preciso haver uma gestão desses materiais. Essa gestão é feita através dos fornecedores de material no X-PERT (software de gestão de empresas), que envia a informação para os fornecedores. Quando o material chega à empresa, são analisados os documentos do fornecedor e após validação é feita a descarga, levando para o armazém 33 (área de recepção e inspeção). São então impressas as etiquetas e coladas nas caixas para identificação interna, onde inclui a informação geral e localização do material (figura 12).



Figura 12 - Exemplo de etiqueta de identificação de material externo.

3.1.2. Gestão do abastecimento às linhas produtivas

O abastecimento às máquinas e linhas produtivas tem como base um único modelo que é o uso de cartões pull. Com o auxílio desta ferramenta, que fornece toda a informação necessária do material a abastecer, o que varia é apenas o meio de transporte ou a forma como é transportado o material.

No ERP existem as BOM que contém toda a estrutura integrante de um produto, isto permite que quando se emite as ordens de produção seja emitido também os cartões pull de cada material ou kit de embalagem necessária para essa produção (figura 13). Este cartão está parametrizado para ser representativo de uma embalagem e assim o sistema emite o número suficiente de cartões para um Loop de produção de 2 horas.



Figura 13 - Exemplo de um cartão pull para uma referência de componente.

Existem dois meios de transporte diferentes, os comboios logísticos e os empilhadores. São usados os comboios logísticos no circuito das máquinas de produção, para transportar a matéria-prima, os componentes e as embalagens vazias ou cheias com o produto final. Os empilhadores são usados no circuito das linhas de produção para transportar as embalagens vazias ou cheias com produto final e para dar um auxílio nas máquinas de produção nos momentos em que existe sobrecarga de trabalho.

3.1.3. Funcionamento das linhas produtivas

Em cada linha produtiva existe um local definido para conter toda a informação sobre a produção das últimas 24 horas e outras informações importantes para o funcionamento desse posto de trabalho (figura 14).



Figura 14 - Área da máquina de injeção onde tem toda a informação sobre a produção.

Nesse local existe um Quadro OOE (Overall Operations Effectiveness) onde é apontada toda a informação relativa aos objetivos desse turno e a produção real, informações gerais como por exemplo uma checklist para no início de cada turno o operador fazer a manutenção de 1º nível da máquina de injeção, uma tabela com todos os códigos de paragem ou códigos de rejeição para quando for necessário apontar no quadro OOE, o operador poder usar o correto. Tem também um suporte para colocar o dossier do produto que estiver a ser produzido onde contém a informação sobre o layout, a gama de fabrico, a gama de embalagem, os operadores que receberam formação para trabalhar com esse produto, a gama de controlo, informações sobre alguma eventual reclamação do cliente e outras informações relevantes.

O layout é um esboço onde mostra o sítio indicado para o operador, os equipamentos e embalagens desse produto (Anexo A). Na gama de fabrico estão descritas e ilustradas passo a passo as operações a serem feitas pelo operador bem como o tempo médio de cada operação. Para cada operação tem o que deve ser feito, os pontos-chave a serem executados e a razão para o fazer (Anexo B). Tem também descrito o funcionamento dos equipamentos caso sejam necessários para a produção. Na gama de embalagem é descrita e ilustrada a embalagem a ser usada, a quantidade de peças que vai por embalagem e o modo de acamação das mesmas. Na gama de controlo estão todos os pontos a serem verificados e com que frequência pelos auditores de qualidade.

Junto desse quadro com todas essas informações existe também um suporte dividido em 4 e com a devida identificação para se colocar os cartões pull no local indicado. Existe assim o suporte para os cartões da matéria-prima, das embalagens, dos componentes e da produção seguinte (figura 15). A norma que existe na fábrica e é passada a todos os colaboradores aquando da sua integração é a de colocar os cartões pull no suporte indicado à sua especificidade e com uma antecedência de 2 horas, dando assim tempo para o operador da logística preparar o material e levar para o posto de trabalho.



Figura 15 – Suporte na máquina de injeção para colocação dos diferentes cartões pull.

3.1.4. Mapeamento da fábrica

Os dois principais objetivos propostos pela direção de fábrica para este trabalho foi o de retirar os empilhadores da zona de produção, fazendo o abastecimento e recolha apenas através de comboios e o do mapeamento do estado atual da fábrica desde a receção até à expedição.

Para fazer o mapeamento foi necessário recolher todos os dados possíveis dos produtos da fábrica e compilar num ficheiro Excel. Começou-se por retirar do ERP da empresa a informação de todos os moldes que são injetados na fábrica. Com essa lista foi analisado molde a molde a seguinte informação: a máquina em que cada um trabalha; o número de cavidades injetadas em cada ciclo; o tempo de ciclo; o número de MOD necessário para trabalhar; a necessidade diária; toda a informação relativa à embalagem; toda a informação relativa à matéria-prima.

Todos estes dados foram compilados e usados para calcular valores necessários para a análise do mapeamento, como por exemplo: a ocupação de cada molde e a ocupação total de cada máquina; a variação de MOD de cada máquina; a quantidade de embalagens que sai de cada máquina por hora; a quantidade de matéria-prima necessária por hora; a área ocupada pelas embalagens de cada molde; o número de camiões expedidos por dia. Por fim foi possível resumir toda a informação em algumas tabelas, sendo que estão representadas as mais relevantes no apêndice A.

Após a recolha da informação relativamente ao número de meios de movimentação que existem na fábrica e da análise do organigrama do departamento de logística foi feita a medição dos tempos, fazendo sempre 10 medições por função e usando como referência o primeiro valor repetido mais baixo. De forma a ter uma melhor perceção da fábrica, foi desenhado o layout na parede de uma sala de reuniões da empresa e foi feito o mapeamento do estado atual de maneira a identificar pontos críticos em toda a cadeia de valor e propor ações de melhoria figura 16.



Figura 16 - Representação do mapeamento da fábrica do estado atual.

As máquinas e linhas de montagem foram representadas através de tabelas que contêm a informação necessária para a análise (figura 17), enquanto que para os meios de movimentação foram usadas imagens representativas (figura 18). Os dados da fábrica apresentados neste estado atual são representativos da semana 6 de 2021, sendo que neste trabalho estão apenas representados os dados mais relevantes.

Máquina 34		94%										
Molde	Projeto	Ocup %	TC	PpH	MOD	1ª M.P.	2ª M.P.	Corante	Kg/h	Tipo Embalagem	Emb/H	Paleta/H
Molde 14	SP 0011	2%	65	55	0,5	1100625	-	3200872	39,7	CT V196 GM	0,0	1,7
Molde 15	SP 0011	2%	55	65	0,5	1100625	-	3200872	46,9	CT V196 GM	0,0	1,6
Molde 16	SP 0001	90%	38	95	2	1200289	-	-	58,7	CT 00112 PCA	0,0	3,3

Figura 17 - Representação de uma máquina de injeção e informação respetiva.

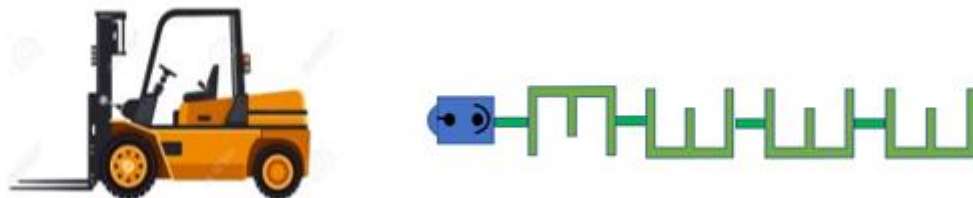


Figura 18 - Representação dos empilhadores (esquerda) e dos comboios logísticos (direita).

3.1.4.1. Estado atual - Receção

É no armazém de receção que se faz a descarga dos camiões, armazenam os materiais e prepara-se o produto final para expedição de alguns clientes específicos. Cada função, MOI e meio de movimentação é representado ao longo deste ponto.

Foram contabilizados o número de camiões que são carregados e descarregados todos os dias na área de receção, seja com embalagens vazias, componentes, matéria-prima, produto-final ou material que vem de empresas de subcontratação. A média de descarga é de 52 por dia estando incluídos camiões completos e incompletos. Nesta área são também carregados os camiões dos clientes de um ramo específico e em média são 19 camiões por dia, sendo completos ou incompletos (figura 19).

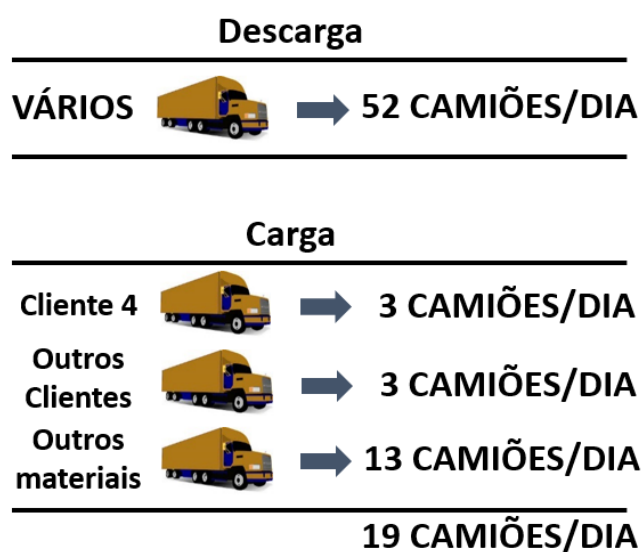


Figura 19 - Número de camiões carregados e descarregados na área de receção.

Para a carga e descarga destes camiões são necessários 2 operadores por turno e 2 empilhadores, sendo que 1 operador por turno e 1 empilhador estão encarregues da descarga de embalagens vazias no espaço aberto à entrada da fábrica. É possível verificar na tabela 6 toda a informação relativa às funções da área de receção, o número total de MOI e de meios de movimentação alocado a cada função. Na figura 20 estão representados, com os números de ID da tabela 6, o local de trabalho onde cada função atua no layout da fábrica.

Tabela 6 - Descrição das funções da área de receção e respetivos recursos associados.

ID	Função	Descrição	MOI	Meios
1	Gestor de Módulo	Responsável área de receção	1	-
2	Supervisor	Supervisor de turno (2 turnos)	2	-
3	Administrativo	Trabalho de administração (2 turnos)	2	-
4	Gestão de embalagens	Gestão dos stocks de embalagens da empresa	1	-
5	Armazém 30	Armazenamento e preparação de material (3 turnos)	3	1
6	Armazém 22	Abastecimento do armazém 22 (3 turnos)	3	1
7	Receção de material	Etiquetagem e declaração do material (3 turnos)	3	-
8	Descargas e cargas	Descargas e cargas dos camiões (3 turnos)	6	2
Total			21	4

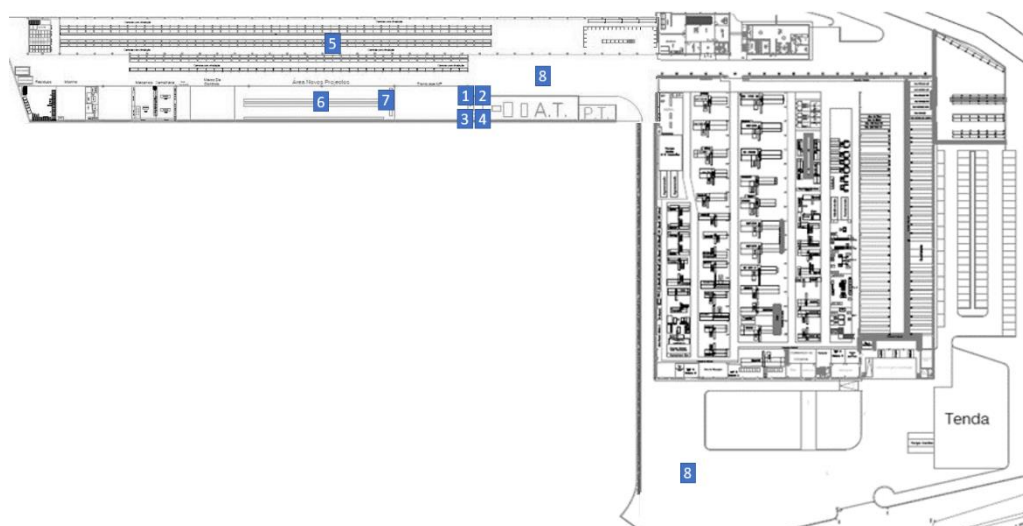


Figura 20 - Representação da área principal de atuação das funções da receção na fábrica.

3.1.4.2. Estado atual - Logística Interna

O departamento de logística interna engloba todo o processo de abastecimento e recolha das embalagens às máquinas e linhas de montagem. Estes processos são feitos através de comboios logísticos e empilhadores. O resumo das funções e dos recursos associados está descrito na tabela 7 e representado na figura 21.

Tabela 7 - Descrição das funções da logística interna e respetivos recursos associados.

ID	Função	Descrição	MOI	Comb	Emp
1	Gestor de Módulo	Responsável logística interna	1	-	-
2	Supervisor	Supervisor de turno (3 turnos)	3	-	-
3	Polivalente	Rendição da equipa (3 turnos)	3	-	1
4	Gare	Carregamento dos comboios (3 turnos)	6	-	2
5	Matéria-prima	Preparação e abastecimento da MP (3 turnos)	6	1	1
6	Recolha unitária	Abastecimento de componentes e recolha de embalagens pequenas (3 turnos)	3	1	-
7	Nave 1	Abastecimento embalagens às máquinas da nave 1 (3 turnos)	6	2	-
8	Nave 2	Abastecimento embalagens às máquinas da nave 2 (3 turnos)	9	2	1
9	Nave 3	Abastecimento embalagens às máquinas e linhas da nave 3 (3 turnos)	6	-	2
10	Descarga Arm 10	Descarga dos comboios no Arm. 10 (3 turnos)	3	-	1
11	Cave	Abastecimento das linhas de montagem da cave (1 turno)	1	-	1
12	Limpeza	Limpeza das embalagens antes de levar para os postos de trabalho (3 turnos)	3	-	-
Total			50	6	9

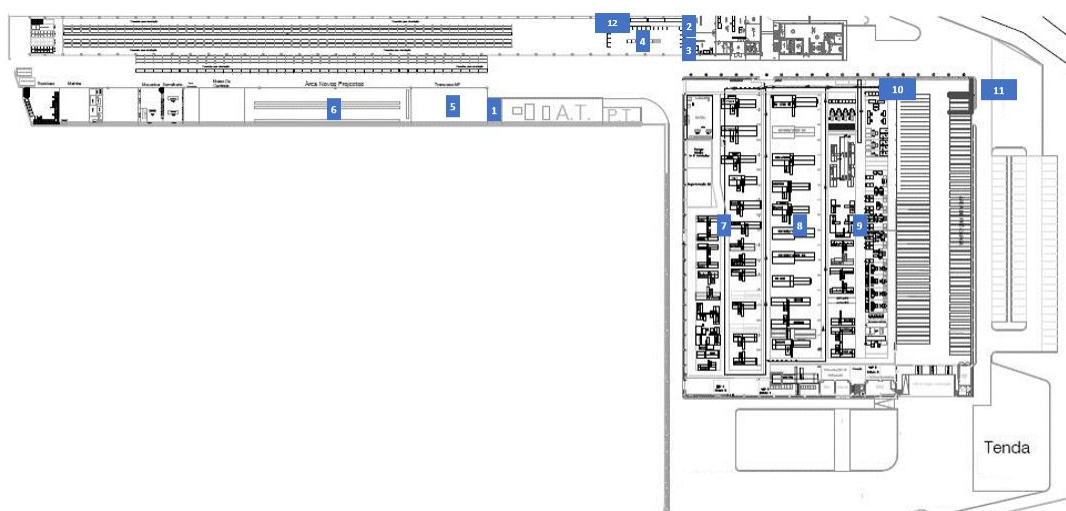


Figura 21 - Representação da área principal de atuação das funções da LI na fábrica.

Após as medições dos tempos de trabalho das funções da logística interna foram calculadas as ocupações de cada função considerando sempre o pior caso e a média. O valor da variação negativo representa um défice de MOI por turno e a variação positiva representa o excesso de MOI que existe por turno (tabela 8).

Tabela 8 - Cálculo da necessidade de MOI/turno e variação na logística interna.

ID	Processo	Situação	MOI real/turno	Necessidade MOI/turno	Variação	
4	Carregamento Comboios	Ponto Crítico	1	1,2	-0,2	
		Média	1	0,78	0,22	
	Abastecimento Gare	Ponto Crítico	1	1,26	-0,26	
		Média	1	0,83	0,17	
5	Área de transvase MP	Ponto Crítico	1	0,92	0,08	
		Média	1	0,76	0,24	
	Comboio 1 (MP)	Ponto Crítico	1	1,37	-0,37	
		Média	1	0,99	0,01	
6	Comboio 2 (RU)	Ponto Crítico	1	0,84	0,16	
		Média	1	0,71	0,29	
	Comboio 3	Ponto Crítico	1	1,5	-0,5	
		Média	1	1,07	-0,07	
7	Comboio 4	Ponto Crítico	1	1	0	
		Média	1	0,79	0,21	
	Comboio 5	Ponto Crítico	1	1,49	-0,49	
		Média	1	1,23	-0,23	
8*	Comboio 6	Ponto Crítico	1	1,3	-0,3	
		Média	1	0,95	0,05	
	9**	Nave 3	Ponto Crítico	2	1,52	0,48
			Média	2	1,22	0,78
10	Descarga Arm 10	Ponto Crítico	1	0,73	0,27	
		Média	1	0,58	0,42	
11***	Cave	Ponto Crítico	1	0,82	0,18	
		Média	1	0,74	0,26*	

* O empilhador que dá assistência às máquinas não está representado.

** A variação positiva que existe no empilhador é para dar assistência nas máquinas.

*** As linhas de montagem da cave e consequentemente o empilhador, trabalham apenas 1 turno/dia.

3.1.4.3. Estado atual - Expedição

O departamento de expedição está encarregue de expedir o produto final para os clientes principais da empresa, mais concretamente do ramo automóvel. O local de armazenamento e expedição é na nave 4, sendo que as docas de preparação das cargas são dedicadas a cada cliente e estão representadas a cores diferentes de forma a facilitar o processo. É possível verificar na figura 22 que a maioria das docas são cor de laranja ou azuis, isto porque estão dedicadas aos dois grandes principais clientes da empresa, cliente 1 e cliente 2 respetivamente, estando esse facto refletido no número de expedição dos camiões. Considerando uma carga de trabalho de 5 dias semanais, são expedidos 35 camiões completos diariamente (figura 23).

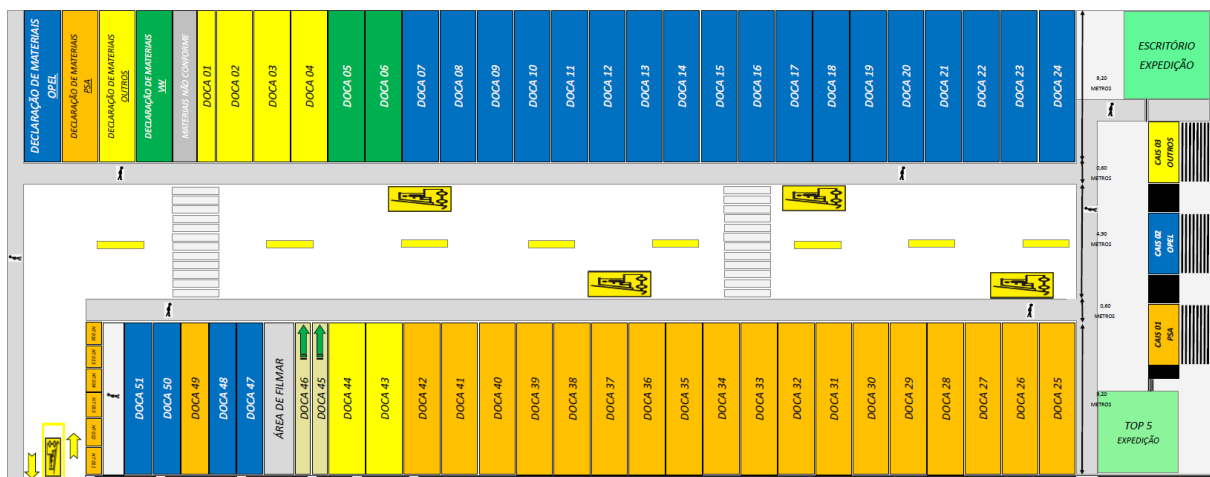


Figura 22 - Layout do armazém de expedição com as docas dedicadas a cada cliente.

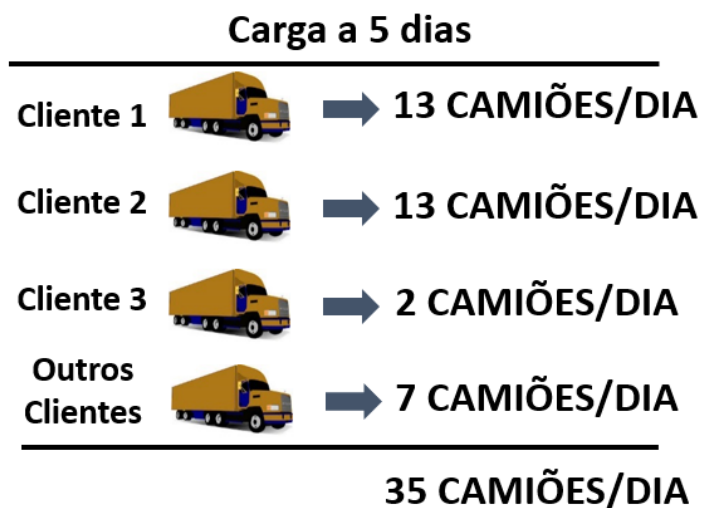


Figura 23 - Número de camiões carregados no armazém de expedição.

Para a preparação das cargas e carregamento dos camiões são precisos recursos. O resumo das funções e dos recursos associados está descrito na tabela 9. Após as medições dos tempos de trabalho das funções da expedição foram calculadas as ocupações de cada função e representadas na tabela 10.

Tabela 9 - Descrição das funções da expedição e respetivos recursos associados

ID	Função	Descrição	MOI	Emp
1	Gestor de Módulo	Responsável Expedição	1	-
2	Supervisor	Supervisor de turno (3 turnos)	3	-
3	Cliente 1	Preparação das cargas do cliente 1	12	2
4	Cliente 2	Preparação das cargas do cliente 2	9	2
5	Outros clientes	Preparação das cargas dos outros clientes	3	1
6	Carregamento	Carregamento dos camiões	3	1
Total			31	6

Tabela 10 - Cálculo da necessidade de MOI/turno e variação na expedição.

ID	Processo	MOI real/turno	Necessidade MOI/turno	Variação
3	Cliente 1	4	3,6	0,4
4	Cliente 2	3	3,1	-0,1
5	Outros clientes	1	1,2	-0,2
6	Carregamento camiões	1	0,8	0,2

3.2. IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS

Ao longo de diversos meses foi feita uma análise à maneira de trabalhar da empresa e relativamente aos processos descritos anteriormente, foram identificados vários problemas ou insuficiências, os quais se encontram listados na tabela 11. Na figura 24 é representado no layout da fábrica onde esses problemas causam mais impacto.

Tabela 11 - Problemas identificados nos processos descritos.

Processo	Descrição	Problemas
Receção e armazenamento de materiais	Gestão e dimensionamento dos diversos armazéns	Armazém de componentes sobredimensionado
		Embalagens de cartão dos componentes danificadas devido a humidade
		Embalagens vazias armazenadas em espaço aberto
Gestão do abastecimento às linhas produtivas	Mapeamento logístico e redefinição dos fluxos de materiais	Necessidade de MP/hora maior que a capacidade de abastecimento por hora
		Necessidade de empilhador para transportar WIP
		Máquina de produção com elevado número de embalagens/hora
		Elevado tempo de inatividade de algumas tarefas dos operadores
		Stocks de WIP de dois projetos demasiado elevados
		Insegurança nos circuitos que envolvem os empilhadores
		Fluxos logísticos desbalanceados

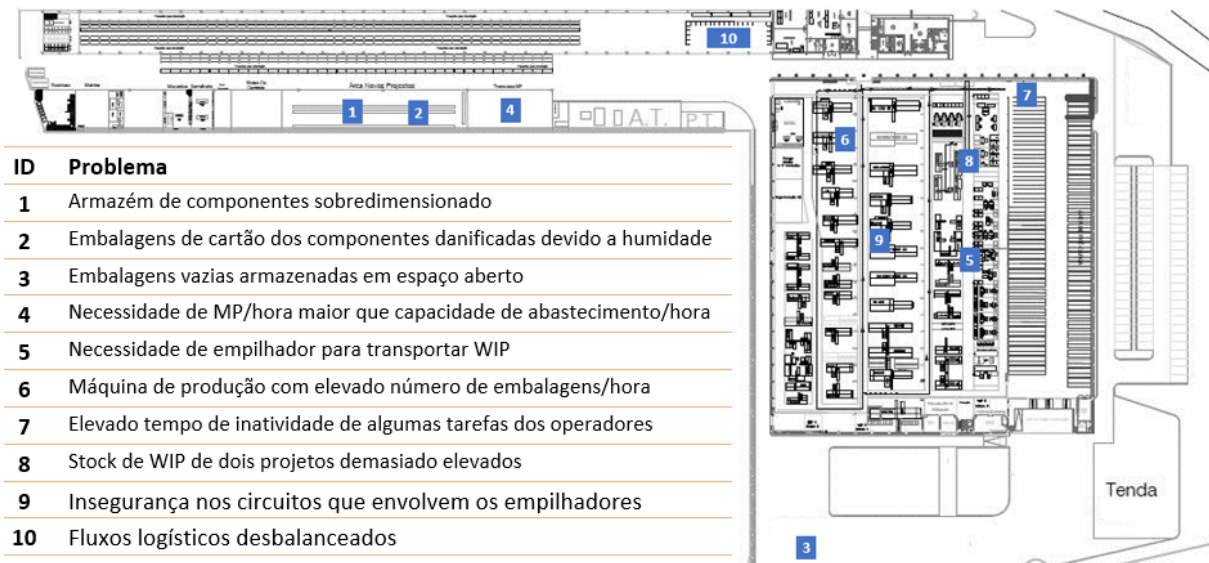


Figura 24 - Representação das zonas da fábrica mais afetadas pelos problemas identificados.

3.2.1. Armazém de componentes sobredimensionado

A grande maioria de produtos finais que vão para o cliente são peças injetadas internamente e onde são montados diversos componentes, sejam eles clips, agrafos, espumas ou até mesmo insonos (espumas coladas na peça de forma a insonorizar). Isto leva a que exista uma grande diversidade de componentes dentro de portas e que seja necessário um espaço grande para o seu armazenamento, ocupando uma área total de 660 m² (figura 25).

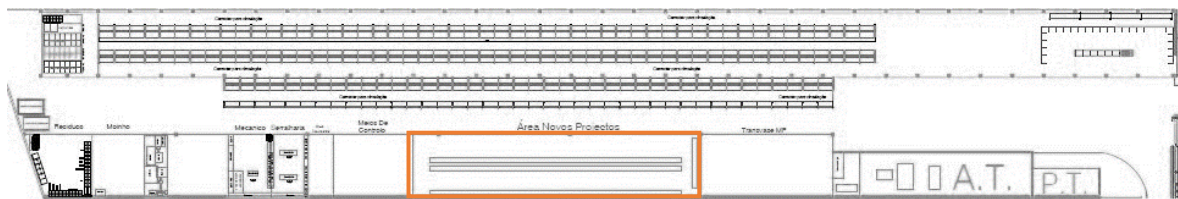


Figura 25 – Layout do armazém de componentes (área total de 660 m²).

Contudo, devido a melhorias que são feitas tanto na fábrica como nos fornecedores, os lead-times de reposição conseguem ser mais curtos, o que faz com que a quantidade de componentes de cada entrega seja menor. Isto leva a que o armazém de componentes dimensionado outrora para um determinado número de dias de stock, seja agora demasiado para as quantidades atuais, levando a desorganização (figura 26) e desperdício de espaço (figura 27).



Figura 26 - Armazém de componentes com evidência de desorganização.



Figura 27 - Armazém de componentes com evidência de espaços vazios.

3.2.2. Embalagens de cartão dos componentes danificadas devido a humidade

Um dos maiores problemas da fábrica é o curto espaço físico existente para os dias de stock de material que tem. Isso leva a que a maior parte seja armazenada no exterior, tanto no espaço aberto como no espaço coberto.

No espaço aberto são armazenadas as embalagens de cliente que são fechadas e onde o risco de danificar o interior devido às intempéries é menor. No espaço coberto são armazenadas as outras embalagens de cliente e todas as embalagens de componentes. Muitas delas são de cartão com componentes delicados no interior e, apesar de ser uma área coberta é uma zona que nos meses de inverno fica com muita humidade. Isto faz com que as embalagens de cartão fiquem húmidas e danifiquem as peças no seu interior (figuras 28 e 29).



Figura 28 - Embalagens de cartão danificadas devido a mau armazenamento.



Figura 29 - Embalagens de cartão danificadas devido a humidade.

3.2.3. Embalagens vazias armazenadas em espaço aberto

Conforme mencionado em epígrafe, as embalagens de cliente que são fechadas são armazenadas em espaço aberto (figura 30).



Figura 30 - Zona da frente da fábrica onde se armazenam as embalagens vazias.

Apesar da forma destas embalagens permitir que o interior esteja mais resguardado, não quer dizer que seja 100% impermeável. Quando chove durante vários dias seguidos as embalagens ficam um pouco molhadas no interior, sendo destacada uma pessoa por turno para fazer a limpeza das mesmas antes de se poder enviar para os postos de trabalho (figura 31).



Figura 31 - Zona de limpeza de embalagens.

3.2.4. Necessidade de MP/hora maior que a capacidade de abastecimento por hora

Como indicado no subcapítulo 3.1.2, o abastecimento de matéria-prima às máquinas é feito através de um comboio logístico, tendo este duas carruagens (figura 32).



Figura 32 - Comboio logístico de abastecimento da MP.

Este comboio consegue abastecer as máquinas de injeção em cada volta com 8 contentores de 100 Kg de material cada. Uma volta demora em média 22 minutos, o que faz com que a capacidade de abastecimento por hora deste comboio seja de aproximadamente 2182 Kg.

Devido às máquinas de injeção pararem algumas vezes por falta de abastecimento de matéria-prima, existe um empilhador que dá auxílio levando o material que falta para as máquinas.

3.2.5. Necessidade de empilhador para transportar WIP

Na área de produção utiliza-se muito o empilhador para dar auxílio quando o comboio logístico não consegue dar resposta no abastecimento das linhas de produção, seja por falta de capacidade de fluxo, seja por falta de capacidade estrutural. Neste subcapítulo são abordados dois casos em que é necessário o uso de empilhador, sendo o primeiro um problema de estrutura e o segundo um problema de fluxo.

3.2.5.1. Caso 1 – Embalagem do Arche

Os comboios logísticos conseguem ser versáteis no transporte de embalagens por terem carruagens de 3 dimensões diferentes e que permitem o transporte de embalagens com 1200mm, 1600mm ou 1800mm de comprimento. Isso permite o transporte de todas as embalagens usadas na fábrica exceto uma. Existe uma embalagem de cliente com comprimento de 2000mm que impossibilita o transporte nas carruagens, sendo preciso recorrer ao empilhador (figura 33).



Figura 33 - Única embalagem de cliente com 2000mm de comprimento.

Existem duas referências de WIP que usam esta embalagem, são ambas injetadas na máquina de injeção EN 1700 III e devido às características da embalagem tem de ser um empilhador a abastecer as embalagens vazias à máquina, de seguida recolhe as cheias e leva para a Gare onde outro empilhador as transporta para a doca de armazenamento. Quando é preciso esse WIP para a linha de montagem ocorre o processo inverso, o empilhador vai à doca recolher o produto e leva para a Gare e da Gare outro empilhador transporta para a linha de montagem, levando o produto final para o armazém de expedição. Em cada embalagem cabem 32 peças e a necessidade semanal são de 704 peças, representando assim 22 embalagens. É possível verificar os fluxos inerentes a este processo na figura 34.

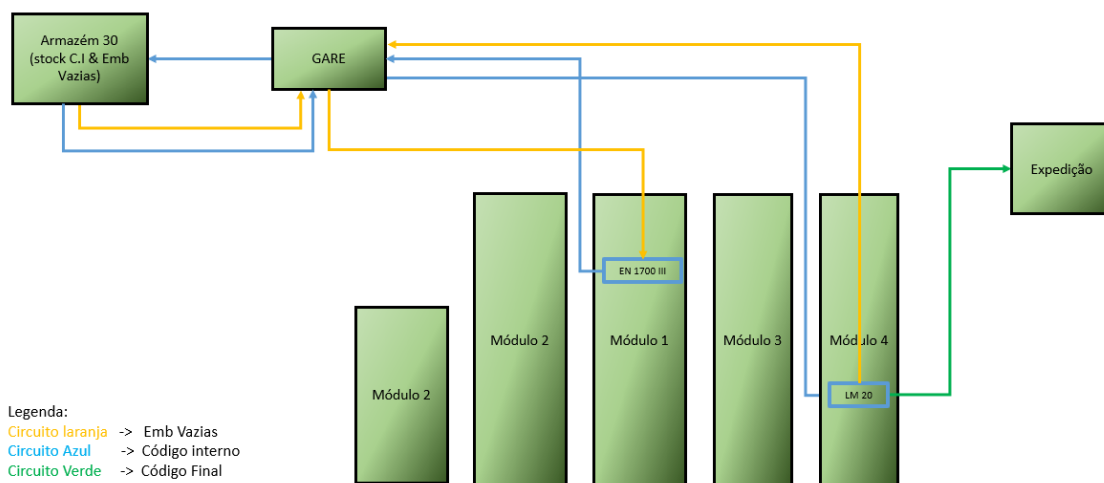


Figura 34 - Representação dos fluxos de embalagem do 1º caso.

Para facilitar a medição dos tempos, o fluxo foi separado em 3 movimentos, as embalagens vazias do armazém para a Gare; as embalagens vazias da Gare para o posto de trabalho e o código interno do posto de trabalho para a Gare; o código interno da Gare para o armazém novamente. Esta ação é feita tanto com código interno nas máquinas, como o código final nas linhas de montagem. Os tempos associados a estas movimentações estão representados na tabela 12.

Tabela 12 - Tempos associados às movimentações logísticas do caso 1.

Tarefas	TOC (min)	Ct Inj/Sem	Ct LM/Sem	Tempo (min)
Armazém – Gare	4	22	22	176
Posto trabalho	3	22	22	132
Gare - Armazém	4	22	22	176
Tempo Total (min)				484

3.2.5.2. Caso 2 – Embalagem da dobrure

A embalagem existente dá para 150 peças e ocupa 1,2 m² (figura 35). A necessidade diária desta referência é de 1700 peças, ou seja, 11,5 embalagens por dia. Como este produto é considerado um High Runner, o stock médio deste WIP, de acordo com o SPS, é de 1,5 dias e por isso é preciso ter um stock de 2550 peças, ou seja, 17 embalagens que ocupam ao solo 20,4 m².



Figura 35 - Embalagem atual do WIP do 2º caso.

Neste caso o WIP tem uma embalagem que o comboio logístico consegue transportar, levando assim as embalagens vazias para a máquina KM 420 IV que injeta o WIP e recolhe as cheias e leva para a Gare onde o empilhador as transporta para a doca de armazenamento. Quando é preciso esse WIP para a montar no produto final ocorre o processo inverso, o empilhador leva da doca para a Gare e da Gare para a máquina que injeta o produto final é outro empilhador que transporta devido à falta de capacidade do comboio logístico (figura 36).

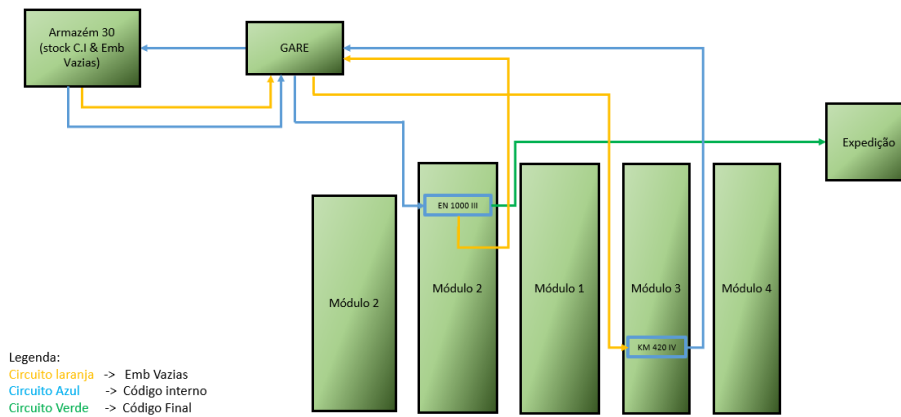


Figura 36 - Representação dos fluxos de embalagem do 2º caso.

Os movimentos foram novamente separados como no caso anterior. Os tempos associados a estas movimentações estão representados na tabela 13.

Tabela 13 - Tempos associados às movimentações logísticas do caso 2.

Tarefas	TOC (min)	Ct Inj/dia	Ct LM/dia	Tempo (min)
Armazém – Gare	3	11,5	11,5	69
Posto trabalho	2	11,5	11,5	46
Gare - Armazém	3	11,5	11,5	69
Tempo Total (min)				164

3.2.6. Máquina de produção com elevado número de embalagens/hora

No momento de se calcular a necessidade de comboios logísticos é preciso ter em conta as embalagens que são produzidas por hora em cada máquina e linha de produção. Existem três fatores que podem influenciar esse cálculo de embalagem/hora, sendo eles o tempo de ciclo (t_c), o nº de peças produzidas a cada ciclo e o nº de peças por embalagem. Quanto mais curto o t_c ou quanto menos peças couberem dentro de uma embalagem, maior será o nº de embalagens/hora. Uma das máquinas de injeção críticas identificadas relativamente a este valor tem um débito de 9 embalagens/hora (máquina 2 do apêndice A), enquanto a média por máquina ronda as 3,5.

3.2.7. Elevado tempo de inatividade de algumas tarefas dos operadores

Durante este trabalho foi possível acompanhar todas as funções da logística dentro da fábrica, seja no registo das tarefas de cada função, seja na medição dos tempos de cada tarefa. Foi possível também perceber que existem vários desperdícios ao longo do processo de abastecimento, mais concretamente na zona de descarga dos comboios logísticos dentro do armazém de produto final.

Nesta zona os comboios logísticos que tenham produto final para deixar no armazém param e um segundo operador faz a descarga do comboio com o auxílio de um empilhador. Nesta área é

possível observar dois desperdícios de maior impacto que é o do operador do comboio logístico que está parado enquanto é feita a descarga do mesmo e nos momentos em que não está nenhum comboio com material para descarregar, o operador do empilhador está parado (figura 37).



Figura 37 - Operador do comboio logístico à espera do empilhador.

3.2.8. Stocks de WIP de dois projetos demasiado elevados

Com vontade de crescer, a empresa fez parte de um projeto europeu em que um dos objetivos era criar uma linha multiproduto com operadores auxiliados por robôs colaborativos. Para facilitar a implementação em chão de fábrica, escolheram-se 2 projetos de peças muito semelhantes. Ao todo são 11 moldes para trabalhar em 4 máquinas. Após a injeção, as peças de plástico são levadas para os bordos de linha que estão entre as máquinas e as linhas de montagem. Dado à alta cadencia dos projetos, ao facto das embalagens ocuparem pouco espaço e a grande quantidade de referências diferentes, existe muito stock nesses bordos de linha, o que por vezes leva ao desperdício de espaço e impede o cumprimento do FIFO (figura 38).



Figura 38 - Excesso de stock de WIP.

3.2.9. Insegurança nos circuitos que envolvem os empilhadores

Conforme falado anteriormente o abastecimento às máquinas e linhas de produção é feito também através de empilhadores que não têm um percurso definido. Sempre que um comboio logístico não consegue abastecer alguma linha ou o tipo de embalagem é demasiado grande para as carruagens, o empilhador dá auxílio.

Todos os corredores do interior da fábrica têm apenas um sentido de fluxo para diminuir o risco de acidentes ou as entropias. Os comboios logísticos devido ao seu formato, quando estão num corredor não conseguem voltar para trás, enquanto os empilhadores ao serem mais pequenos é possível que o operador consiga ir contra o sentido correto. O empilhador pode ainda durante a sua manobra, se existir pouca visibilidade bater contra alguma estrutura ou alguém. Este tipo de possibilidade de acidentes com os colaboradores ou de danos materiais, torna estes equipamentos bastante inseguros para serem manobrados no interior da fábrica (figura 39).

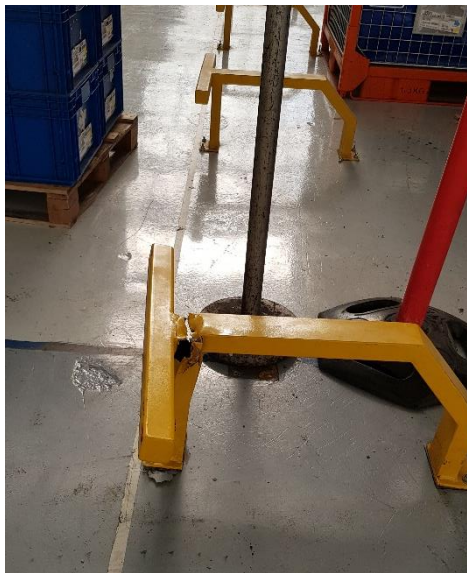


Figura 39 - Suporte danificado devido a um embate de empilhador.

3.2.10. Fluxos logísticos desequilibrados

O conjunto de quase todos os problemas mencionados nos subcapítulos em epígrafe deve-se ao desequilíbrio dos fluxos logísticos. Não é feito um controlo exato do trabalho de cada função, fazendo com que por vezes exista mais sobrecarga num operador ou meio logístico que noutro. Sem ser feita uma análise aos fluxos da fábrica desde a receção até à expedição, passando pela logística interna, é impossível conseguir perceber quais os pontos críticos e onde estão os bottleneck. Pode-se achar que é necessário um recurso extra para ajudar numa tarefa, mas na realidade isso deve-se apenas a desperdícios. Muitas vezes o que acontece é não se saber que equipamentos logísticos é que existem na fábrica nem onde eles estão alocados. Na análise feita da necessidade de meios e MOI permite perceber o estado de cada fluxo (tabela 8).

3.3. PROPOSTAS DE MELHORIA DE PROCESSOS

De forma a dar resposta aos problemas descritos no subcapítulo anterior, procedeu-se ao planeamento e implementação das seguintes melhorias, descritas na tabela 14.

Tabela 14 - Propostas de melhoria face aos problemas identificados.

Processo	Problemas	Proposta de melhoria
Receção e armazenamento de materiais	Armazém de componentes sobredimensionado	Redimensionamento e realocação do supermercado de componentes
	Embalagens de cartão dos componentes danificadas devido a humidade	
	Embalagens vazias armazenadas em espaço aberto	Organização dos armazéns para colocar as embalagens vazias em espaço coberto
Gestão do abastecimento às linhas produtivas	Necessidade de MP/hora maior que a capacidade de abastecimento por hora	Implementação de embalagens de matéria-prima com o triplo da capacidade
	Necessidade de empilhador para transportar WIP	Criação de nova embalagem para dois produtos.
	Máquina de produção com elevado número de embalagens/hora	Criação de plataforma elevatória para embalagens
	Elevado tempo de inatividade de algumas tarefas dos operadores	Redefinição de tarefas dos operadores
	Stocks de WIP de dois projetos demasiado elevados	Criação de kanban para o WIP dos dois projetos
	Insegurança nos circuitos que envolvem os empilhadores	Balanceamento dos fluxos logísticos
	Fluxos logísticos desbalanceados	

3.3.1. Redimensionamento e realocação do supermercado de componentes

Com a entrada de novos projetos, saída de antigos e diminuição de alguns stocks estava claro que seria necessário o redimensionamento do supermercado de componentes. Recorreu-se ao ERP para recolher a informação sobre todas as referências de componentes e WIP existentes na fábrica, obtendo uma lista com cerca de 350 referências. A partir dessa lista foi necessário analisar uma a uma e usar certos critérios de filtragem:

- Eliminar as referências relacionadas com projetos antigos que já saíram de produção;
- Separar as referências que são utilizadas nas máquinas de injeção das que são utilizadas nas linhas de montagem;
- Dentro da lista de referências utilizadas nas linhas de montagem, separar as que são das linhas que estão na Nave 3, das linhas que estão na cave.

Depois de aplicados estes critérios foi possível perceber que 102 referências eram usadas nas máquinas de injeção, 69 nas linhas de montagem da Nave 3 e 109 nas linhas de montagem da cave. O passo seguinte passou por calcular a necessidade de consumo de cada referência tendo em conta os pedidos diários de produto final, a quantidade de componentes que é montado em cada peça e se o mesmo componente é usado para peças diferentes. Com o auxílio da ferramenta Excel agrupou-se todos os dados e calculou-se a quantidade total de embalagens de cada referência necessária para 2 dias de produção (figura 40).

Nave	Máquina	Molde	Componente	Qt carga	Embalagem	Peças/ emb	Carros / dia	NECESS	Nec peças total	Nec Emb	Emb total
3	KM 500 III	MD.8256	4100047	2	2						
2	EN 1500 II	MD.8259	4100047	2	2	Galia 40	2500	557	2228	4456	1
1	KM 350 VI	MD.8246	4100051	1	2		2500	557	2228	1	2
1	KM 200 IV	MD.8265	4100051	1	2	Galia 13	6000	950	3800	6028	1
2	EN 1000 I	MD.8486	4100061	1+1	10		6000	557	2228	1	2
2	EN 1700 VII	MD.8496	4100061	1+1	10	270x260x160	4000	846	16920	33840	5
1	KM 1000 III	MD.8803	4100068	1	2		4000	846	16920	5	9
1	KM 350 VI	MD.8246	4100073	1	2	300x200x130	1250	1450	5800	5800	5
1	KM 200 IV	MD.8265	4100073	1	2		400	950	3800	6028	10
2	EN 1700 III	MD.9628	4100105	1	12	280x250x150	400	557	2228	6	16
1	EN 400 XII	MD.8223	4100135	1+1	2		6000	1083	25992	25992	5
1	EN 400 XIII	MD.8241	4100135	1	3	310x250x160	9000	949	3796	1	3
1	EN 400 XII	MD.8254	4100135	1+1	2		9000	617	3702	1	1
1	EN 400 XIII	MD.8264	4100135	1	3	400x300x200	9000	557	2228	18668	1
1	EN 400 IV	MD.9321	4100135	1+1	2		9000	557	3342	1	1
1	EN 275 V	MD.9369	4100135	1+1	2		9000	950	3800	1	1
2	EN 1500 I	MD.8239	4100137	1+1	2		9000	450	1800	1	1
1	EN 400 XIII	MD.8266	4100137	1	4	400x300x200	9000	1100	4400	17528	1
1	EN 400 XIII	MD.8267	4100137	1	4		9000	67	536	1	1
3	EN 275 VII	MD.9719	4100137	1	4		9000	484	3872	1	2
3	EN 275 VII	MD.9720	4100137	1	4		9000	909	7272	1	1
1	EN 850 I	MD.8492	4100156	1+1	2		9000	181	1448	1	1
1	EN 850 I	MD.8493	4100156	1+1	2	290x210x150	2200	753	3012	3384	2
1	KM 200 IV	MD.8802	4100169	2	12		2200	93	372	1	2
1	KM 1000 III	MD.8803	4100169	1	11	285x225x140	12000	50	1200	33100	1
1	KM 200 IV	MD.8802	4100173	2	6		12000	1450	31900	3	3
1	EN 400 XIII	MD.8241	4100256	1	1	Galia 13	1000	50	600	600	1
1	EN 400 XIII	MD.8264	4100256	1	1		1280	617	1234	2348	1
2	EN 1000 I	MD.8486	4100257	1+1	2	365x270x135	1280	557	1114	1	2
2	KM 1300 III	MD.8795	4100283	1+1	6	Galia 12	5000	846	3384	3384	1
1	KM 500 VII	MD.8783	4100287	1+1	2	Galia 13	5000	600	7200	7200	2
1	EN 500 I	MD.8786	4100288	1+1	2	280x210x140	5000	1622	6488	6488	2
1	EN 500 I	MD.8787	4100288	1+1	2		5000	795	3180	19484	1
2	EN 1400	MD.9632	4100288	1+1	6	390x290x150	5000	827	3308	1	4
							5000	1083	12996	3	

Figura 40 - Excerto do ficheiro com o cálculo da necessidade de componentes.

As embalagens foram medidas de maneira a calcular quantas caberiam em cada rack logo, a área total necessária para as estantes do supermercado de componentes.

Tendo em conta o problema apresentado no subcapítulo 3.2.2 relativamente ao mau acondicionamento das embalagens de cartão causado muitas vezes pela humidade e, sabendo as áreas necessárias para as estantes tentou-se arranjar espaço dentro das naves de produção. Após a organização dos layouts arranjaram-se espaços para colocar as estantes, sendo que os componentes usados nas máquinas de injeção são armazenados na nave 1, os componentes usados nas linhas de montagem da nave 3 são armazenados na nave 3 (figura 41) e os componentes usados na cave são armazenados na cave (figura 42), ocupando uma área total de 88m², 60m² e 45m² respetivamente e, ganhando assim os 660 m² ocupados previamente.

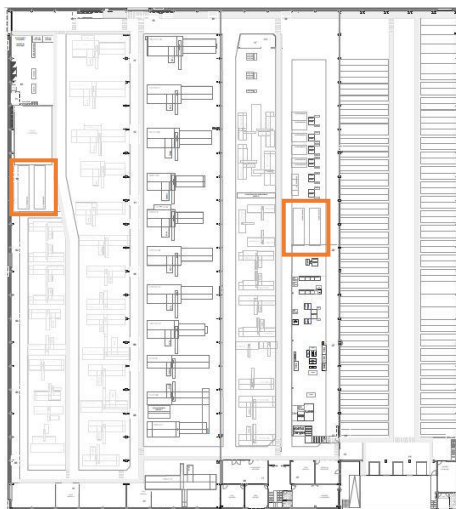


Figura 41 - Área do novo armazém de componentes na Nave 1 e 3.

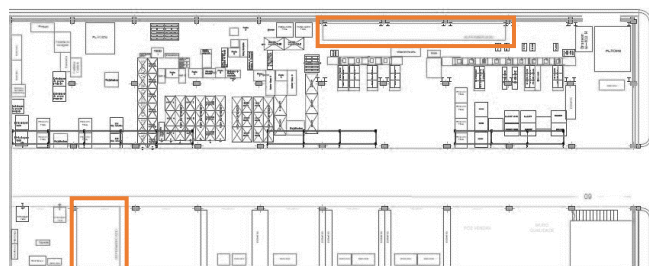


Figura 42 - Área do novo armazém de componentes na Cave.

Esta realocação permitirá um melhor acondicionamento do material, redução das rejeições e desperdícios e ter os componentes muito mais perto da produção.

Sendo assim, as estantes do antigo armazém 22 foram desmontadas sendo que algumas foram pintadas de branco, uma cor standard na empresa, e serviram para os novos supermercados (figura 43).



Figura 43 - Novas estantes do supermercado de componentes.

Foram criadas novas identificações contendo, a localização, o número da referência, a designação, o código de barras da localização e da referência para facilitar a leitura e transferência informaticamente, a indicação visual se é entrada ou saída de material na estante, o máximo de caixas armazenadas em cada localização, o fator de empilhamento das caixas e o número total de peças (figura 44).



Figura 44 - Identificação na estante para cada espaço e referência.

Foi adaptado um ficheiro Excel existente, onde fundamentalmente tem a informação de todas as referências, das quantidades definidas para 2 dias de stock, das localizações criadas para cada rack e através de um query, criado pelo departamento de IT da empresa, consegue recolher a informação do ERP relativamente ao stock real que existe em cada armazém da fábrica. Para o abastecimento destes supermercados de componentes o operador destacado para essa função, no início de cada turno tem de abrir o ficheiro Excel, e após atualizar com as suas credenciais, as

referências necessárias a abastecer são as que aparecem com o alerta “Transferir” a amarelo dizendo quais as quantidades e onde tem de localizar (figura 45). O operador transporta o material com o auxílio de um empilhador.

REFERÊNCIA		DESIGNAÇÃO		TIPO DE EMBALAGEM		LOCALIZAÇÃO ARMAZÉM		CÓDIGO DE BARRA		UM		Stock 2		Stock 3		Stock 4		Stock 5		Stock 6		Max 25		STATUS		QT. Necessária		QT. de UM a transferir para o de picking		LOCAL DE PICKING - abast.	
4100061	CLAMP A40 687 276 B	CX	GALLIA 13	SEMI-EUA						4000	36000	0	0	0	0	172000	0	0	0	0	0	0	64000	Transferir	28000	7		O3002			
4100093	PLUG CLAMP PLO 687 208	CX	28	EUA						6000	6500	0	0	0	0	13000	0	0	0	0	0	0	49000	Transferir	41500	3		O3005			
4100105	CLAMP BL4 687 276	CX	GALLIA 13	SEMI-EUA						2000	30000	0	0	0	0	146000	0	0	0	0	0	0	55000	Transferir	26000	13		O2019			
4200085	RETAINER CLIP	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						3000	60000	0	0	0	0	288000	0	0	0	0	0	0	63000	Transferir	3000	1		O1003			
4200257	CLIP INF BAS CAISSE	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						1000	20000	0	0	0	0	8000	0	0	0	0	0	0	21000	Transferir	1000	1		O1005			
4301047	HEADREST REINFOR TUBE	CX	GALLIA 9	SEMI-EUA						250	550	0	0	0	0	18000	0	0	0	0	0	0	6250	Transferir	1100	4		P1019			
4700461	FELT STRIP 30x103x1mm	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22000	88000	Transferir	88000	2		P3002			
4700577	FELT SELF ADHESIVE LI	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						600	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1200	2400	Transferir	1200	2		P3003			
4700634	FOAM PE/EPDM WADCH SHE	CX	GALLIA 9	SEMI-EUA						720	336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1344	4320	Transferir	3984	2		N3006			
4700683	FOAM M100 EPDM	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						5120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5120	40960	Transferir	40960	1		P3005			
4700704	FOAM M100 AZUL PUR FLEX	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						1440	2880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1440	1920	Transferir	8640	1		P3006			
4700706	FOAM M100 PUR FLEX	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						1000	6000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6000	6000	Transferir	2000	2		P3008			
4700707	FOAM M100 PUR FLEX	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						1000	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5000	6000	Transferir	6000	5		P3009			
4700708	FOAM M100 PUR FLEX	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						546	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4368	4368	Transferir	4368	8		P2004			
4700709	FOAM M100 PUR FLEX	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26000	16000	Transferir	16000	8		P2005			
4700711	FOAM M100 PUR FLEX	CX	GALLIA 12	SEMI-EUA						6338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6552	6552	Transferir	6552	4		P3010			
4700887	INSULATOR-852/247X10	CX	GALLIA 9	SEMI-EUA						16	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2208	720	Transferir	656	41		P1003 - 05			

Figura 45 - Excerto do ficheiro com stock do supermercado atualizado informaticamente.

3.3.2. Organização dos armazéns para colocar embalagens vazias em espaço coberto

Como foi referido no início do capítulo, existe um espaço na fábrica que é coberto por uns toldos industriais fixos e onde se encontram fisicamente 4 armazéns (figura 46).

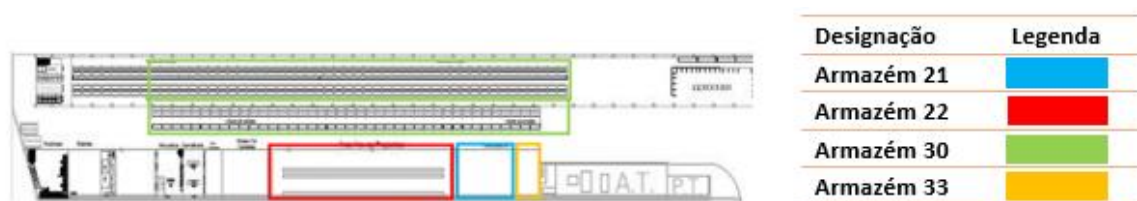


Figura 46 - Layout das áreas de armazenamento definidas em armazém.

Após a solução do subcapítulo anterior de passar o armazém de componentes para dentro da fábrica e de se retirar as estantes do espaço antigo, ficou-se com esse espaço vazio para o armazenamento de novos materiais.

Os fornecedores de matéria-prima têm quase todos um lead time de entrega de 8 semanas, por isso quando se encomenda material com essa antecedência é com base em previsões das necessidades que os clientes enviam. Sendo assim, apesar de não ser necessário ter 8 semanas de stock na fábrica, é necessário ter stock suficiente que dê resposta a eventuais oscilações das necessidades.

A empresa emite diariamente relatórios no sistema relativamente a muitos indicadores, sendo que um deles é o da quantidade de stock de cada referência de matéria-prima na fábrica. Esse relatório foi analisado durante 45 dias e foi calculada a média de stock na fábrica dando um total de 764500 Kg. Se cada paleta pesa em média 1200 Kg, resulta em 637 paletes de matéria-prima na fábrica todos os dias. Este material vem do fornecedor em dois tipos de embalagem, paleta com sacos (figura 47), ou paleta com uma octabin (figura 48).



Figura 47 - Paleta de sacos de MP.



Figura 48 - Paleta de uma octabin de MP.

O armazém 30 é ocupado na totalidade por 292 estantes de 3 níveis cada e em cada nível é possível armazenar 2 paletes, sendo possível armazenar um total de 1752 paletes. Nelas estão armazenadas matéria-prima, stock excedente de componentes, WIP.

Foi então proposta uma solução que seria de passar a matéria-prima para a localização do antigo armazém 22 e reorganizando os layouts assinalados na figura 46 com as cores vermelha, azul e laranja. As divisões em chapa que existiam de forma a estes locais estarem separados fisicamente foram eliminadas criando um espaço amplo de maneira que quem estivesse a trabalhar na zona de transvase pudesse estar perto do stock de matéria-prima.

Foram criadas 27 docas com 12m de comprimento e 1,4m de largura cada (figura 49). Como cada paleta tem 1,2m x 1,2m e são armazenadas com 2 de altura, é possível armazenar 20 paletes em cada doca, fazendo um total de 540 paletes.

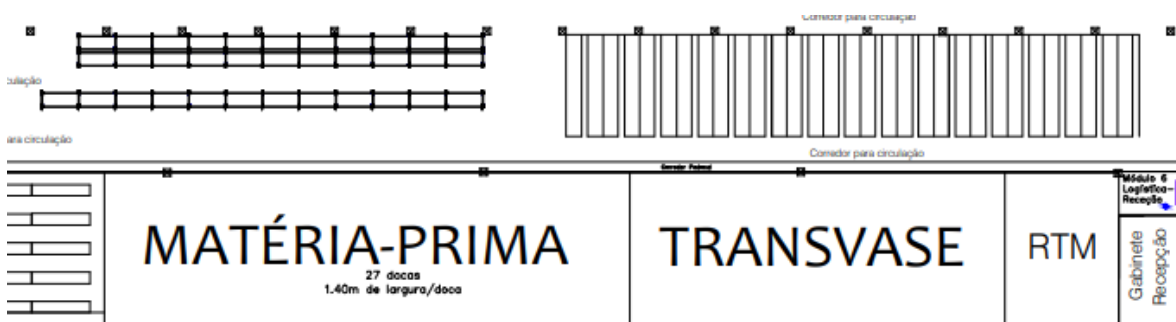


Figura 49 - Layout com a reorganização do armazém de MP e área de transvase.

Estas alterações foram feitas de uma forma dinâmica com mudanças constantes de layout para causar o mínimo de entropia possível para a empresa e resultaram do esforço e dedicação de todas as pessoas da fábrica. Ao passar as paletes de matéria-prima para as novas docas, as estantes foram ficando vazias, o que permitiu ir desmontando mais estantes e criando assim mais docas. No final foi possível desmontar as estantes todas e criar docas ao longo de toda a área coberta (figura 50).

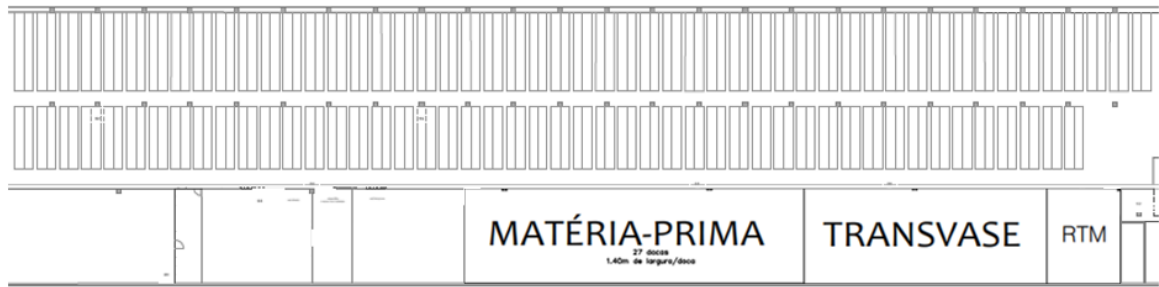


Figura 50 – Novo layout do armazém 30 (com docas em vez de estantes).

Foi feita uma análise de necessidade de embalagens vazias para dar resposta aos pedidos dos clientes. Por decisão da direção de fábrica foram calculadas as quantidades para 36h de produção mais 20% de stock de segurança, obtendo assim a necessidade para cada referência (apêndice B). Como as embalagens são todas diferentes, podem ser de plástico ou metal, grandes ou pequenas, dar para rebater ou não, os espaços das docas também vão variar de acordo com essa necessidade. Como exemplo é possível fazer a comparação entre a referência PSA 67045 (figura 51), que necessita apenas de 373 embalagens e ocupa 2 docas e a referência PSA 10433 (figura 52), que necessita de 715 embalagens, mas ocupa apenas 1 doca, isto deve-se ao facto de da primeira embalagem medir 1,6m x 1,2 m e a segunda embalagem 1,2m x 1m.



Figura 51 - Embalagem PSA 67045.



Figura 52 - Embalagem PSA 10433.

Sendo assim foram criadas docas específicas para cada referência de embalagens vazias, docas para armazenar o WIP de embalagens grandes, material recebido das empresas subcontratadas, stock extra e preparação de cargas. Com a transferência de um projeto para outra fábrica foi possível reduzir também 16 referências de embalagens, ficando apenas com 55 referências para gerir. Na figura 53 é possível ver as docas com as embalagens vazias e no apêndice C é possível ver o desenho do layout das embalagens vazias no armazém 30.



Figura 53 - Docas das embalagens vazias no armazém 30.

Com a passagem da totalidade de embalagens vazias para o espaço coberto, deixou de ser necessário ter 1 operador por turno a limpar as embalagens antes de mandar para o posto de trabalho e de ter 1 operador por turno a descarregar as embalagens na frente da fábrica. Foi possível eliminar as embalagens vazias do espaço aberto em frente à fábrica melhorando assim a imagem da mesma e ganhar 1600 m² de área exterior (figura 54).



Figura 54 - Zona da frente da fábrica vazia sem embalagens.

3.3.3. Implementação de embalagens de matéria-prima com o triplo da capacidade

A matéria-prima depois de rececionada na empresa, leva as etiquetas internas e é armazenada. Quando a matéria-prima está a ser consumida é levada para a área de transvase para passar para contentores mais pequenos e transportáveis pelo comboio logístico até às máquinas de produção. Como foi referido anteriormente no subcapítulo 3.2.4, o comboio tem duas carruagens que são específicas para este tipo de contentores e consegue transportar 8 em cada volta. Como o comboio faz em média voltas de 22 minutos e cada contentor tem capacidade para aproximadamente 100 kg, é possível transportar 2182 Kg por hora.

Com base no mapeamento que foi feito à fábrica, onde tem a alocação dos moldes às máquinas, quantas injeções cada molde faz por hora e o peso de cada peça injetada, foi possível calcular a necessidade de MP por hora para cada máquina (apêndice D). Isto permite, através de dados concretos, entender se o comboio tem capacidade ou não. Na fábrica podem existir diferentes situações, ou seja, o ponto crítico é quando o molde crítico de cada máquina está a trabalhar (relativamente ao consumo de Kg/h), sendo bastante comum acontecer. A média é ponderada relativamente à percentagem de ocupação de cada molde na máquina. O mínimo é quando o molde que consome menos Kg/h de matéria-prima de cada máquina está a trabalhar, o que é muito raro acontecer.

Tabela 15 - Cálculo da necessidade e capacidade do comboio de MP.

Tempo/volta (min)	22
Nº Contentores/volta	8
Kg / contentor	100

Processo	Situação	Capacidade kg/h	Necessidade Kg/h	Varição Kg/h
Comboio MP	Ponto crítico	2182	3004	-822
	Média	2182	2167	15
	Mínimo	2182	1535	647

Na tabela 15 está representada a variação entre a necessidade e capacidade para cada uma das situações explicadas anteriormente. É possível observar que para o ponto crítico estão em falta 822 Kg/h de matéria-prima, isto significa que o comboio só consegue abastecer cerca de 73% da necessidade total. Isto explica o facto de se ver o empilhador a prestar auxílio no abastecimento.

O grupo Simoldes aposta muito na partilha de melhorias entre fábricas e no benchmarking, isto permitiu encontrar outro tipo de embalagem para abastecer a MP com o triplo da capacidade (figura 55). Apesar de ocupar mais espaço que a embalagem mais pequena (figura 56), compensa porque os postos de trabalho onde se vão aplicar estas embalagens têm espaço.



Figura 55 - Contentor de MP de 300 Kg.



Figura 56 - Contentor de MP de 100 Kg.

Alem das 2 carruagens próprias para embalagens de 100 Kg, acrescentaram-se ao comboio logístico 2 carruagens para transportar 1 embalagem de 300 Kg cada. Isto permite que em cada volta o comboio tenha capacidade para transportar 1400 Kg. Após a implementação, foram medidos os tempos novamente para perceber se houve variação no tempo por volta, tendo este aumentado para 25 minutos. Apesar do aumento por volta, justificado por o operador ter de manusear mais contentores, foi possível dar capacidade ao comboio para satisfazer a necessidade de abastecimento de MP às máquinas, sendo possível reduzir o empilhador (tabela 16).

Tabela 16 - Cálculo da nova necessidade e capacidade do comboio de MP.

Tempo/volta (min)	25
Nº Contentores pequeno/volta	8
Kg / contentor	100
Nº Contentores grandes/volta	2
Kg / contentor	300

Processo	Situação	Capacidade kg/h	Necessidade Kg/h	Variação Kg/h
Comboio MP	Ponto crítico	3360	3004	356
	Média	3360	2167	1193
	Mínimo	3360	1535	1825

Sendo este um processo de melhoria contínua, foram feitas algumas ajudas visuais para ajudar os operadores da logística na identificação do material através de etiquetas com a referência, designação de MP e a cor do cliente a que se destina (figura 57) e a perceber se o contentor está cheio ou vazio (figura 58) e sendo assim mais fácil para organizar a zona de transvase.



Figura 57 - Identificação do contentor de MP.



Figura 58 - Ajuda visual para quando o contentor estiver cheio ou vazio.

3.3.4. Criação de nova embalagem para dois produtos.

De forma a tornar o comboio logístico capaz de transportar todos os tipos de embalagem foram propostas novas embalagens para os dois casos apresentados.

3.3.4.1. Caso 1 – Embalagem do Arche

Neste caso as duas referências de WIP que usam esta embalagem têm características diferentes sendo uma técnica e outra de aspeto, ou seja, uma peça técnica normalmente não está visível nos

carros por isso não exige um manuseamento tão cuidado como o de uma peça de aspeto que está visível nos carros.

Por motivos de qualidade não foi possível alterar a embalagem da peça de aspeto, por isso foram feitas alterações na carruagem do comboio logístico, colocando uma extensão em cada ponta de algumas carruagens de maior dimensão de maneira a permitir transportar esta embalagem (figura 59).

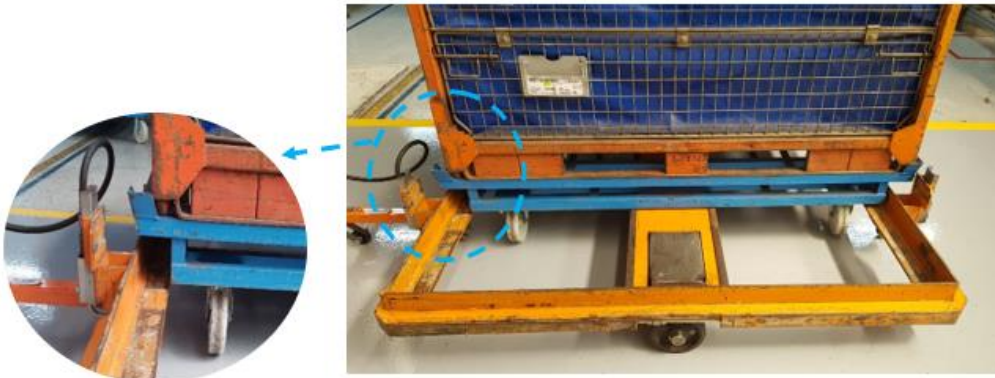


Figura 59 - Aumento da carruagem de comboio de maneira a transportar embalagem de 2m.

A ideia para a peça técnica era conseguir uma dinâmica diferente. Ser possível armazenar o stock todo de peças na linha de montagem e fazer um circuito fechado entre a linha e a máquina e isso era impossível fazer com a embalagem anterior, visto que em cada uma cabem 32 peças e a necessidade semanal são de 704 peças, representando assim 22 embalagens. Como cada embalagem ocupa $2,4\text{m}^2$, ocuparia no posto de trabalho $52,8\text{m}^2$, espaço que não existe disponível. Os cálculos da necessidade são semanais porque de acordo com o SPS, como este produto é considerado um Low Runner, quando se produz o WIP já se produz um lote suficiente para a semana toda. Sendo assim foi proposto uma estrutura onde desse para pendurar as peças ao alto de forma a ocupar espaço em altura e ganhar ao solo. Realizaram-se esboços da nova embalagem (figura 60), de maneira a ter uma ideia mais concreta de medidas e conseguir construir um protótipo em alumínio com o auxílio da equipa de serralharia (figura 61).



Figura 60 - Desenho de nova estrutura em SolidWorks.



Figura 61 - 1º Protótipo da estrutura em alumínio.

Após o 1º protótipo foram feitas algumas melhorias e foram então construídos 12 carrinhos em ferro onde cada um armazena 60 peças e ocupa 1,2m² (figura 62), o que permite dar resposta ao pedido semanal ocupando um total de 14,4m² (figura 63).



Figura 62 - Estrutura final do código WIP.

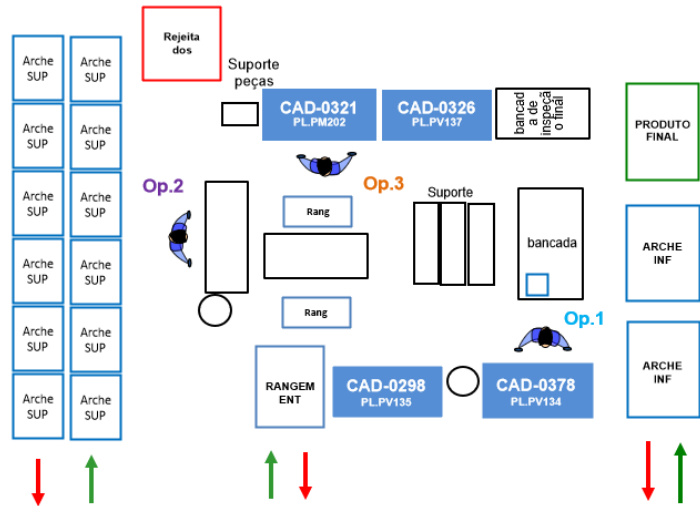


Figura 63 - Layout da linha de montagem com espaço para armazenar as 12 estruturas.

Com o armazenamento de todas as embalagens desta referência de WIP no posto de trabalho de montagem final, é possível fazer um fluxo fechado de transporte de embalagens para esta peça (figura 64).

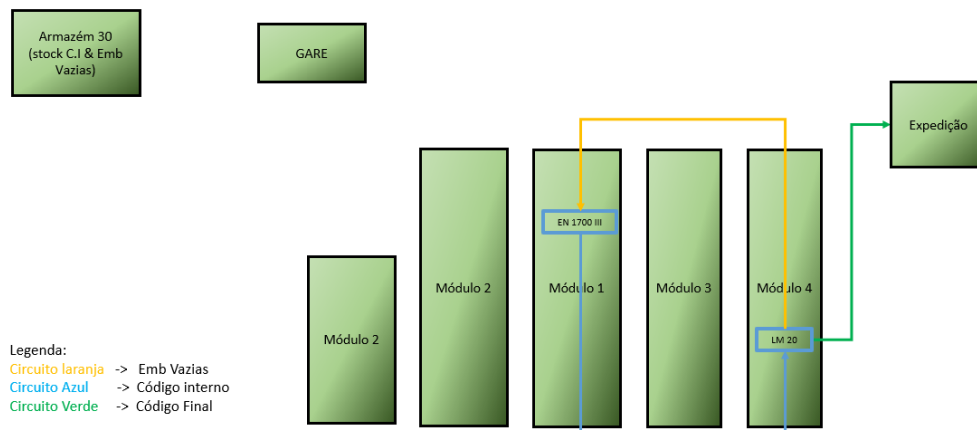


Figura 64 - Representação dos fluxos de embalagem do 1º caso após a melhoria.

Neste fluxo fechado, o comboio logístico apenas tem de transportar os contentores entre a máquina de injeção e a linha de montagem. Os tempos associados a estas movimentações estão representados na tabela 17. É possível verificar na tabela 18 uma redução de 436 minutos por semana na ocupação deste meio logístico.

Tabela 17 - Tempos associados às movimentações logísticas do caso 1 após a melhoria.

Tarefas	TOC (min)	Ct Inj/Sem	Ct LM/Sem	Tempo (min)
Armazém – Gare	-	-	-	-
Posto trabalho	2	12	12	48
Gare - Armazém	-	-	-	-
Tempo Total (min)				48

Tabela 18 - Cálculo da redução de ocupação do meio logístico no caso 1.

Tempo de movimentações estado anterior (min)	484
Tempo de movimentações estado atual (min)	48
Diferença (min)	-436

3.3.4.2. Caso 2 – Embalagem da Doblure

Esta referência de WIP como também é uma peça técnica tentou-se fazer o mesmo que no caso anterior. Criar uma embalagem que consiga armazenar as peças em altura, permitindo ocupar menos espaço em largura e conseguindo assim fazer um circuito fechado entre a máquina de injeção do WIP e a máquina de injeção do produto final.

Sendo assim foi proposto uma estrutura onde fosse possível pendurar as peças. Fizeram-se alguns esboços (figura 65) e construiu-se por fim uma estrutura em alumínio novamente com o auxílio da equipa de serralharia (figura 66).

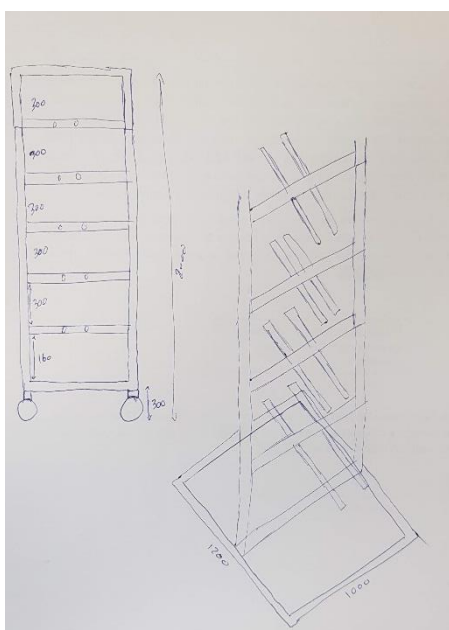


Figura 65 -Esboço de uma nova embalagem para o WIP.



Figura 66 - Nova embalagem do WIP do 2º caso.

A nova embalagem tem capacidade para 264 peças e ocupa 1,2m². Para poder ter stock de 1,5 dias são precisas 10 estruturas destas que ocupam no total ao solo 12m². Como o posto de trabalho não tinha espaço para albergar estas 10 embalagens, arranjou-se um espaço perto da estante de supermercado da Nave 1 (figura 67).



Figura 67 - Área de armazenamento das novas embalagens.

Com esta nova embalagem e com o armazenamento do stock perto do posto do consumo, foi preciso encontrar uma máquina mais perto com as características necessárias para injetar este WIP. Com estas três condições satisfeitas foi possível fazer um fluxo fechado de transporte de embalagens para esta peça (figura 68). Como as tarefas do operador da máquina de injeção não ocupam 100% do seu tempo, é ele que transporta as embalagens à mão.

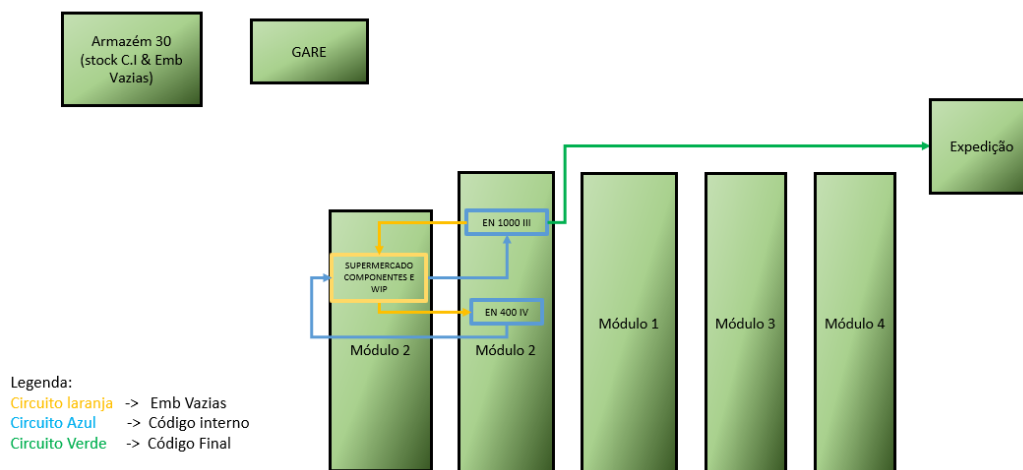


Figura 68 - Representação dos fluxos de embalagem do 2º caso após a melhoria.

Sendo o próprio operador da máquina de injeção a transportar as embalagens, o operador do comboio logístico deixou de ter movimentações associadas a este processo. É possível então verificar na tabela 19 uma redução de 164 minutos por dia na ocupação deste meio logístico.

Tabela 19 - Cálculo da redução de ocupação do meio logístico no caso 2.

Tempo de movimentações estado anterior (min)	164
Tempo de movimentações estado atual (min)	0
Diferença (min)	-164

No armazém existia uma doca para cada uma das três referências de WIP apresentadas neste subcapítulo cada uma com 12m². Com estas duas melhorias, duas dessas docas já não são necessárias visto que o stock fica todo armazenado dentro da fábrica. Ganhando assim 24m² no armazém.

3.3.5. Criação de plataforma elevatória para embalagens

No intuito de melhorar a capacidade de abastecimento e recolha de embalagens por parte dos comboios logísticos foram analisadas as produções das máquinas todas e analisadas quais as máquinas críticas relativamente ao número de embalagens produzidas por hora. Das máquinas identificadas a mais crítica é a que tem um fluxo de 9 Contentores/hora.

Analisaram-se vários fatores como a embalagem, o número de carruagens do comboio logístico e o layout do posto de trabalho. Como a peça produzida é de aspeto, existem muitas restrições para alteração da embalagem por isso foi excluída essa hipótese. O comboio logístico que faz a recolha e abastecimento desta máquina já está no limite de segurança relativamente ao comprimento, por isso também foi excluída a hipótese de aumentar o número de carruagens. Relativamente ao layout do posto de trabalho existe espaço disponível que pode ser usado se necessário.

Como esta máquina está exclusivamente a trabalhar sempre com o mesmo molde devido a ser um High Runner, a solução proposta para resolver este problema passa por uma plataforma elevatória fixa no posto de trabalho que empilhe estas embalagens duas a duas de forma a reduzir para metade o número de embalagens que o comboio logístico tem de transportar para esta máquina.

Inicialmente testou-se com um porta-paletes elétrico que existia na fábrica para se perceber a viabilidade da solução. Foi testado apenas pela equipa de processo e com a supervisão do responsável da logística interna e o responsável do departamento de saúde e segurança do trabalho de maneira a não ocorrerem riscos desnecessários. Apesar do equipamento não estar preparado para as dimensões da embalagem, o conceito foi validado tanto na elevação da embalagem no posto de trabalho (figura 69), como no transporte das embalagens empilhadas no comboio logístico (figura 70).



Figura 69 - Teste para validação de estrutura elevatória.



Figura 70 - Teste para validação de transporte de embalagens empilhadas.

Foi adquirida uma plataforma simples e manual e foi proposto à equipa de robótica da fábrica que automatizasse de maneira que o operador do posto de trabalho tivesse de interagir o mínimo possível com a plataforma. Após a alteração da plataforma e instalação no posto de trabalho foram programadas apenas 3 posições em que o operador ao carregar no botão indicado, a plataforma move o contentor para a altura programada. É possível constatar a diferença da plataforma elevatória antes da alteração (figura 71) e depois da alteração (figura 72). Foi dada uma formação e criada uma ficha de instrução para auxiliar os operadores acerca do correto funcionamento da plataforma (apêndice E).



Figura 71 - Plataforma elevatória antes da alteração.

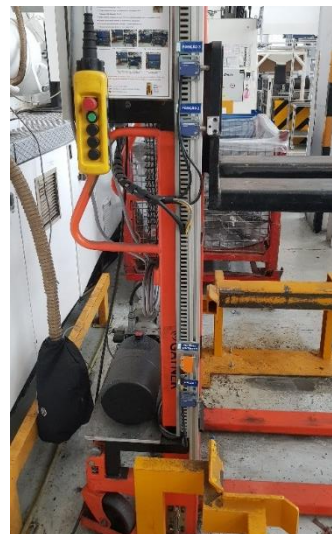


Figura 72 - Plataforma elevatória aplicada no posto de trabalho com 1 autômato, 1 bomba hidráulica e 2 cilindros.

Apesar de ser uma operação extra, não afetou o TC da peça porque os operadores da máquina têm tempo disponível. É possível ver na tabela 20 os tempos de ciclo de injeção da peça na máquina e das operações de cada operador. Como o processo é automático o operador carrega no botão da posição que pretende e continua a trabalhar na peça. O operador como movimenta de cada vez duas embalagens com 8 peças cada o tempo da operação é repartido por essas 16 peças fazendo assim 4 segundos por peça. Sendo assim foi acrescentado na gama de operação esta nova tarefa sendo ela a número 4 do 4º operador, como é possível verificar na figura 73.

Tabela 20 - Tempo de operação de cada operador da máquina.

Designação	TC / peça (s)	+ operação plataforma (s)	TC total (s)
Injeção do molde	48	-	48
Operador 1	37	-	37
Operador 2	43	-	43
Operador 3	39	-	39
Operador 4	37	4	41









Op.4				
Nº	Operações	Pontos - Chave	Razões	Tmp
1	 Recolhe peça e analisa conforme Gama de Muro de Qualidade	 Ler atentamente a Gama de Muro (verificar aspeto visual, componentes e marcação de pontos assinalados)	Garantir o cumprimento da Gama de Muro	20
2	 Cola etiqueta de traçabilidade do operador na peça	Retira etiqueta e cola manualmente	Traçabilidade da peça e peça ok	2
3	 Embalar a peça de acordo com a Gama de Embalagem	  Ler atentamente a Gama de Embalagem	Garantir o cumprimento da Gama de Embalagem	8
4	 Utilizar porta paletes automático no empilhamento e desempilhamento de embalagens	 Ver funcionamento do porta paletes	Garantir cumprimento	4
5	Colocar rótulo na embalagem aquando embalamento da 1ª peça	Colar etiqueta de traçabilidade no rótulo para validação da embalagem depois de colocar a última peça	Garantir rastreabilidade da peça até ao cliente	2,5
6	Preencher TRS e verificar M.P.			0,1
Tempo Operação				37

Figura 73 - Gama de operações do operador 4 com a nova tarefa.

Com a plataforma elevatória a funcionar foi possível reduzir o número de embalagens que o comboio logístico tem de recolher nesta máquina de 9 para 4,5 por hora. Os fluxos logísticos serão abordados no subcapítulo 3.3.8 com mais detalhe, mas é possível calcular o ganho de capacidade deste comboio logístico que não conseguia dar resposta à necessidade. Este comboio tem 8 carruagens e em média dá voltas de 20 minutos cada. Isto significa que por hora tem capacidade de abastecer 24 embalagens, com esta redução de 4,5 embalagens por hora representa um ganho de cerca de 19% de capacidade.

3.3.6. Redefinição de tarefas dos operadores

Todos os comboios logísticos ou empilhadores que recolham embalagens de produto final, seja nas máquinas de injeção ou nas linhas de montagem, têm de levar para o armazém de expedição. Dentro desse armazém as embalagens são descarregadas numa zona de transição que está no início do armazém chamada de doca arco-íris (docas pintadas com a cor que está associada a cada cliente) (figura 74).

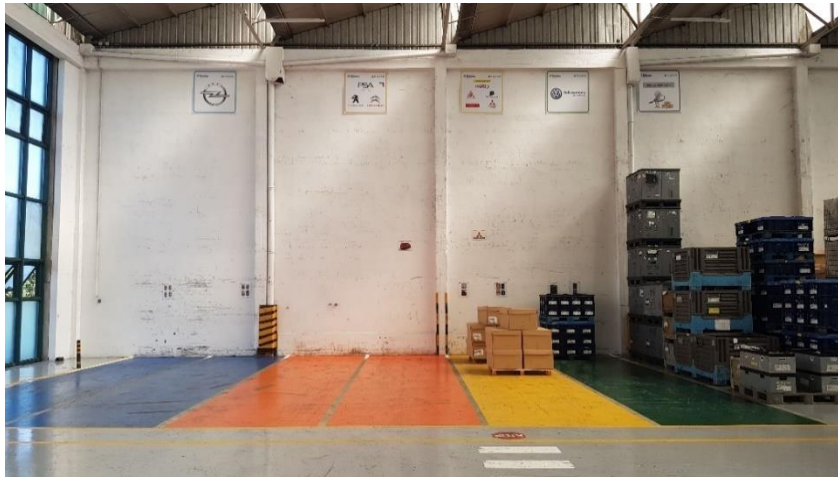


Figura 74 - Doca arco-íris com a cor associada a cada cliente.

Esta é uma ajuda visual que permite descarregar a embalagem na doca correta do cliente de uma maneira mais fácil e rápida. O operador logístico chega a esta zona, encosta o comboio e espera que o operador do armazém descarregue com o empilhador. Como já foi mencionado no subcapítulo 3.2.7 existem dois grandes desperdícios nesta zona. Sendo assim foi proposto e testado a descarga pelo próprio operador do comboio, já que este se encontrava parado. O teste foi realizado durante uma semana e foram medidos os tempos das voltas dos comboios e dos tempos de descarga, sempre com a supervisão do responsável da logística. Foram encontradas algumas dificuldades na descarga por parte dos operadores devido à falta de prática no manuseamento do empilhador, mas após a semana de teste estava tudo a funcionar normalmente sem prejuízo no tempo da volta.

Foi criado então um local para colocar o empilhador após cada descarga e enquanto não estivesse a ser usado. A zona foi organizada e agora os comboios logísticos têm espaço para ficarem completamente parados dentro do armazém de expedição (figura 75).



Figura 75 - Nova área de descarregamento dos comboios logísticos no armazém 10.

Esta ação de melhoria permitiu uma melhor organização da entrada do armazém de expedição, aumentou a polivalência dos operadores dos comboios logísticos e libertou na totalidade 1 operador logístico por turno permitindo que fizesse outras tarefas que acrescentassem mais valor.

3.3.7. Criação de Kanban para o WIP para dois projetos

O normal até então no grupo Simoldes era uma estrutura com um tapete transportador em cada máquina de injeção e a cada ciclo o robô da máquina coloca a peça em cima desse tapete transportador e este por sua vez avança um pouco até chegar ao operador (figura 76).



Figura 76 - Máquina de injeção com um tapete transportador dedicado.

Este projeto europeu foi uma novidade ao trabalhar com robôs colaborativos numa linha multiproduto. Esta linha multiproduto consiste em ter 4 máquinas de injeção a colocar peças em cima de um tapete transportador único, estando 2 máquinas de cada lado. Na extremidade do tapete onde está o operador a embalar as peças, existe 1 robô colaborativo de cada lado a auxiliar no embalamento (figura 77).

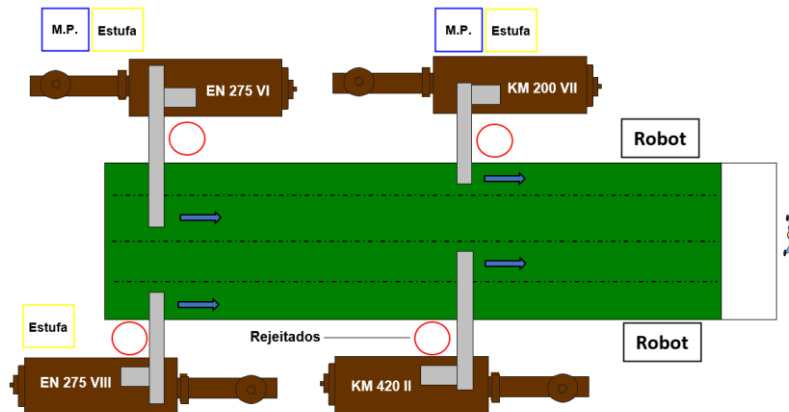


Figura 77 - Tapete transportador para 4 máquinas de injeção.

Ao implementar um conceito que é novidade para a empresa e para os colaboradores existem sempre receios. Um desses receios é o de acontecer alguma falha na linha multiproduto e ter de parar a produção, e por isso no início da implementação existia sempre grandes quantidades de stock deste material. Com a desorganização provocada pelos postos de trabalho cheios de embalagens, muitas vezes as mesmas não eram declaradas que estavam produzidas, o que induzia em erro quem estava a planear, fazendo com que se produzisse ainda mais. É possível verificar o stock num relatório retirado do ERP relativamente às referências de WIP em questão, na data do último dia de trabalho antes das férias de Natal de 2020. O número de dias de stock está representado na última coluna da tabela, com um valor médio de cerca de 6 dias de stock (figura 78).

ABC Analysis

Last update of report: 18.12.2020 10:07:11

Company 4 Plastaze

Plant 000 PLASTAZE

All warehouses included in MRP

Planner	Part No	Part No	Package Code	Package Description	Qty/Pack	Total Stock	Total Req.	Req. by Day	Nr Days Stock
Responsável Central	I02115014001A	GRIFF VORN LL OHNE RE	B10	BAC INTERNO	40	4 200	10 032	1 300	3
Responsável Central	I02115015001A	GRIFF VORN IL OHNE AMB RE	B10	BAC INTERNO	40	720	4 560	600	1
Responsável Central	I02115016001A	GRIFF VORN LL LOCK/UNL LI	B10	BAC INTERNO	40	840	1 824	200	4
Responsável Central	I02115017001A	GRIFF VORN LL LK/UN AMB LI	B10	BAC INTERNO	40	840	4 560	600	1
Responsável Central	I02115030001A	GRIFF VORN OHNE LI	B10	BAC INTERNO	40	3 120	7 296	1 300	2
Responsável Central	I02115031001A	GRIFF VORN RL OHNE AMB LI	B10	BAC INTERNO	40	1 080	1 921	100	11
Responsável Central	I02115032002A	GRIFF RE MIT LOCK-UNLOCK	B10	BAC INTERNO	40	800	912	50	16
Responsável Central	I02115033002A	GRIFF RE MIT LOCK-UNLOCK	B10	BAC INTERNO	40	800	1 824	100	8
Responsável Central	I02315008002A	GRIFF VORN LI MIT LOCK-UNL	B10	BAC INTERNO	46	1 656	4 920	720	2
Responsável Central	I02315009002A	GRIFFMULDE VORN RE	B10	BAC INTERNO	46	1 748	3 680	720	2
Responsável Central	I02315010002A	GRIFF VORN LI	B10	BAC INTERNO	46	644	1 224	240	3
Responsável Central	I02315011002A	GRIFF VORN RE MIT LOCK-UNL	B10	BAC INTERNO	46	2 944	2 448	240	12
Responsável Central	I02315012002A	GRIFFMULDE HINTEN LI	B10	BAC INTERNO	40	9 800	7 380	2 160	5
Responsável Central	I02315013002A	GRIFFMULDE HINTEN RE	B10	BAC INTERNO	40	7 040	7 380	2 160	3
Responsável Central	I02315016002A	GRIFF VORN LI MIT AMB	B10	BAC INTERNO	46	782	979	96	8
Responsável Central	I02315017002A	GRIFF VO RE MIT LOCK-UNLO.	B10	BAC INTERNO	46	1 610	1 224	96	17
Responsável Central	I02315024002A	GRIFF VO LI MIT LOCK-UNLO	B10	BAC INTERNO	46	1 426	1 246	512	3
Responsável Central	I02315025002A	GRIFFMULDE VORN RE MIT AMB	B10	BAC INTERNO	46	1 748	2 459	512	3
Average									6

Figura 78 - Relatório retirado do ERP relativamente ao nível de stock de determinadas referências de WIP.

O intuito de implementar o conceito Kanban nestas referências é de poder reduzir os valores de stock, permitir uma maior organização dos postos de trabalho e dar autonomia ao operador para acompanhar e coordenar todo o ciclo produtivo destas 4 máquinas.

Foi criada uma tabela relativamente às referências de WIP mencionadas anteriormente com alguns dados de entrada, sendo eles a linha onde são transformadas em produto final, a máquina onde são injetadas, o número do molde, a designação, a referência, o tempo de ciclo, o número de peças da mesma referência injetadas em cada ciclo, o cálculo de peças injetadas por hora, a necessidade média diária, a ocupação do molde respetivo na máquina de injeção com um tempo de abertura de 24 horas e um rendimento de 85% (valores usados pela empresa) e o número de peças por embalagem (figura 79).

LM de consumo	Máquina de produção	Molde	Designação Peça	Ref. Interna	TC	Cavidades	Peças/hora	Consumo Médio Diário	Ocupação Máquina	Peças / emb
LM.13.1	200VII	MO.8466	GRIFF VORN LL OHNE RE	I02115014001A	38	2	189	1300	34%	40
LM.13.1	420	MO.8463	GRIFF VORN IL OHNE AMB RE	I02115015001A	42	1	86	600	34%	40
LM.13			GRIFF VORN LL LK/UN AMB LI	I02115017001A	42	1	86	600		
LM.13	200VII	MO.8816	GRIFF VORN OHNE LI	I02115030001A	50	2	144	1300	44%	40
LM.13	275VIII	MO.8465	GRIFF VORN RL OHNE AMB LI	I02115031001A	58	1	62	100	8%	40
LM.13.1			GRIFF RE MIT LOCK-UNLOCK	I02115033002A	58	1	62	100		
LM.13.1	275VIII	MO.8464	GRIFF RE MIT LOCK-UNLOCK	I02115032002A	42	1	86	50	3%	40
LM.13	275VIII	MO.8462	GRIFF VORN LL LOCK/UNL LI	I02115016001A	43	1	84	200	12%	40
LM.15	420	MO.8473	GRIFF VORN LI MIT LOCK-UNL	I02315008002A	51	2	141	720	25%	46
LM.15.1			GRIFFMULDE VORN RE	I02315009002A	51	2	141	720		
LM.15	275VIII	MO.8612	GRIFF VORN LI MIT AMB	I02315016002A	50	1	72	96	7%	40
LM.15.1			GRIFF VO RE MIT LOCK-UNLO.	I02315017002A	50	1	72	96		
LM.15	275VIII	MO.8477	GRIFF VORN LI	I02315010002A	50	1	72	240	16%	40
LM.15.1			GRIFF VORN RE MIT LOCK-UNL	I02315011002A	50	1	72	240		
LM.15	420	MO.8482	GRIFF VO LI MIT LOCK-UNLO	I02315024002A	46	1	78	512	32%	46
LM.15.1			GRIFFMULDE VORN RE MIT AMB	I02315025002A	46	1	78	512		
LM.16	420	MO.8481	GRIFFMULDE HINTEN LI	I02315012002A	46	2	157	2160	68%	40
LM.16.1			GRIFFMULDE HINTEN RE	I02315013002A	46	2	157	2160		

Figura 79 - Excerto de um ficheiro de cálculo de quantidades de peças para Kanban.

De maneira a calcular a quantidade para o Kanban foi usada a abordagem de (Smalley, 2008), tendo sido adaptada à realidade da empresa. O Lead time de reposição usado foi considerado de 1 dia para os High Runners e de 2 dias para os Low Runners; a variação de pedidos contratado com o cliente pode ir até 15%; o OEE usado para estas máquinas é de 85% por isso a taxa média de ineficiências usada é de 15%. Estes valores permitiram calcular o número de caixas, ou seja, cartões Kanban para o stock de ciclo, o stock pulmão e o stock de segurança, estando arredondado sempre para cima pelo múltiplo de embalagem. No fim a média é de 2,1 dias de stock das referências todas (apêndice F). Após o cálculo e a validação por parte do departamento de produção e de logística foram criados os acumuladores, os lançadores e os cartões Kanban a serem usados.

3.3.7.1. Cartão Kanban

Os cartões Kanban contêm toda a informação necessária para o operador e para a produção, como o número do cartão de um total de cartões; a máquina de injeção; o número do molde; a quantidade de peças por embalagem; o posto de consumo da peça; a referência e a designação. Para uma identificação mais fácil e rápida dos cartões Kanban foram personalizados com cor de

cliente no espaço do número do molde e com a cor do lado da peça no espaço do posto de consumo, estando associado o laranja ao lado esquerdo (figura 80) e o azul ao lado direito (figura 81).

CARTÃO KANBAN		
Nº CAIXA	POSTO INJEÇÃO	MOLDE
1/44	EN 200 VII	MO.8816
	PEÇAS / EMBALAGEM	POSTO CONSUMO
	40	LM.13
GRIFF VORN OHNE LI		
102115030001A		

Figura 80 - 1º de 44 cartões Kanban de uma peça esquerda.

CARTÃO KANBAN		
Nº CAIXA	POSTO INJEÇÃO	MOLDE
10/44	EN 200 VII	MO.8466
	PEÇAS / EMBALAGEM	POSTO CONSUMO
	40	LM.13.1
GRIFF VORN LL OHNE RE		
102115014001A		

Figura 81 - 10º de 44 cartões Kanban de uma peça direita.

3.3.7.2. Acumulador

Juntamente com a equipa de serralharia foram criadas estruturas que servem de acumuladores dos cartões Kanban. Esta estrutura encontra-se junto da estante de supermercado da linha de montagem e existe uma para cada referência (figura 82). Foi colado na margem direita de cada estrutura a cor verde, amarela e vermelha associada às quantidades de cada referência de maneira a verificar facilmente o estado do stock.



Figura 82 - Acumulador de cartões Kanban na linha de montagem.

3.3.7.3. Lançador

Foi afixado junto das máquinas de injeção associadas a este projeto as estruturas que servirão de lançador, ou seja, um tubo redondo de inox para cada máquina onde são colocados os cartões Kanban, sendo a sequência de produção igual à ordem que foram colocados na estrutura (figura 83).



Figura 83 - Lançador de lotes de produção na máquina de injeção.

3.3.7.4. Modo de funcionamento

Na injeção de cada WIP é colocado um cartão Kanban em cada caixa dessa referência (figura 84). A caixa é armazenada na estante de supermercado, estando todas as referências disponíveis para serem consumidas na linha de montagem. Quando o operador da linha começa a consumir a caixa, retira o cartão Kanban e coloca no acumulador respectivo da referência. À medida que os cartões vão aumentando no acumulador, o status vai passando de verde para amarelo e por fim, em casos excepcionais, para vermelho. O status sempre que passa para amarelo o operador retira os cartões que estão no acumulador, junta todos e pendura-os no lançador (figura 85). O lançador sequencia os cartões Kanban que são produzidos na máquina pela ordem de chegada. Quando a referência de WIP começa a ser produzida, os cartões voltam a ser colocados nas caixas, começando um novo ciclo.



Figura 84 - Embalagem com rótulo da peça e com cartão Kanban.



Figura 85 - Detalhe de dois lotes de produção sequenciados na máquina de injeção.

Esta melhoria permitiu reduzir o stock das referências em causa de 6 para 2 dias, organizar o posto de trabalho e dar autonomia ao operador que começou ele a gerir e a planear a produção das máquinas em questão.

3.3.8. Balanceamento dos fluxos logísticos

De forma a cumprir o objetivo de retirar os empilhadores da zona de produção, mencionado no início deste subcapítulo, foi necessário fazer algumas melhorias que foram explicadas nos subcapítulos anteriores. Após essas melhorias fizeram-se algumas alterações nas alocações de moldes às máquinas para ser possível reestruturar os fluxos das embalagens e usar apenas comboios logísticos. As ocupações dos novos fluxos estão detalhadas na tabela 21. Após os novos cálculos foram desenhadas várias propostas, tendo sido atribuída uma cor a cada fluxo, de maneira a analisar e escolher a mais conveniente para a fábrica (figura 86).

Tabela 21 - Cálculos das ocupações dos novos fluxos.

Processo	Situação	MOI real/turno	Necessidade MOI/turno	Variação
Comboio 3 (Abastecimento embalagens Nave 1)	Ponto Crítico	1	1,17	-0,17
	Média	1	0,89	0,11
Comboio 4 (Abastecimento embalagens Nave 1)	Ponto Crítico	1	1,11	-0,11
	Média	1	0,85	0,15
Comboio 5 (Abastecimento embalagens Nave 2)	Ponto Crítico	1	1,17	-0,17
	Média	1	0,93	0,07
Comboio 6 (Abastecimento embalagens Nave 2)	Ponto Crítico	1	1,09	-0,09
	Média	1	0,89	0,11
Comboio 7 (Abastecimento embalagens Nave 3)	Ponto Crítico	1	0,81	0,19
	Média	1	0,71	0,29
Comboio 8 (Fluxo dos contentores de rejeição)	Média	1	0,63	0,37

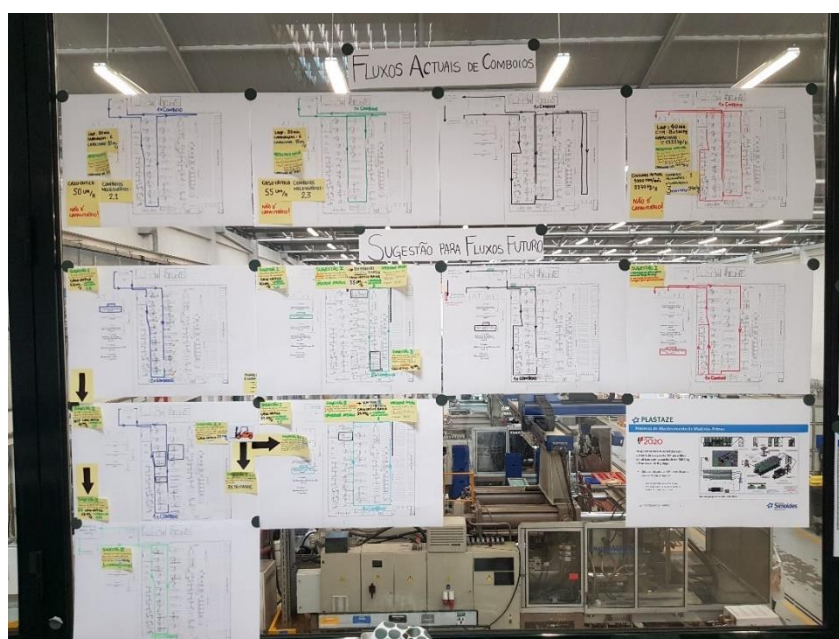


Figura 86 - Propostas para futuros fluxos de comboios logísticos.

3.4. MAPEAMENTO DA FÁBRICA – ESTADO FUTURO

Após as várias ações de melhoria apresentadas no subcapítulo 3.3 e também alguns ajustes na carga de máquinas, foi feito um novo mapeamento à fábrica que contempla a nova realidade da logística. Serão apresentadas as alterações mais relevantes sendo que os dados da fábrica apresentados neste estado futuro são representativos da semana 30 de 2021.

Devido à ação de melhoria dos subcapítulos 3.3.1 e 3.3.2, em que se organizaram os armazéns, passando os componentes para dentro da fábrica e todas as embalagens vazias para o espaço coberto, já não é necessário o MOI por turno e o empilhador que faziam a descarga das embalagens no exterior da fábrica. A estrutura final do departamento de receção é possível verificar na tabela 22.

Tabela 22 - Estrutura final do departamento de receção após as melhorias.

ID	Função	Descrição	MOI	Meios
1	Gestor de Módulo	Responsável área de receção	1	-
2	Supervisor	Supervisor de turno (2 turnos)	2	-
3	Administrativo	Trabalho de administração (2 turnos)	2	-
4	Gestão de embalagens	Gestão dos stocks de embalagens da empresa	1	-
5	Armazém 30	Armazenamento e preparação de material (3 turnos)	3	1
6	Armazém 22	Abastecimento do armazém 22 (3 turnos)	3	1
7	Receção de material	Etiquetagem e declaração do material (3 turnos)	3	-
8	Descargas e cargas	Descargas e cargas dos camiões (3 turnos)	3	1
Total			18	3

Com o balanceamento dos fluxos logísticos mencionado no subcapítulo 3.3.8, sendo feito agora o abastecimento de embalagens às máquinas apenas com comboios logísticos, foi possível reduzir 3 MOI e 1 empilhador. Houve então uma reestruturação das funções do departamento de logística, sendo possível verificar na tabela 23.

Tabela 23 - Estrutura final da logística interna após as melhorias.

ID	Função	Descrição	MOI	Comb	Emp
1	Gestor de Módulo	Responsável logística interna	1	-	-
2	Supervisor	Supervisor de turno (3 turnos)	3	-	-
3	Polivalente	Rendição da equipa (3 turnos)	3	-	1
4	Gare	Carregamento dos comboios (3 turnos)	6	-	2
5	Matéria-prima	Preparação e abastecimento da MP (3 turnos)	6	1	-
6	Recolha unitária	Abastecimento de componentes e recolha de embalagens pequenas (3 turnos)	3	1	-
7	Nave 1	Abastecimento embalagens às máquinas da nave 1 (3 turnos)	6	2	-
8	Nave 2	Abastecimento embalagens às máquinas da nave 2 (3 turnos)	6	2	-
9	Nave 3	Abastecimento embalagens às máquinas e linhas da nave 3 (3 turnos)	3	1	-
10	Rejeitados	Fluxo de recolha da rejeição	3	1	-
11	Descarga Arm 10	Descarga dos comboios no Arm. 10 (3 turnos)	-	-	1
12	Cave	Abastecimento das linhas de montagem da cave (1 turno)	1	-	1
Total			41	8	5

Neste trabalho não foram identificados problemas que afetassem diretamente o departamento da expedição por isso a estrutura do departamento mantém-se igual à apresentada no subcapítulo 3.1.4.

Na figura 87 é possível ver o mapeamento do estado futuro (após as ações implementadas), representado na parede da sala de reuniões onde foi apresentado o trabalho à direção da fábrica e direção de operações.

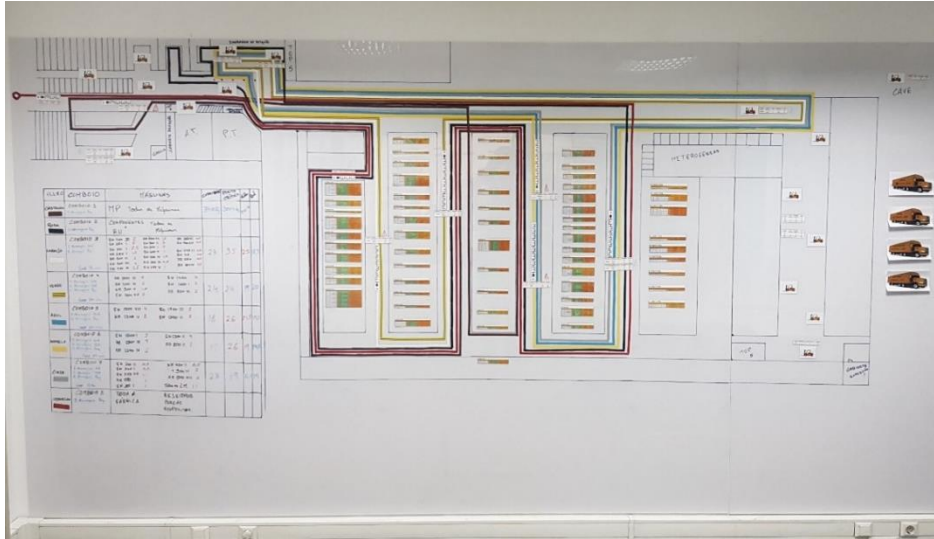


Figura 87 - Representação do mapeamento da fábrica do estado após as melhorias.

3.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Neste subcapítulo pretende-se descrever os resultados das melhorias implementadas nos processos em questão, evidenciando os ganhos quantitativos e qualitativos obtidos (tabela 24).

Tabela 24 - Ganhos verificados na implementação das soluções descritas.

Proposta de melhoria	Ganhos Quantitativos	Ganhos Qualitativos
<ul style="list-style-type: none"> Redimensionamento e realocação do supermercado de componentes Organização dos armazéns para colocar as embalagens vazias em espaço coberto 	<p>Ganho de 1 MOI/turno (limpeza das embalagens)</p> <p>Ganho de 1 MOI/turno (descarga embalagens)</p> <p>Ganho 1 meio de movimentação</p> <p>Ganho de 1600 m2 na zona de parque de embalagens.</p>	<p>Armazém de componentes organizado;</p> <p>Fácil acesso por parte da produção</p> <p>Cumprimento do FIFO.</p> <p>Melhor acondicionamento das embalagens;</p> <p>Melhor imagem da entrada da fábrica.</p>
Implementação de embalagens de MP com o triplo da capacidade	Ganho de 1 meio de movimentação	Ganho de capacidade do comboio logístico.
Criação de nova embalagem para dois produtos.	<p>Ganho de 24 m2 no armazém de WIP</p> <p>Ganho de 436 minutos semanais de um MOI e Comboio</p> <p>Ganho de 164 minutos diários noutra MOI e Comboio.</p>	<p>Melhor controlo visual do stock;</p> <p>Maior facilidade de movimentação das embalagens.</p>

Criação de plataforma elevatória para embalagens	Ganho de 19% de capacidade do comboio logístico associado.	Redução do tempo inativo dos operadores da máquina de injeção.
Redefinição de tarefas dos operadores	Ganho de 1 MOI/turno.	Organização do local de descarga dos comboios no armazém de expedição; Aumento de polivalência dos operadores.
Criação de kanban para o WIP dos dois projetos	Redução de stock das referências em causa de 6 para 2 dias.	Organização do posto de trabalho; Aumento da autonomia do operador.
Balanceamento dos fluxos logísticos	Ganho de 1 MOI/turno (troca empilhador por comboio); Ganho de 1 meio de movimentação (saldo entre comboio e empilhador)	Nivelamento da carga de ocupação de cada comboio logístico; Maior segurança no interior da fábrica devido à eliminação de empilhadores.

4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho foi elaborado no âmbito do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto, tendo sido realizado no seio de uma empresa que trabalha no ramo automóvel, a Plastaze SA.

4.1. PRINCIPAIS CONTRIBUTOS DO TRABALHO

Da realização deste trabalho, salientam-se os seguintes contributos para a empresa:

- Implementação de um supermercado de componentes organizado e um sistema uniformizado de abastecimento;
- Organização dos armazéns com as embalagens todas armazenadas em espaço coberto;
- Criação de embalagens mais ergonómicas e de fácil transporte;
- Criação de um sistema kanban para algumas referências de WIP;
- Nivelamento dos fluxos logísticos;
- Criação de uma ferramenta de consulta e gestão dos fluxos logísticos.

Na tabela 25, explicita-se o estado de implementação das soluções anteriormente descritas.

Tabela 25 - Estado de implementação atual das soluções descritas.

Contributos	Estado de Implementação
Redimensionamento e realocação do supermercado de componentes	Ação implementada com sucesso nos supermercados de componentes. De momento está a ser recolhida a informação de projetos a entrar nos próximos anos para acrescentar as referências.
Organização dos armazéns para colocar as embalagens vazias em espaço coberto	Ação implementada com sucesso. Faltando apenas a pintura dos números das docas de embalagens vazias com a cor de cada cliente.
Implementação de embalagens de matéria-prima com o triplo da capacidade	As novas embalagens estão a ter um impacto muito positivo no fluxo de matéria-prima da fábrica, estando a ser analisada a colocação de mais embalagens em circulação.
Criação de nova embalagem para dois produtos	As duas embalagens criadas estão em circulação sem qualquer impacto negativo na qualidade das peças.
Criação de plataforma elevatória para embalagens	A plataforma tem funcionado com sucesso, tendo um impacto positivo para a logística. Está a ser analisada a implementação de uma nova plataforma noutra máquina de injeção.
Redefinição de tarefas dos operadores	Após as semanas de adaptação a ação foi fechada com sucesso.
Criação de Kanban para o WIP dos dois projetos	Os cartões Kanban estão em funcionamento, sendo necessário um novo cálculo de lotes devido à oscilação anormal da necessidade, consequência da pandemia.

Balanceamento dos fluxos logísticos	A análise dos fluxos foi apresentada tanto à direção da fábrica como ao departamento de operações do grupo. A base de dados encontra-se atualizada e disponível para consulta.
-------------------------------------	--

4.2. VALOR ACRESCENTADO DO TRABALHO PARA A INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

Este trabalho veio demonstrar que uma análise macro dos fluxos logísticos, bem como a aplicação de metodologias Lean pode levar à melhoria das condições de trabalho, o que leva ao aumento da produtividade. Tendo uma visão geral da fábrica, permite identificar o estado atual e planejar um estado futuro.

Verificou-se também que na indústria não é possível atingir nenhum objetivo trabalhando individualmente. É necessário existir um envolvimento geral dos colaboradores para se atingir um bem comum.

4.3. TRABALHOS FUTUROS

Como a melhoria dos processos tem de ser contínua, é imprescindível que se continue a analisar a fábrica de uma forma macro e micro de forma que a melhoria seja constante.

De momento sabe-se o estado atual da fábrica, mas o planeamento tem de ser feito com antecedência, por isso é necessário fazer o mapeamento da fábrica para os próximos 3 anos, verificando os projetos que vão entrar em produção, os projetos que vão terminar a sua produção e que impacto é que isso vai ter no funcionamento da fábrica a nível de capacidade das máquinas e linhas de montagem, ocupação de área em armazém e carga de meios de movimentação e MOI.

Os fluxos logísticos foram balanceados e as novas alocações estão neste momento em funcionamento, mas existe a necessidade de dar uma visão em tempo real ao supervisor de logística interna. Por isso está a ser criado um ficheiro que irá ser facultado aos supervisores para que no início de cada turno eles insiram os moldes que estão em produção, podendo ter uma visão instantânea se irão ter um turno tranquilo ou não.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul Rahman, N. A., Mohd Sharif, S., & Mohamed Esa, M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7(Icebr), 174–180. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00232-3)
- Aguilar-Escobar, V. G., Bourque, S., & Godino-gallego, N. (2015). Hospital kanban system implementation: Evaluating satisfaction of nursing personnel. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 21(3), 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.iedee.2014.12.001>
- Antonelli, D., & Stadnicka, D. (2018). Combining factory simulation with value stream mapping : a critical discussion. *Procedia CIRP*, 67, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.171>
- Antoniolli, L., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120–1127. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>
- Apafaian Dumitrita, I., Egri Diana, M., & Veres, C. (2020). Case study regarding the implementation of one-piece flow line in automotive company. *Procedia Manufacturing*, 46, 244–248. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.036>
- Aureliano, F. d'S., Costa, A. A. F., Júnior, I. F., & Rodrigues, R. A. (2019). Application of lean manufacturing in construction management. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 241–247. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.032>
- Azevedo, J., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Santos, G., Cruz, F. M., Jimenez, G., & Silva, F. J. G. (2019). Improvement of production line in the automotive industry through lean philosophy. *Procedia Manufacturing*, 41, 1023–1030. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.029>
- Balamurugan, R., Kirubagharan, R., & Ramesh, C. (2020). Implementation of lean tools and techniques in a connecting rod manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*, 33, 3108–3113. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.702>
- Barot, R. S., Raval, K., Berawala, H., & Patel, A. (2020). Implementation of lean practices in water heater manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*, 38, 2227–2234. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.304>
- Bhade, S., & Hegde, S. (2020). Improvement of Overall Equipment Efficiency of Machine by SMED. *Materials Today: Proceedings*, 24, 463–472. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.298>
- Bookbinder, J. H., & Ülkü, M. A. (2021). Freight Transport and Logistics in JIT Systems. In R. Vickerman (Ed.), *International Encyclopedia of transportation* (pp. 107–112). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102671-7.10228-3>
- Chikwendu, O. C., Chima, A. S., & Edith, M. C. (2020). The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company. *Heliyon*, 6(4), e03796. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03796>
- Dias, J. A., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., Silva, F. J. G., Dias, J. A., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving The Order Fulfilment Process At A Metalwork Company. *Procedia Manufacturing*, 41, 1031–1038. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.030>
- Dias, P., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, L. P., & Santos, T. (2019). Analysis and improvement of an assembly line in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1444–1452. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.143>
- Dossou, P. E., Pereira, R., Salama, C., & Chang Junior, J. (2020). How to use lean manufacturing for

- improving a Healthcare logistics performance. *Procedia Manufacturing*, 51, 1657–1664. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.231>
- Drews, T., Molenda, P., Oechsle, O., & Steinhilper, R. (2016). Value-focused Design of Lean Production Systems Based on a System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 50, 478–483. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.058>
- Ehlert, B., & Zeimet, A. (2019). Merging health care systems : An example of utilizing quality principles in infection prevention standardization. *American Journal of Infection Control*, 47(11), 1390–1392. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.04.002>
- Elg, M., Gremyr, I., Halldórsson, Á., & Wallo, A. (2020). Service action research: review and guidelines. *Journal of Services Marketing*, 34(1), 87–99. <https://doi.org/10.1108/JSM-11-2018-0350>
- Ferreira, C., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Lopes, M. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2019). ILeanDMAIC - A methodology for implementing the lean tools. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095–1102. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>
- Gaspar, F., & Leal, F. (2020). A methodology for applying the shop floor management method for sustaining lean manufacturing tools and philosophies: a study of an automotive company in Brazil. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(6), 1233–1252. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2019-0098>
- Germani, M., Mandolini, M., Marconi, M., Marilungo, E., & Papetti, A. (2015). A system to increase the sustainability and traceability of supply chains. *Procedia CIRP*, 29, 227–232. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.199>
- Gumus, A. T., Guneri, A. F., & Keles, S. (2009). Supply chain network design using an integrated neuro-fuzzy and MILP approach: A comparative design study. *Expert Systems with Applications*, 36(10), 12570–12577. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.05.034>
- Ikumapayi, O. M., Akinlabi, E. T., Mwema, F. M., & Ogbonna, O. S. (2020). Six sigma versus lean manufacturing – An overview. *Materials Today: Proceedings*, 26, 3275–3281. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.986>
- Khan, S. A. R., Yu, Z., Golpira, H., Sharif, A., & Mardani, A. (2021). A state-of-the-art review and meta-analysis on sustainable supply chain management: Future research directions. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123357. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123357>
- Klein, L. L., Tonetto, M. S., Avila, L. V., & Moreira, R. (2021). Management of lean waste in a public higher education institution. *Journal of Cleaner Production*, 286. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125386>
- Korytkowski, P., Wisniewski, T., & Rymaszewski, S. (2013). Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka) - a case study. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(9), 1554–1559. <https://doi.org/10.3182/20130619-3-RU-3018.00285>
- Kumar, S. R., Nathan, V. N., Ashique, S. I. M., Rajkumar, V., & Karthick, P. A. (2021). Productivity enhancement and cycle time reduction in toyota production system through jishuken activity – Case study. *Materials Today: Proceedings*, 37(2), 964–966. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.181>
- Kumar, S. S., & Kumar, M. P. (2014). Cycle time reduction of a truck body assembly in an automobile industry by lean principles. *Procedia Materials Science*, 5, 1853–1862. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.493>
- Li, S. G., & Rong, Y. L. (2009). The reliable design of one-piece flow production system using fuzzy ant colony optimization. *Computers & Operations Research*, 36, 1656–1663.

- <https://doi.org/10.1016/j.cor.2008.03.010>
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35(October 2015), 522–531. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(16\)00065-4](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(16)00065-4)
- Mahajan, M., Chistopher, K. B., Harshan, & Shiva Prasad, H. C. (2019). Implementation of lean techniques for sustainable workflow process in Indian motor manufacturing unit. *Procedia Manufacturing*, 35, 1196–1204. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.077>
- Mascarenhas, R. F., Pimentel, C., & Rosa, M. J. (2019). The way lean starts - a different approach to introduce lean culture and changing process with people's involvement. *Procedia Manufacturing*, 38, 948–956. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.178>
- Masuti, P. M., & Dabade, U. A. (2019). Lean manufacturing implementation using value stream mapping at excavator manufacturing company. *Materials Today: Proceedings*, 19, 606–610. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.07.740>
- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving the machining process of the metalworking industry using the lean tool SMED. *Procedia Manufacturing*, 41, 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.043>
- Mourato, J., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Dieguez, T., & Tjahjono, B. (2020). Improving internal logistics of a bus manufacturing using the lean techniques. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 1741–0401. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2020-0327>
- Mudgal, D., Pagone, E., & Salonitis, K. (2020). Approach to Value Stream Mapping for Make-To-Order Manufacturing. *Procedia CIRP*, 93, 826–831. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.084>
- Naufal, A., Jaffar, A., Yusoff, N., & Hayati, N. (2012). Development of Kanban System at Local Manufacturing Company in Malaysia – Case Study. *Procedia Engineering*, 41, 1721–1726. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.374>
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696–704. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Oliveira, M. S., Moreira, H. D. A., Alves, A. C., & Ferreira, L. P. (2019). Using lean thinking principles to reduce wastes in reconfiguration of car radio final assembly lines. *Procedia Manufacturing*, 41, 803–810. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.073>
- Pereira, J., Silva, F. J. G., Bastos, J. A., Ferreira, L. P., & Matias, J. C. O. (2019). Application of the A3 methodology for the improvement of an assembly line. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 745–754. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.101>
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>
- Ranjith Kumar, R., Ganesh, L. S., & Rajendran, C. (2021). An entropy based approach to 5S maturity. *Materials Today: Proceedings*, 46, 8103–8110. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.048>

- Reda, M., Dominique Bernard, K., Fatima, T., & Azouazi, M. (2020). Blockchain in health supply chain management: State of art challenges and opportunities. *Procedia Computer Science*, 175, 706–709. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.104>
- Resende, V. (2011). *Aplicação de Princípios e Ferramentas Lean Manufacturing na indústria de injeção de plástico* [Master's dissertation in Industrial Engineering, Repositório Aberto da Universidade do Minho]. <http://hdl.handle.net/1822/16513>
- Rodrigues, J., de Sá, J. C. V., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Santos, G. (2019). Lean management “quick-wins”: Results of implementation. A case study. *Quality Innovation Prosperity*, 23(3), 3–21. <https://doi.org/10.12776/QIP.V23I3.1291>
- Rodrigues, J., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Jimenez, G., & Santos, G. (2020). A rapid improvement process through “Quick-Win” lean tools: A case study. *Systems*, 8(4), 55. <https://doi.org/10.3390/systems8040055>
- Roh, P., Kunz, A., & Wegener, K. (2019). Information stream mapping: Mapping, analysing and improving the efficiency of information streams in manufacturing value streams. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 25, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2019.04.004>
- Romero, D., Gaiardelli, P., Powell, D., Wuest, T., & Thürer, M. (2019). Rethinking Jidoka Systems under Automation & Learning Perspectives in the Digital Lean Manufacturing World. *IFAC PapersOnLine*, 52(13), 899–903. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.309>
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Sá, J. C. (2019). Chapter 9: Lean Manufacturing applied to the production and assembly lines of complex automotive parts. In F. J. G. Silva & L. P. Ferreira (Eds.), *Lean Manufacturing: Implementation, opportunities and challenges* (pp. 189–224). Nova science publisher, NY, U.S.A.
- Sharma, K. M., & Lata, S. (2018). Effectuation of Lean Tool “5S” on Materials and Work Space Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 4678–4683. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.12.039>
- Silva, T., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2018). Improving the Multi-Brand Channel Distribution of a Fashion Retailer. *Procedia Manufacturing*, 17, 655–662. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.114>
- Simoldes. (2021). *Documentos internos da Empresa Simoldes*.
- Sivaraman, P., Nithyanandhan, T., Lakshminarasimhan, S., Manikandan, S., & Saifudheen, M. (2020). Productivity enhancement in engine assembly using lean tools and techniques. *Materials Today: Proceedings*, 33, 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.010>
- Smalley, A. (2008). Adequando a Capabilidade do Sistema de Produção à Demanda. In *Criando o Sistema Puxado Nivelado* (2nd ed., pp. 13–21). Lean Enterprise Institute.
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Pimentel, C. M. O., & Ferreira, L. P. (2019). Chapter 10: SMED applied to composed cork stoppers. In F. J. G. Silva & L. P. Ferreira (Eds.), *Lean Manufacturing - Implementation, opportunities and challenges* (pp. 225–254). Nova science publishe, NY, U.S.A.
- Sultan, F. A., Routroy, S., & Thakur, M. (2021). A simulation-based performance investigation of downstream operations in the Indian Surimi Supply Chain using environmental value stream mapping. *Journal of Cleaner Production*, 286, 125389. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125389>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & SatheeshKumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885.

- <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Suryaprakash, M., Prabha, M. G., Yuvaraja, M., & Revanth, R. V. R. (2020). Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm. *Materials Today: Proceedings*, 2214–7853. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.820>
- Sutharsan, S. M., Mohan Prasad, M., & Vijay, S. (2020). Productivity enhancement and waste management through lean philosophy in Indian manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*, 33, 2981–2985. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.976>
- Tregubov, A., & Ann Lane, J. (2015). Simulation of Kanban-based scheduling for systems of systems: initial results. *Procedia - Procedia Computer Science*, 44, 224–233. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.004>
- Valsa, K. (2005). Action Research for Improving Practice - A Practical Guide. In *A SAGE Publications Company* (Vol. 36, Issue 6).
- Venkat Jayanth, B., Prathap, P., Sivaraman, P., Yogesh, S., & Madhu, S. (2020). Implementation of lean manufacturing in electronics industry. *Materials Today: Proceedings*, 33, 23–28. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.718>
- Vijay, S., & Prabha, M. G. (2020). Work standardization and line balancing in a windmill gearbox manufacturing cell: A case study. *Materials Today: Proceedings*, 2214–7853. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.584>
- Villa, A., & Taurino, T. (2013). From JIT to Seru , for a production as lean as possible. *Procedia Engineering*, 63, 956–965. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.08.172>
- Wiech, M., Böllhoff, J., & Metternich, J. (2017). Development of an optical object detection solution for defect prevention in a Learning Factory. *Procedia Manufacturing*, 9, 190–197. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.037>
- Zahraee, S. M., Toloioe, A., Abrishami, S. J., Shiwakoti, N., & Stasinopoulos, P. (2020). Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation. *Procedia Manufacturing*, 51, 1379–1386. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.192>

APÊNDICES

APÊNDICE A – RESUMO DOS CÁLCULOS FEITOS PARA O MAPEAMENTO DA FÁBRICA

Nave 1						
Máquina	Embalagens/h			CTs/h		
	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo
Máquina 1				3,27	2,3	1,25
Máquina 2				8,82	8,8	8,82
Máquina 3				4,44	3,3	1,50
Máquina 4				7,11	5,5	1,07
Máquina 5				2,00	1,4	1,05
Máquina 6	0,00	0,00	0,00	2,04	1,8	0,60
Máquina 7	5,11	0,95	3,96	2,00	1,5	0,34
Máquina 8	0,84	0,02	0,37	5,14	0,7	0,02
Máquina 9	3,75	1,74	3,75	1,82	1,1	0,13
Máquina 10	0,00	0,00	0,00	1,45	1,4	0,40
Máquina 11	0,00	0,00	0,00	2,00	1,7	1,48
Máquina 12	0,00	0,00	0,00	2,08	1,7	1,52
Máquina 13	0,00	0,00	0,00	2,12	1,7	1,36
Máquina 14	5,36	2,01	5,36	2,18	0,9	0,36
Máquina 15	11,43	2,08	2,37	0,76	0,4	0,16
Máquina 16	13,53	3,55	6,59	1,58	0,9	0,57
Máquina 17	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,15
Máquina 18	5,29	4,14	0,35	0,93	0,4	0,02
Máquina 19	4,71	2,02	1,07	1,53	0,9	0,07
Máquina 20	4,50	3,77	1,20	0,69	0,3	0,15
Máquina 21	2,40	0,94	0,13	0,14	0,0	0,01
Máquina 22	1,85	0,85	0,23	0,00	0,0	0,00
Máquina 23	6,00	0,79	1,29	0,40	0,2	0,11
Máquina 24	6,59	1,30	0,23	0,66	0,1	0,06
Total	71,36	24,16	26,89	53,34	37,29	21,23

NAVE 2						
Máquina	Embalagens/h			CTs/h		
	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo
Máquina 25				5,00	5,00	5,00
Máquina 26				8,57	5,55	2,80
Máquina 27				2,00	1,79	1,51
Máquina 28				6,79	5,69	1,20
Máquina 29				4,83	4,60	3,05
Máquina 30				9,23	6,54	1,67
Máquina 31				5,69	3,95	0,48
Máquina 32				3,67	3,30	2,91
Máquina 33				2,12	1,26	1,25
Máquina 34				3,27	3,20	1,60
Máquina 35				1,12	1,03	1,09
Máquina 36				8,57	4,84	1,67
Total	0,00	0,00	0,00	60,86	46,75	24,22

Nave 3						
Máquina	Embalagens/h			CTs/h		
	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo
Máquina 37	3,00	0,44	0,20			
Máquina 38	4,74	4,19	3,60	0,26	0,23	0,20
Máquina 39	1,50	0,79	0,48	0,00	0,00	0,00
Máquina 40	5,63	1,03	0,33	0,63	0,40	0,02
Máquina 41	4,33	2,35	0,69	0,00	0,00	0,00
Máquina 42	4,81	3,79	0,19	0,27	0,21	0,04
Máquina 43	10,71	7,88	0,80	0,60	0,41	0,08
Máquina 44	3,13	1,84	0,71	0,17	0,09	0,04
Máquina 45	6,15	0,00	2,68	0,83	0,33	0,15
Máquina 46	4,26	5,07	0,90	0,35	0,33	0,10
Máquina 47	2,73	0,99	1,71	1,07	0,32	0,11
Máquina 48	0,00	0,00	0,00	1,11	0,69	0,41
Máquina 49	8,10	6,56	3,40	0,45	0,32	0,13
Máquina 50	6,25	1,40	0,73	0,80	0,67	0,09
Máquina 51	3,70	1,74	3,70	1,89	0,89	0,25
Máquina 52	8,18	0,48	8,18	1,87	1,51	0,82
Total	77,22	38,56	28,32	10,30	6,40	2,45

Linhas de Montagem						
Máquina	Embalagens/h			CTs/h		
	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo
LM 01				2,73	2,73	2,73
LM 03				6,67	5,92	5,00
LM 07				5,41	5,41	0,00
LM 08				0,39	0,39	0,39
LM 09				1,57	1,57	1,57
LM 10				2,00	2,00	2,00
LM 11	4,44	4,03	3,13	0,30	0,27	0,21
LM 12	3,00	2,97	2,85	0,10	0,10	0,09
LM 13	7,50	5,12	3,75	0,42	0,28	0,21
LM 14	10,71	0,78	10,71	0,60	0,60	0,60
LM 15	3,75	3,53	3,21	0,25	0,24	0,21
LM 16	5,00	5,00	5,00	0,33	0,33	0,33
LM 17				0,00	0,00	0,00
LM 18				0,00	0,00	0,00
LM 19				1,88	1,88	1,88
LM 20				0,75	0,75	0,75
Total	34,41	21,43	28,65	23,38	22,46	15,97

Máquina Injeção		
Máquina	MOD	
	Máximo	Mínimo
Total	79	45

Linhas Montagem		
Linha Montagem	MOD	
	Máximo	Mínimo
Total	46	45

APÊNDICE B – CÁLCULO DA NECESSIDADE DE EMBALAGENS VAZIAS

DOCA	CLIENTE	EMBAL.	STOCK 36H + 20%	DOCA	CLIENTE	EMBAL.	STOCK 36H + 20%	DOCA	CLIENTE	EMBAL.	STOCK 36H + 20%
65	PSA 67045		373	84	ABRERA	BAC	7	107	PORSCHE	7554	10
66				85	Codigo interno		-	107	PORSCHE	6054	7
67	PSA	1965	399	85	Codigo interno		-	108	PORSCHE	6454	6
68	OPEL	309	80	86	Codigo interno		-	108	PORSCHE	1552	41
68	OPEL	310	81	86	Codigo interno		-	108	PORSCHE	1553	28
69	PSA	10433	715	87	Codigo interno		-	109	PORSCHE	1555	41
70	OPEL	217	652	87	Codigo interno		-	109	PORSCHE	1556	27
70	OPEL	227	652	88	Codigo interno		-	109	PORSCHE	1551	33
71	OPEL	438	242	88	Codigo interno		1	109	PORSCHE	1559	62
71	OPEL	448	242	89	FAURECIA	CT BR0541 <small>(Futuramente)</small>		110	PORSCHE	1597	82
72	OPEL	68310 68309	81 / 80	90	FUTURAMENTE		-	110	CHEP	6432	97
73	OPEL	118 / 128	363	101	Sub contratado		-	111	GEFCO	6422	385
74	OPEL	V154	70	101	Sub contratado		-	111	GEFCO	4322	14
74	OPEL	V196	275	102	Sub contratado		-	111	GEFCO	4312	8
75	OPEL	V606	593	102	PSA	16774	44	111	GEFCO	3212	0
75	OPEL	V149	311	102	PSA	16775	44	112	CHEP	6422	270
76	PSA	85	143	103	PSA	67044	11	112	CHEP	6432	151
76	MTEF	MIT5 GD.	1	GARE	DOREL	CONT.	22	112	RENAULT	6433	8
77	MTEF	MIT5 PEQ.	13	104	5600040		-	112	AMTROL	ASA XLS	15
77	OPEL	V806-68110	63	104	GUITERBOX		-	113	OPEL	4322	27
78	VW	114888	242	105	OPEL	4329	54	113	CHEP	6432	151
79	VW	114999	132	105	OPEL	4315	5	113	OPEL	6422	270
80	OPEL	V203	471	105	OPEL	3215	4	113	PSA	54322/ 56422	99 / 189
81	PSA	112	592	105	PORSCHE	7054	3	113	PSA	53212	12
81	PSA	112 TAMPA	-	105	PORSCHE	7254	23	114	PICKINGS		-
82	PSA	112	280	106	PORSCHE	6354	25	114	PICKINGS		-
82	PSA	67089	10	106	PORSCHE	6554	49	115	PICKINGS		-
83	PSA	111	54	107	PORSCHE	6854	4	115	DECLARAÇÃO		-
83	VW	6280	592	107	PORSCHE	6154	24	116	DECLARAÇÃO		-

APÊNDICE D – NECESSIDADE DE MP/HORA EM CADA MÁQUINA

Fábrica MP			
Máquina	Kg/h		
	Máximo	Média	Mínimo
Máquina 1	107	64	60
Máquina 2	107	107	107
Máquina 3	73	71	66
Máquina 4	117	96	40
Máquina 5	69	57	35
Máquina 6	39	36	35
Máquina 7	56	40	23
Máquina 8	49	37	5
Máquina 9	52	40	28
Máquina 10	55	37	35
Máquina 11	60	51	43
Máquina 12	38	32	31
Máquina 13	63	52	43
Máquina 14	44	27	16
Máquina 15	40	16	7
Máquina 16	59	42	27
Máquina 17	16	16	16
Máquina 18	42	26	3
Máquina 19	35	28	12
Máquina 20	25	14	10
Máquina 21	25	4	2
Máquina 22	6	3	1
Máquina 23	19	11	9
Máquina 24	21	9	2
Máquina 25	83	83	83
Máquina 26	105	96	84
Máquina 27	72	57	37
Máquina 28	193	81	35
Máquina 29	131	106	104
Máquina 30	141	128	75
Máquina 31	120	79	49
Máquina 32	72	63	56
Máquina 33	94	75	73
Máquina 34	59	58	40
Máquina 35	44	42	42
Máquina 36	116	61	32
Máquina 37	10	2	1
Máquina 38	13	10	8
Máquina 39	18	5	2
Máquina 40	16	12	3
Máquina 41	14	8	3
Máquina 42	17	16	5
Máquina 43	38	21	5
Máquina 44	9	6	4
Máquina 45	38	15	13
Máquina 46	18	13	7
Máquina 47	57	27	15
Máquina 48	100	46	25
Máquina 49	25	20	10
Máquina 50	57	18	7
Máquina 51	80	62	32
Máquina 52	46	39	28
Total	3004	2167	1535

APÊNDICE E – FICHA DE INSTRUÇÃO DE FUNCIONAMENTO DO ELEVADOR

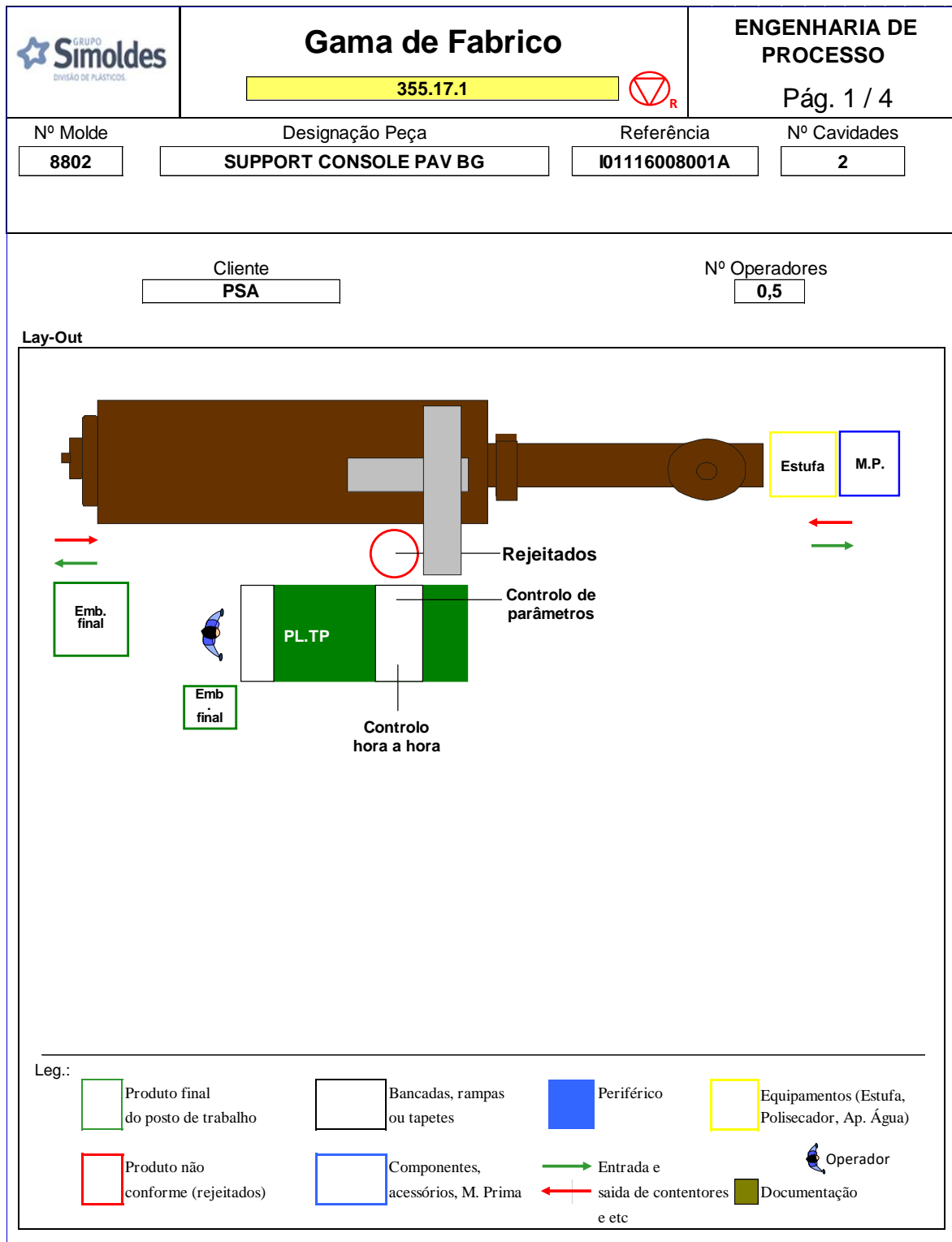
	<h2>Gama de Fabrico</h2> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">439.17.11</div> 	<h2>ENGENHARIA DE PROCESSO</h2> <p>Pág. 11 / 14</p>
<p>- Funcionamento do elevador</p> <p>1. Inicialização do Equipamento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Ligar o equipamento à corrente elétrica. 1.2. Pressionar botão de emergência. 1.3. Desarmar botão emergência (rodar botão). 1.4. Pressionar botão start (garfos são elevados para a posição 3). 1.5. Pressionar continuamente botão de posição 2 (garfos baixam para posição 2). <div style="float: right; text-align: center;">  </div> <p>2. Funcionamento do Equipamento</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Introduzir contentores vazios empilhados no elevador (Fig.1) 2.2. Pressionar botão de posição 3. (Fig.2) 2.3. Remover contentor vazio inferior para o posto de trabalho. (Fig.2) 2.4. Pressionar botão de posição 1. (Fig.3) 2.5. Encher contentor com peças que se encontra no elevador. (Fig.3) 2.6. Pressionar botão de posição 3. (Fig.4) 2.7. Encher contentor com peças que se encontra no posto de trabalho (ao lado do elevador). (Fig.4) 2.8. Colocar rótulo e colocar contentor no nível inferior do elevador. 2.9. Pressionar continuamente botão de posição 2 até garfos pararem. (Fig.5) 2.10. Remover contentores empilhados do elevador. (Fig.5) <div style="float: right; text-align: center;">  <p>Botão manual</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>(Fig.1 - introduzir contentores vazios)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(Fig.2 - remover contentor inferior para posto de trabalho)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(Fig.3 - colocar peças no contentor)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>(Fig.4 - contentor cheio volta à posição 3 e colocar peças no contentor do posto de trabalho)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(Fig.5 - remover contentores cheios empilhados)</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>*1 - Em caso de erro ou alarme, pressionar botão emergência e desarmar e, em seguida, pressionar botão start.</p> <p>*2 - Quando não estiver em funcionamento, pressionar continuamente botão manual (botão preto).</p> </div> <div style="margin-top: 20px; display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p><u>Nota:</u></p> <p>Posição 1 - Posição de contentor superior no chão</p> <p>Posição 2 - Posição de introdução/remoção dos contentores empilhados</p> </div> <div style="width: 45%;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p><u>Legenda:</u></p> <p>Botão emergência</p> <p>Botão start</p> <p>Botão posição 3</p> <p>Botão posição 2</p> <p>Botão posição 1</p> </div> </div> </div>		

APÊNDICE F – CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE STOCK PARA APLICAÇÃO DE KANBAN

LM de consumo	Máquina de produção	Molde	Designação Peça	Ref. Interna	TC	Cavidades	Peças/hora	Consumo Médio Diário	Ocupação Máquina	Peças / emb	Lead time de reposição (dias)	Stock de ciclo (peças)	Zona Verde N. Kanban	Variação de pedidos	Stock pulmão (peças)	Zona Amarela N. Kanban	Taxa média de ineficiências	Stock de segurança (peças)	Zona Vermelha N. Kanban	Stock do supermercado	Total Kanban	Dias Stock
LM.13.1	Máquina 38	Molde 17	GRIFF VORN LL OHNE RE	I02115014001A	38	2	189	1300	34%	40	1	1300	33	15%	195	5	15%	224	6	1720	44	1,4
LM.13.1	Máquina 49	Molde 18	GRIFF VORN IL OHNE AMB RE	I02115015001A	42	1	86	600	34%	40	1	600	15	15%	90	3	15%	104	3	794	21	1,4
LM.13			GRIFF VORN LL LK/UN AMB LI	I02115017001A	42	1	86	600		40	1	600	15	15%	90	3	15%	104	3	794	21	1,4
LM.13	Máquina 38	Molde 20	GRIFF VORN OHNE LI	I02115030001A	50	2	144	1300	44%	40	1	1300	33	15%	195	5	15%	224	6	1720	44	1,4
LM.13	Máquina 44	Molde 21	GRIFF VORN RL OHNE AMB LI	I02115031001A	58	1	62	100	8%	40	2	200	5	15%	30	1	15%	35	1	265	7	2,8
LM.13.1			GRIFF RE MIT LOCK-UNLOCK	I02115033002A	58	1	62	100		40	2	200	5	15%	30	1	15%	35	1	265	7	2,8
LM.13.1	Máquina 44	Molde 23	GRIFF RE MIT LOCK-UNLOCK	I02115032002A	42	1	86	50	3%	40	2	100	3	15%	15	1	15%	17	1	133	5	4,0
LM.13	Máquina 44	Molde 24	GRIFF VORN LL LOCK/UNL LI	I02115016001A	43	1	84	200	12%	40	2	400	10	15%	60	2	15%	69	2	529	14	2,8
LM.15	Máquina 49	Molde 26	GRIFF VORN LI MIT LOCK-UNL	I02315008002A	51	2	141	720	25%	46	1	720	16	15%	108	3	15%	124	3	953	22	1,4
LM.15.1			GRIFFMULDE VORN RE	I02315009002A	51	2	141	720		46	1	720	16	15%	108	3	15%	124	3	953	22	1,4
LM.15	Máquina 44	Molde 28	GRIFF VORN LI MIT AMB	I02315016002A	50	1	72	96	7%	40	2	192	5	15%	29	1	15%	33	1	254	7	2,9
LM.15.1			GRIFF VO RE MIT LOCK-UNLO.	I02315017002A	50	1	72	96		40	2	192	5	15%	29	1	15%	33	1	254	7	2,9
LM.15	Máquina 44	Molde 30	GRIFF VORN LI	I02315010002A	50	1	72	240	16%	40	2	480	12	15%	72	2	15%	83	3	635	17	2,8
LM.15.1			GRIFF VORN RE MIT LOCK-UNL	I02315011002A	50	1	72	240		40	2	480	12	15%	72	2	15%	83	3	635	17	2,8
LM.15	Máquina 49	Molde 32	GRIFF VO LI MIT LOCK-UNLO	I02315024002A	46	1	78	512	32%	46	1	512	12	15%	77	2	15%	88	2	678	16	1,4
LM.15.1			GRIFFMULDE VORN RE MIT AMB	I02315025002A	46	1	78	512		46	1	512	12	15%	77	2	15%	88	2	678	16	1,4
LM.16	Máquina 49	Molde 34	GRIFFMULDE HINTEN LI	I02315012002A	46	2	157	2160	68%	40	1	2160	54	15%	324	9	15%	373	10	2857	73	1,4
LM.16.1			GRIFFMULDE HINTEN RE	I02315013002A	46	2	157	2160		40	1	2160	54	15%	324	9	15%	373	10	2857	73	1,4
Average																					2,1	

ANEXOS

ANEXO A – LAYOUT DE UMA GAMA DE FABRICO



ANEXO B – GAMA DE OPERAÇÕES DE UMA GAMA DE FABRICO

		Gama de Fabrico 355.17.1 		ENGENHARIA DE PROCESSO Pág. 2 / 4	
Nº	Operações	Pontos - Chave	Razões	Tnp	
1	 Recolhe peças do tapete e analisa conforme Gama de Controlo	   Ler atentamente a Gama de Controlo	Garantir o cumprimento da Gama de Controlo	6	
2	 Colar etiqueta de traçabilidade na peça	  Retirar uma etiqueta e colocar manualmente na peça	Traçabilidade da peça	4	
3	 Embalar a peça de acordo com a Gama de Embalagem	  Empilhar 7 peças e embalar conjunto Ler atentamente a Gama de Embalagem	Garantir o cumprimento da Gama de Embalagem	5	
4	Colocar rótulo na embalagem aquando embalamento da 1ª peça	Colar etiqueta de traçabilidade no rótulo para validação da embalagem depois de colocar a última peça	Garantir rastreabilidade da peça até ao cliente	2	
5	 Fazer controlo da injeção hora a hora através de marcação	A marcação deve ser feita na parte técnica (não visível) da peça, com marcador preto	Verificação dos pontos de controlo de qualidade	0,1	
6	Preencher TRS e verificar M.P.			0,1	
				Tempo Operação	17
Notas: Verificar sempre a colocação correta do rótulo na embalagem. Retirar, em caso de existência, rebarbas em linhas de junta, furos, clips e pontos de injeção com ajuda de instrumentos apropriados. Ler atentamente dossier e fichas de instrução afixadas no posto de trabalho.					