



**Análise de Produtos com Rentabilidade Negativa
numa Empresa da Indústria Automóvel**

Ana Rita Campos

UMinho | 2021



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Rita Serra Lobarinhas Santos Campos

**Análise de Produtos com
Rentabilidade Negativa numa
Empresa da Indústria Automóvel**

novembro de 2021



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ana Rita Serra Lobarinhas Santos Campos

**Análise de Produtos com Rentabilidade
Negativa numa Empresa da Indústria
Automóvel**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Manuel Lopes Nunes

novembro de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

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

AGRADECIMENTOS

Chega ao fim um ciclo e a conclusão deste projeto representa o fim desta jornada iniciada há 5 anos atrás. Este percurso só foi possível graças ao apoio e contributo das pessoas que fizeram parte desta caminhada, às quais não posso deixar de agradecer e de prestar o meu reconhecimento.

Às duas instituições que me acolheram, a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e a Universidade do Minho, pela oportunidade de fazer parte da sua família e por garantirem que tudo corria da melhor maneira.

Ao Professor Doutor Manuel Lopes Nunes, pela disponibilidade, incentivo e orientação do início ao fim do projeto.

À empresa InovePlastika, pela maneira como me recebeu e incentivou na conclusão deste projeto. Ao Engenheiro André Costa, pela orientação, integração e pelo contributo para o meu desenvolvimento profissional. A todos os departamentos e funcionários que tive contacto, pelo companheirismo, apoio e paciência ao longo de todo o percurso.

À minha família, que sempre me apoiou e incentivou em todos os momentos, quer nesta, como em todas as conquistas da minha vida.

Em especial, quero agradecer aos meus, até aos que só o foram em parte da jornada, o meu mais sincero obrigada, fizeram me ser, não só, a futura profissional do amanhã, mas como a mulher que sou hoje.

A todos, o meu muito obrigada por tudo!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

ANÁLISE DE PRODUTOS COM RENTABILIDADE NEGATIVA NUMA EMPRESA DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

RESUMO

A presente dissertação enquadra-se no âmbito da conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, concretizada em contexto industrial, na empresa Inoveplastika – Inovação e Tecnologia em Plásticos S.A., inserida no setor de produção de componentes de plástico para a indústria automóvel. O foco principal da dissertação inseriu-se essencialmente no estudo de um grupo restrito de produtos, que a empresa produzia, com base nos princípios do *Lean Thinking*.

A primeira fase deste projeto consistiu numa revisão bibliográfica centrada no *Lean Production*, nomeadamente, história e evolução, princípios e, ainda, ferramentas associadas. Considerando a metodologia adotada para a resolução do projeto, Investigação-Ação, foi realizada uma descrição da situação atual global dos diversos setores produtivos da empresa. De seguida foi efetuada uma análise crítica, para diagnosticar e identificar os problemas. Para eliminar os problemas encontrados foram apresentadas propostas de melhoria, nomeadamente, a criação de janelas de entrega no departamento do armazém, a implementação de um comboio logístico na secção da injeção, a implementação da ferramenta SMED para o processo de *setupe*, por fim, a análise da rentabilidade negativa das referências produzidas pela empresa. Das quatro problemáticas em estudo, apenas as janelas de entrega e o estudo das referências de rentabilidade negativa foram implementadas. No que diz respeito às janelas de entrega, da situação pré-intervenção para a situação da concretização da melhoria verificou-se uma redução de 35% no tempo de receção por entrega. Relativamente ao estudo das referências com rentabilidade negativa, todas foram devidamente analisadas e em todas foram identificadas as áreas a atuar, sendo a fase final desta temática a de definir que departamento ficaria encarregue de atuar sobre os problemas identificados, bem como quanto tempo teriam para o fazer. Com o estudo feito nesta área estima-se que a empresa ganharia 30000€ por ano. Acerca das sugestões que ainda não foram concretizadas foram estudados os possíveis ganhos. Assim, na inserção do comboio logístico na secção de injeção estima-se uma redução de 3 operadores de injeção, i.e., um operador em cada turno. No caso do tempo de *setup*, a aplicação da ferramenta SMED teria um impacto na redução de 50% desse tempo.

PALAVRAS-CHAVE

Ferramentas *Lean*, *Lean Production*, Melhoria Contínua, Rentabilidade de Produtos, SMED

ANALYSIS OF PRODUCTS WITH NEGATIVE PROFITABILITY IN AN AUTOMOTIVE INDUSTRY COMPANY

ABSTRACT

This dissertation is part of the conclusion of the Master's in Engineering and Industrial Management final phase internship scope, developed in an Industrial environment, at the company Inoveplastika – Inovação e Tecnologia em Plásticos Lda, inserted in the production sector of plastic components for the automotive industry. The main goal of the dissertation was the study of a restricted group of products, which the company produced, based on the principles of *Lean Thinking*.

The first phase of this project consisted of a literature review centred on *Lean Production*, namely, history and evolution, principles and the main tools. Considering the methodology adopted for the resolution of the project, Action Research, a description of the current global situation of the various productive sectors of the company was carried out. A critical analysis was then carried out in order to diagnose and identify existing problems. To eliminate the problems found, proposals for improvement were presented, namely, the creation of delivery windows in the warehouse department, the implementation of a mizusumachi in the injection section, the implementation of the SMED tool for the setup process and finally the analysis of the negative profitability of the references produced by the company. Of the four issues under study, only the delivery windows and the study of negative profitability references were implemented. Regarding delivery windows made before the project and after there was a 35% reduction in reception time per delivery. Regarding the study of references with negative profitability, all were duly analyzed and the areas to act were identified in all, the final phase of this theme being to define which department would be in charge of acting on the identified problems, as well as how much time they would have for attack them. With the study carried out in this area, it was estimated that the company would earn €30000 per year. Regarding the suggestions that have not yet been implemented, possible gains were studied. Thus, in the insertion of the mizusumachi in the injection section, it is estimated a reduction of 3 injection operators, i.e., one operator in each shift. In the case of setup time, the application of the SMED tool would have an impact of reducing this time by 50%.

KEYWORDS

Kaizen, Lean Production, Lean tools, Product profitability, SMED

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação	4
2. Revisão da Literatura	6
2.1 <i>Lean Production</i>	6
2.1.1 Contexto Histórico	6
2.1.2 Do <i>Toyota Production System</i> ao pensamento <i>lean</i>	7
2.1.3 Princípios <i>Lean Thinking</i>	8
2.1.4 Desperdícios <i>Lean</i>	9
2.1.5 Benefícios e Dificuldades do <i>Lean</i>	11
2.2 Ferramentas <i>Lean Production</i>	12
2.2.1 Técnica dos 5S's	12
2.2.2 Gestão Visual.....	13
2.2.3 <i>Kaizen</i>	13
2.2.4 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	15
2.2.5 Trabalho Normalizado.....	16
2.2.6 Diagrama de <i>Spaghetti</i>	17
2.2.7 <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED).....	17
3. Apresentação da Empresa iPlastika – inovação e tecnologia em plásticos, S.A.	19

3.1	História da Empresa.....	19
3.2	Identificação e Localização da Empresa.....	20
3.3	Estrutura Organizacional	21
3.4	Produtos	22
3.5	Layout Fabril	22
4.	Descrição e Análise Crítica da Situação Atual.....	23
4.1	Fluxo de Informação.....	23
4.2	Fluxo de Materiais	24
4.3	Caracterização dos diferentes setores.....	24
4.3.1	Armazém.....	24
4.3.2	Secção de Montagem	25
4.3.3	Secção de Injeção	27
4.4	Análise Crítica da Situação Atual.....	29
4.4.1	Armazém.....	30
4.4.2	Montagem.....	32
4.4.3	Injeção	34
4.4.4	Qualidade.....	39
4.4.5	Referências com Rentabilidade Negativa	42
4.4.6	Síntese dos Problemas Identificados	50
5.	Apresentação das Propostas de Melhoria	51
5.1	Organização do Armazém.....	52
5.2	Abastecimento do Setor de Injeção.....	53
5.3	Redução do Tempo de Setup.....	55
5.4	Redução do nível de Sucata e Implementação dos 5S.....	57
5.5	Referências com Rentabilidade Negativa	60
6.	Análise e Discussão de Resultados.....	62
6.1	Organização de Armazém – Janelas de Entregas	62
6.2	Abastecimento do Setor de Injeção.....	64
6.3	Redução do Tempo de <i>Setup</i>	66
6.4	Referências com Rentabilidade Negativa	67

7. Conclusão	70
7.1 Considerações Gerais.....	70
7.2 Trabalho Futuro	71
Referências Bibliográficas	73
Anexo 1 – Fluxo de Informação do Processo Produtivo	77
Anexo 2 – Fluxo de Materiais	78
Anexo 3 – Referências em Estudo – Processos Associados	79
Anexo 4 – Parque das máquinas	80
Anexo 5 – Estudo rentabilidade referências em estudo.....	81
Anexo 6 – Tempos comboio logístico	85
Anexo 7 – Sequência de Tarefas SETUP	86
Anexo 8 – Fase 1 SMED.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo Investigação – Ação.....	4
Figura 2. Casa TPS.....	7
Figura 3. Tipos de atividades numa organização	9
Figura 4. 8 Desperdícios.....	10
Figura 5. Benefícios da Implementação da Filosofia Lean.....	11
Figura 6. Ciclo PDCA	14
Figura 7. Exemplo VSM.....	15
Figura 8. Exemplo diagrama de spaghetti.....	17
Figura 9. Cronograma iPlastika (Adaptado de www.iplastika.com/pt/sobre-nos)	19
Figura 10. Empresa iPlastika, localizada em Barcelos	20
Figura 11. Clientes iPlastika (Fonte: iPlastika: Plano Estratégico de Negócios 2021 – 2023).....	20
Figura 12. Organograma geral da empresa	21
Figura 13. Exemplo de alguns produtos	22
Figura 14. Layout Fabril.....	22
Figura 15. Representação Geral - Montagem 1	26
Figura 16. Representação Geral - Montagem 2.....	26
Figura 17. Diagrama de Spaghetti Armazém	32
Figura 18. Esquema do posto de trabalho corte laser	32
Figura 19. Diagrama de Spaghetti - Injeção.....	36
Figura 20. Posto do material de limpeza	37
Figura 21. Diagrama de Spaghetti Piloto	38
Figura 22. Porta Paletes utilizado pelo Piloto.....	39
Figura 23. Custo de sucata por mês - 2020	40
Figura 24. % Sucata por mês - 2020	40
Figura 25. Reclamações 2019 vs 2020	41
Figura 26. Inspeção Interna vs Inspeção Externa - 2020.....	41
Figura 27. Processo Produtivo 1BOR26	43
Figura 28. Observações tempo de ciclo.....	44
Figura 29. Quantidade Matéria-Prima.....	45
Figura 30. Tempo de Ciclo Máquina e Mão de Obra Observado vs. Teórico	47

Figura 31. Carga de trabalho do armazém consoante os vários tipos de frota	52
Figura 32. Carga de trabalho do armazém - proposta de janela de entrega	53
Figura 33. Rota proposta para comboio logístico	54
Figura 34. Abordagem para aplicar SMED.....	56
Figura 35. Identificação área departamento manutenção	58
Figura 36. Estado atual do departamento de manutenção	59
Figura 37. Exemplo de quadro kanban a implementar.....	59
Figura 38. Tempo receção por entrega	62
Figura 39. Número de receções por hora por operador	63
Figura 40. Número de cais utilizados na receção	63
Figura 41. Fluxo de Informação do Processo Produtivo.....	77
Figura 42. Fluxo de Materiais.....	78
Figura 43. Parque das Máquinas iPlastika.....	80

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Fatores Dependentes vs. Independentes	27
Tabela 2. Referências em estudo	29
Tabela 3. Tarefas realizadas pelo armazém.....	30
Tabela 4. Folha dos Tempos do Armazém.....	31
Tabela 5. Folha dos Tempos Montagem.....	33
Tabela 6. Processo Setup - Tempos	35
Tabela 7. Folha de Tempos Injeção.....	37
Tabela 8. Registo da Média de Tempos.....	43
Tabela 9. Dados teóricos e tempos reais.....	43
Tabela 10. Dados Matéria-Prima	45
Tabela 11. % Sucata/Rejeição.....	45
Tabela 12. Custos por peça produzida de cada componente	46
Tabela 13. Custos associados ao processo de injeção	46
Tabela 14. Dados da Montagem	47
Tabela 15. Custos associados ao processo de montagem	48
Tabela 16. Custo Total do Processo 1BOR26	48
Tabela 17. Dados para calculo da rentabilidade (1)	49
Tabela 18. Dados para o cálculo da rentabilidade (2)	49
Tabela 19. Dados para cálculo rentabilidade (3).....	49
Tabela 20. Síntese dos problemas identificados	50
Tabela 21. Plano de ação para as propostas de melhoria	51
Tabela 22. Antes e depois da Fase 1 do SMED	56
Tabela 23. Resumo dos dados 1BOR26.....	60
Tabela 24. Impacto na rentabilidade das ações de melhoria.....	61
Tabela 25. Comparação antes vs. depois da melhoria	64
Tabela 266. Poupança da implementação das janelas de entrega	64
Tabela 27. Número de máquinas por operador	65
Tabela 28. Número de operadores por turno, se as máquinas por operador forem 3	65
Tabela 29. Poupança da implementação comboio logístico	66
Tabela 30. N° Setups diários após aplicação da ferramenta SMED	66

Tabela 31. Resultados de aplicação SMED.....	66
Tabela 32. Departamento responsável e data-limite.....	67
Tabela 33. Possíveis melhorias e impacto - geral das referências (1)	68
Tabela 34. Possíveis melhorias e impacto - geral das referências (2)	69
Tabela 35. Processos das Referências em Estudo.....	79
Tabela 36. Dados para calculo da rentabilidade (1)	81
Tabela 37. Dados para calculo da rentabilidade (2)	82
Tabela 38. Dados para calculo da rentabilidade (3)	83
Tabela 39. Amostra dos tempos associados a referências em produção	85
Tabela 40. Situação atual processo setup	86
Tabela 41. Separação operações externas e internas	88

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

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

5W2H – Who, What, Where, When, Why, How, How Much

JIT – *Just In Time*

NNVA – *Necessary but Non Value Added*

NVA – *Non Value Added*

M.O. – Mão de Obra

M.P. – Matéria-Prima

PDCA – *Plan, Do, Check, Act/Adjust*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

T.C. – Tempo de Ciclo

TPS – Toyota Production System

VA – *Value Added*

VSM – *Value Stream Mapping*

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação, desenvolvida no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, descreve o projeto de dissertação realizado na empresa Inoveplastika – Inovação e Tecnologia em Plásticos S.A. Este capítulo contém o enquadramento da dissertação, os objetivos estabelecidos, a metodologia de investigação utilizada e, por fim, a estrutura seguida.

1.1 Enquadramento

A evolução das tecnologias de informação e a sua introdução nos processos de produção está a transformar a indústria, elevando-a para um novo patamar de desenvolvimento organizacional. Esta evolução conduz a mudanças nos mercados, tornando-os cada vez mais exigentes e competitivos, forçando as empresas a melhorar os seus sistemas de produção, não só a nível de produtividade, como também no desenvolvimento de novos produtos, serviços e modelos de negócios.

Neste sentido, a utilização de técnicas e ferramentas inovadoras para a melhoria dos processos, com o objetivo de eliminar o desperdício, ou de tornar o processo mais eficiente, possibilita que as empresas se mantenham competitivas (Hardeman & Goethals, 2011).

De modo a satisfazer esta necessidade, a metodologia *Lean Production*, que tem como base uma filosofia de liderança e gestão, permite a constante eliminação de desperdícios, melhorando as técnicas e práticas de fabrico e, conseqüentemente, o processo produtivo (Womack et al., 1990). Esta implementação requer a compreensão dos conceitos e ferramentas, e toda a organização deve estar preparada para vários tipos de mudanças e desafios, de forma a que o sucesso seja alcançado e os problemas sejam ultrapassados (Ohno, 1988). A metodologia *Lean Production* teve origem no *Toyota Production System* (TPS) (Ohno, 1988). Esta converteu-se no método de eleição para impulsionar a eficiência operacional, especialmente na indústria automóvel, onde a pressão para reduzir os custos e prazos de entrega, em paralelo com o contínuo aumento da qualidade são de extrema importância (Hopp, 2018).

A designação *Lean Production* foi apresentada através do livro *“The Machine that changed the world”* escrito por James P. Womack, Daniel Roos e Daniel T. Jones, onde é definido como um sistema que utiliza menos recursos, menos espaço, menos *stock*, menos materiais e menos tempo, tendo sempre como objetivo a satisfação do cliente (Womack et al., 1990). Este sistema tem como base o *Lean Thinking*, que reforça a procura contínua da eliminação de todos os desperdícios, projetando a melhoria contínua baseada na inovação, envolvendo toda a organização (Caffyn, 1999). O *Lean Production* evoluiu,

então, para uma filosofia de pensamento, o *Lean Thinking* (Womack & Jones, 1996), que tem como princípios base: 1) definir valor na perspectiva do cliente; 2) definição da cadeia de valor que engloba todas as ações necessárias para levar o produto até ao cliente; 3) fluxo contínuo; 4) implementação de um sistema de produção *pull*; 5) procura constante pela perfeição. A implementação destes princípios permite reduzir ou eliminar os oito desperdícios fundamentais: sobreprodução, sobreprocessamento ou processamento incorreto, defeitos, inventário, deslocações e movimentações desnecessárias, transporte desnecessário, esperas e a subutilização dos recursos humanos (Liker, 2004; Wibowo et al., 2018).

Para aplicar a metodologia *Lean* torna-se essencial a implementação de ferramentas *lean*, tais como, 5S, *Total Productive Maintenance* (TPM), *Poka-Yoke*, *Just-in-Time*, *Kaizen*, *Value Stream Mapping* (VSM), entre outras. Estas ferramentas são consideradas soluções simples, eficientes e de baixo custo para o alcance de produtividade e lucratividade, sempre com o foco na eliminação de desperdícios (Oliveira et al., 2017).

A correta implementação deste tipo de filosofia exige a cooperação de todos os envolvidos, i.e., não só focar-se na visão externa, ou seja, nos indicadores visíveis, mas também perceber a visão interna, mais concretamente dos operadores. Se o operador for parte integrante dessa implementação, irá ser-lhe inculcado o pensamento *Lean*, permitindo que os resultados obtidos sejam potencialmente melhores (Huang et al., 2021). A participação ativa do operador é um ponto fundamental para o caminho da melhoria de processos, pois estes são os mais envolvidos nas práticas. O trabalho em equipa e a melhoria contínua são aspetos fundamentais para alcançar esse objetivo (Vidal, 2007).

A empresa onde se realizou este projeto de dissertação dedica-se à produção de componentes poliméricos para a indústria automóvel, ostentando um vasto portfólio de produtos. Assim, enfrenta alguns desafios no que diz respeito à rentabilidade destes, ou seja, o desafio do projeto consistiu em perceber a razão desse fator e corrigi-lo através da melhoria dos processos produtivos a que estão sujeitos. Com base no problema geral, as várias áreas relacionadas com os produtos que apresentavam necessidade de melhorias foram analisadas e, posteriormente, apresentadas propostas de ações nesse sentido, por meio de ferramentas *Lean*.

1.2 Objetivos

Com esta dissertação pretendeu-se analisar a rentabilidade negativa dos produtos de uma empresa da indústria automóvel, através da implementação de melhorias no processo produtivo, com base na utilização de ferramentas da metodologia *Lean Production*. Para atingir o principal objetivo foi necessário:

- Identificar os produtos com rentabilidade negativa;
- Identificar a(s) razão(ões) do nível de rentabilidade em cada um dos produtos identificados;
- Analisar o processo produtivo e modos de operação;
- Identificar propostas de melhoria em toda a cadeia de valor;
- Propor melhorias para os produtos e processo produtivo;
- Avaliar o impacto das melhorias propostas.

Com a realização destes objetivos pretendeu-se reduzir desperdícios, aumentar a produtividade, simplificar os fluxos de materiais, pessoas e informação e reduzir os custos.

1.3 Metodologia de Investigação

A metodologia aplicada no desenvolvimento desta dissertação foi a “Investigação - Ação”, que se baseia na investigação ativa e não na investigação de ação, ou seja, é um processo emergente e iterativo de investigação que pretende desenvolver soluções para problemas através de uma abordagem participativa e colaborativa por parte de todos os envolvidos no projeto, não só do investigador, mas também dos membros da organização envolvidos (Saunders, M. Lewis, P. and Thornhill, 2016). O objetivo desta estratégia é o de promover a aprendizagem organizacional de modo a produzir resultados práticos, não apresentando um conjunto predefinido de etapas, mas baseando-se num processo cíclico e dinâmico que engloba quatro momentos: diagnóstico, planeamento, ação e avaliação (Cardoso, 2014) como apresentado na Figura 1.

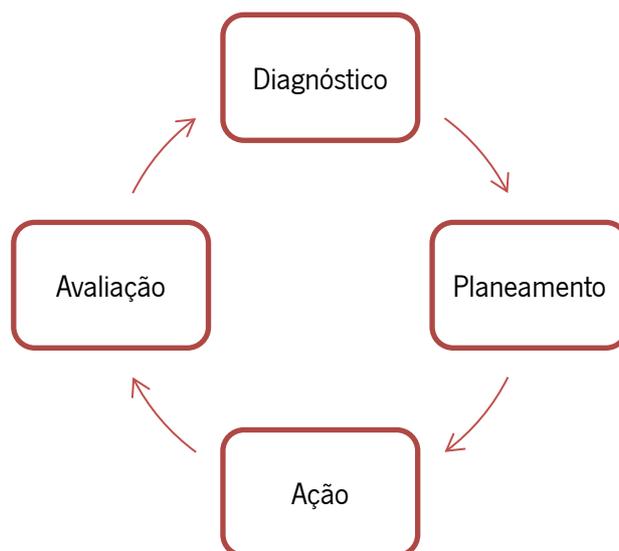


Figura 1. Ciclo Investigação – Ação
(adaptação (Saunders, M. Lewis, P. and Thornhill, 2016))

A primeira etapa consiste na perceção do estado atual da empresa, onde foi recolhida toda a informação necessária para enfrentar os desafios em estudo. De seguida foi desenvolvido o planeamento de ações para solucionar os problemas previamente identificados na fase anterior, seguindo-se a etapa da ação, onde se implementaram as ações de melhoria planeadas. Por último, foi realizada a avaliação com o propósito de analisar o impacto dessas melhorias.

Como base em todas as etapas referidas, realizou-se uma revisão bibliográfica, que teve como objetivo adquirir conhecimentos, e obter informação mais detalhada e aprofundada acerca de conceitos e estudos prévios relevantes relacionados com o tema. Esta pesquisa foi realizada através de fontes bibliográficas: primárias, como teses, relatórios e algumas publicações de organismos governamentais; secundárias, como livros e revistas científicas; e terciárias, como ferramentas de pesquisa.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos.

O primeiro capítulo aborda a introdução e o enquadramento do tema, os objetivos a serem cumpridos com o projeto, a metodologia de investigação seguida e, ainda, a estrutura seguida ao longo do documento.

O segundo capítulo dedica-se à revisão da literatura, onde é analisado o estado da arte de assuntos relacionados com *Lean Production*, de modo a sustentar teoricamente o projeto.

No terceiro capítulo apresenta-se a empresa em estudo, bem como uma breve referência à sua história e descrição do seu sistema produtivo e organização fabril.

No quarto capítulo realiza-se uma análise detalhada e crítica do sistema produtivo, de modo a ser possível identificar os problemas associados a toda a unidade fabril e, mais especificamente, em relação aos produtos em estudo.

No quinto capítulo apresentam-se as propostas de melhoria aos problemas e desperdícios identificados no capítulo anterior.

No sexto capítulo analisam-se os resultados e o impacto das melhorias propostas.

Por último, o sétimo capítulo apresenta as considerações finais, ou seja, as conclusões no desenvolvimento do projeto, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo realiza-se a revisão da literatura que sustenta os conceitos teóricos relacionados com o tema deste projeto.

2.1 *Lean Production*

2.1.1 Contexto Histórico

O conceito *Lean Production* teve origem no Japão com o *Toyota Production System* (TPS), desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial, pelos engenheiros Taiichi Ohno e Eiji Toyoda. Devido ao cenário de escassez de recursos causada pela guerra, Ohno e Toyoda desenvolveram uma metodologia de produção focada na eliminação de desperdícios para reerguer a *Toyota* (Ohno, 1988). Depois de analisarem o modelo de produção em massa criado por Henry Ford, perceberam que para o modelo funcionar no Japão teria de ser melhorado e adaptado, pois a indústria automóvel neste país regia-se por uma grande variedade de produtos em lotes bem mais pequenos, que o clássico modelo de produção em massa exigia (Towill, 2006). O objetivo foi combater os desperdícios existentes no modelo fordista e criar valor, sendo então desenvolvido o *Toyota Production System*, que permitiu o aumento da produtividade, através da utilização de menos recursos, sendo uma forma de colmatar a escassez verificada na época.

O sucesso do sistema de produção desenvolvido pela *Toyota* não ficou indiferente à indústria automóvel e vários consultores e académicos por todo o mundo começaram a tentar perceber como se projetava, implementava e operava esse sistema, através de atividades de *benchmarking* com a finalidade de alcançar as raízes do sucesso japonês. Os primeiros resultados foram publicados na publicação "*The Machine that changed the world*", por James P. Womack, Daniel Roos e Daniel T. Jones em 1990, tendo surgido o conceito *lean production*. Para os fabricantes ocidentais, este livro forneceu os primeiros dados escritos, concentrando-se no sucesso Japonês e nas enormes lacunas que teriam de superar para alcançar esse mesmo sucesso (Womack et al., 1990). Os autores evidenciam que o modelo de produção Japonês não se rege apenas por menos esforço, mas também menos recursos investidos no âmbito da produção: *stock*, espaço e capital (Rich et al., 2006).

Com o decorrer dos anos, na década de 1990, o Sistema de Produção Toyota passou a ser conhecido como *Lean Production*, tendo sido introduzidos novos conceitos no sistema TPS.

2.1.2 Do Toyota Production System ao pensamento lean

O TPS é um sistema de produção, desenvolvido pela *Toyota Motor Corporation*, que tem a capacidade de fornecer o melhor nível de qualidade, menor custo e menor tempo de espera, através da eliminação do desperdício em todas as áreas. Esta abordagem integrada da produção gere os equipamentos, materiais e pessoas de um modo mais eficiente, garantindo um trabalho seguro (Kehr & Proctor, 2017). O conjunto holístico de princípios de produção pela qual o TPS se rege, conhecidos como “*Toyota Way*”, é frequentemente apresentado pelo diagrama conceptual da “*casa TPS*” (Figura 2). O modelo da casa é utilizado para salientar que não interessa qual é a parte mais forte, mas sim a mais fraca, ou seja, todas as partes têm de trabalhar em conjunto e de forma integrada, para ser possível alcançar um bom desempenho e se desenvolverem e evoluírem como um todo. (Liker & Morgan, 2006)

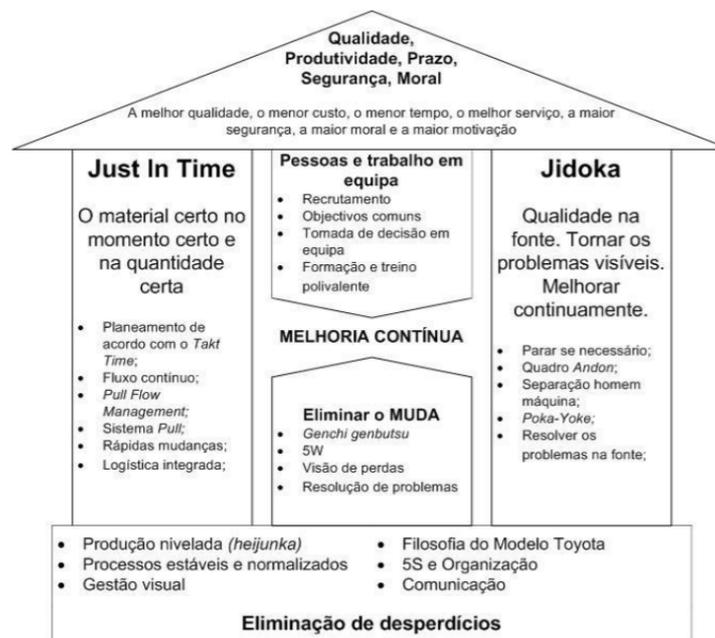


Figura 2. Casa TPS
(adaptado de (Liker, 2004))

O telhado da casa representa os objetivos centrais do sistema de produção, onde se pretende obter a melhor qualidade, ao menor custo e com *leadtimes* mais curtos, sem pôr em risco a segurança e, ao mesmo tempo, incentivar a moral de todos os envolvidos no processo.

As metodologias *Just In Time* (JIT) e *Jidoka* juntas criam a estabilidade da casa, representando os grandes pilares do sistema (Jadhav et al., 2015; Vörös & Rappai, 2016). O JIT caracteriza-se por sincronizar a produção entre todos os postos de trabalho de forma a garantir o cumprimento dos requisitos do produto no tempo certo, na quantidade certa, eliminando o *stock* desnecessário e reduzindo o tempo de resposta aos pedidos dos clientes (Chen & Tan, 2013) O segundo pilar, *Jidoka* engloba a noção de automação

incluindo a função de um operador, onde o objetivo é o de converter o trabalho dos operadores em aspetos da prática de criação de valor (Pinto et al., 2018). Esta metodologia pretende garantir que os equipamentos ou as operações sejam interrompidas sempre que surja uma condição fora do padrão ou com defeito, ou seja, se surgirem problemas com o equipamento ou defeito na máquina, o equipamento ou toda a linha para, de modo a evitar o fabrico de produtos sem qualidade (Rüttimann, 2018)

Os objetivos principais estabelecidos na casa TPS, facilmente se equiparam aos objetivos das metodologias *Lean*, uma vez que a produção *Lean* tem como princípio base de desenvolvimento a *Toyota Production System*. A integração dos dois pilares da casa permite às empresas serem mais organizadas, criando operações *lean* que facilitam a resolução de problemas, e, conseqüentemente, a carga de trabalho aos seus operadores. Para além do desenvolvimento de equipas, o pensamento *lean* fortalece uma relação com os seus *stakeholders*, aumentando a proximidade, tanto com os fornecedores como com os clientes. (Hopp & Spearman, 2020)

2.1.3 Princípios *Lean Thinking*

A metodologia *Lean* pode ser resumida em 5 princípios, sendo o principal objetivo a eliminação contínua de desperdícios, conservando apenas o que realmente acrescenta valor ao produto final (Womack & Jones, 1996).

1. Identificar valor, objetivamente, por produto: identificar as especificações e características pretendidas pelo cliente final, ou seja, identificar a forma, as características e funções do produto que o cliente está disposto a pagar para cada produto (Smith A, 2015);
2. Identificar a cadeia de valor, para cada produto: identificar todos os processos do produto, até à sua entrega ao consumidor final, de modo a ser possível identificar todo o tipo de atividades, as que acrescentam valor e as que não acrescentam valor, sendo o objetivo eliminar estas últimas;
3. Sustentar um fluxo de valor contínuo: com a cadeia de valor organizada para eliminar os processos que não acrescentam valor, o processo global torna-se automaticamente mais fluído. O objetivo é o de produzir em *one-piece-flow*, desde as matérias-primas até aos produtos acabados, movendo-os um a um para o posto de trabalho seguinte sem tempos de espera. (Poppendieck, 2002);
4. Produção Pull: implementar uma produção em que apenas é produzido o que o cliente pede, no momento do pedido e a quantidade pedida, ou seja, o processo a jusante só produz quando o processo a montante o despoletar. (Monden, 2012);

5. Melhoria Contínua: compromisso contínuo de procurar métodos e ideologias para criar valor e eliminar o desperdício, com o principal objetivo de alcançar a perfeição.

2.1.4 Desperdícios *Lean*

A implementação dos princípios explicados na secção anterior permite a redução ou eliminação total dos desperdícios. Quando se define desperdício, é importante, primeiro, perceber a natureza das atividades que se estão a estudar. Segundo Womack & Jones (1996) existem três tipos de atividades dentro de uma organização (Figura 3): atividades de valor acrescentado (VA); atividades que não acrescentam valor (NVA) e atividades necessárias, mas que não acrescentam valor (NNVA)

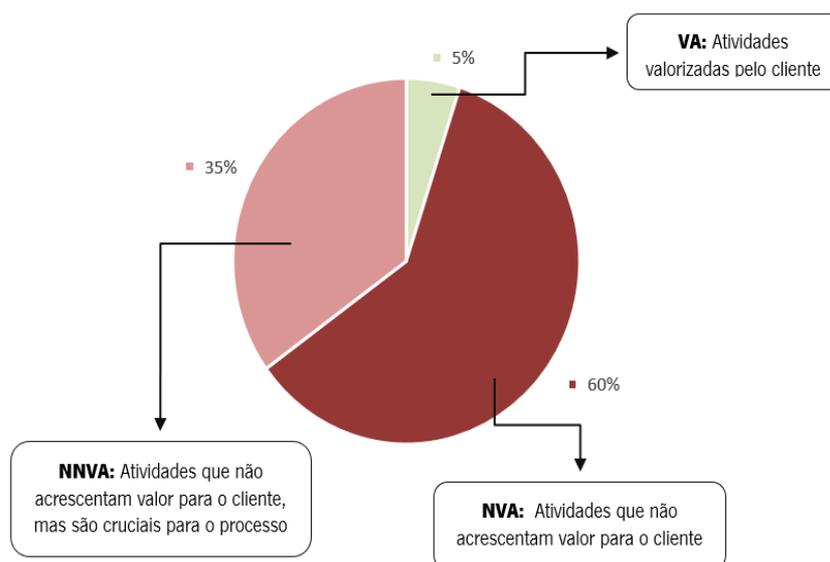


Figura 3. Tipos de atividades numa organização (Hines & Taylor, 2007; Melton, 2005)

Depois de identificadas as atividades, procura-se eliminar os desperdícios, que são as atividades que não acrescentam valor e que aumentam os custos de produção, que o cliente não está disposto a pagar. Contudo, há a necessidade de avaliar cada atividade que não acrescenta valor de forma meticulosa, pois há casos em que apesar desta não acrescentar valor direto para o processo, pode garantir uma estabilidade necessária neste, e, por isso, tornar-se indispensável.

A implementação da metodologia *Lean* permite a redução de oito tipos de *Muda*, que é o termo japonês para desperdício (Kadarova & Demecko, 2016). Para além do *muda*, existem ainda mais dois tipos de desperdícios, *Muri* e *Mura*, que se caracterizam por sobrecarga dos colaboradores ou equipamentos e a variabilidade do processo produtivo, respetivamente (Simmons, 2012).

Estes desperdícios foram inicialmente estudados e identificados por Ohno (1988), que descrevem qualquer tipo de atividade que não acrescenta valor num ambiente de produção, sendo conhecidos também pela mnemónica TIMWOODS (Figura 4).



Figura 4. 8 Desperdícios
(Novaes, 2020)

De acordo com Douglas et al. (2015), o transporte consiste em movimentações de informação/materiais, que não acrescentam valor. Apesar de ser uma tarefa necessária para o processo de produção do produto, quando este está a ser transportado não agrega valor para o cliente (Melton, 2005).

Em relação ao inventário, o *stock* elevado de produto final, semiacabado e matéria-prima representam um aumento do capital empatado em *stock* e um aumento dos custos de armazenamento, o que se traduz num significativo risco de produto final obsoleto, daí o objetivo ser o de manter o mínimo possível de inventário. (Pinto et al., 2018)

As movimentações consistem em deslocações de operadores (ou máquinas) desnecessárias, normalmente desencadeadas por *layouts* incorretamente projetados e incorreta organização dos postos de trabalho (Womack & Jones, 1996)

As esperas são todos os momentos em que os colaboradores e máquinas estão à espera quer de pessoas, materiais, equipamentos ou informação (Hines & Rich, 1997).

O sobreprocessamento consiste em executar mais processos, adicionar mais componentes ou ter mais etapas num produto ou serviço do que o que foi exigido pelo cliente (Skmot, 2017).

A sobreprodução consiste na produção de quantidades superiores às requisitadas pelo cliente, ou demasiado cedo, o que resulta num fluxo de informação e bens insuficiente e num excedente de *stock* (Hines & Taylor, 2007)

Os defeitos referem-se aos produtos com qualidade inferior e não conformes para o cliente, levando à sua insatisfação. Estes normalmente resultam de lapsos durante o processo produtivo que levam à criação de sucata, ao retrabalho ou ao trabalho adicional.

Por último, a subutilização dos recursos humanos consiste em não potencializar ao máximo o talento e a criatividade dos recursos humanos da organização; é o desperdício mais difícil de detetar (Douglas et al., 2015).

2.1.5 Benefícios e Dificuldades do *Lean*

A implementação dos ideais *Lean* numa empresa proporciona muitas vantagens, mas a exigência da implementação da filosofia faz com que algumas empresas não consigam ser bem-sucedidas em todo o processo, tendo o efeito inverso, pois o *Lean* implica uma mudança cultural e novas abordagens de liderança (Kaplan et al., 2014). Sempre que esta filosofia é implementada de forma correta, proporciona obviamente significativos benefícios para organização (Figura 5).

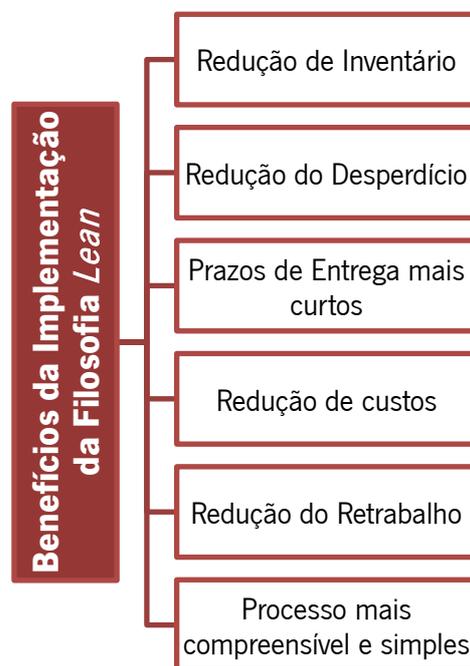


Figura 5. Benefícios da Implementação da Filosofia *Lean*
(Melton, 2005)

Apesar destes benefícios positivos, há muitas organizações que têm dificuldade em compreender a aplicação das ferramentas e técnicas *Lean*. Essas dificuldades resultam dos seguintes fatores (Melton, 2005):

1. Falta de tempo: a filosofia *Lean* requer um planeamento bem definido e disponibilidade. É necessário perceber a 100% o fluxo atual de trabalho da organização e as atividades de toda a equipa, ou seja, é necessário fazer uma análise aprofundada de toda a empresa, o que exige tempo disponível;
2. Resistência à mudança: é necessário eliminar o ceticismo e incentivar todos os operadores e partes interessadas da organização a integrar a implementação da filosofia de forma ativa, resultando numa maior satisfação profissional (Tapping & Shuker, 2018);
3. Falta de Estratégia: em certas situações as organizações focam-se tanto nos ideais *Lean*, que perdem o foco no quadro geral e nas necessidades da empresa.

2.2 Ferramentas *Lean Production*

A metodologia *Lean Production* engloba um conjunto vasto de ferramentas que, sempre que aplicadas de forma ponderada e estratégica, melhoram o desempenho e a produtividade da organização. Esta secção apresenta algumas ferramentas *Lean* relevantes para o trabalho desenvolvido neste projeto.

2.2.1 Técnica dos 5S's

A técnica dos 5S's tem o propósito de sistematizar cinco importantes atividades, com o objetivo de eliminar desperdícios que contribuam para erros, defeitos ou acidentes, adaptáveis a qualquer processo ou posto de trabalho. Este conjunto de atividades apresenta os passos a seguir, que têm como foco a melhoria contínua. O nome da ferramenta *Lean* advém das iniciais das cinco palavras japonesas, correspondentes aos cinco passos (Liker, 2004):

1. *Seiri*: Organizar, utilizar e libertar espaço, ou seja, o objetivo é separar o desnecessário e disponibilizar apenas o que é indispensável no local, para que nada destabilize qualquer tipo de atividade;
2. *Seiton*: Ordenar e arrumar. Tudo deve estar arrumado e na ordem correta para que tudo seja facilmente encontrado quando necessário, para salvaguardar o eficiente fluxo da atividade sem desperdício de tempo a procurar o que quer que seja;
3. *Seiso*: Limpar. Manter o local de trabalho limpo;

4. *Seiketsu*. Normalizar. Tornar rotina as 3 etapas anteriores, definindo o *standard*, treinando e mantendo a técnica, não permitindo voltar ao estado inicial;
5. *Shitsuke*. Disciplinar. Os operadores devem ser persuadidos a cumprir as regras definidas, mantendo as áreas de trabalho sempre limpas e organizadas.

O conceito 5S's pode ser implementado a todos os níveis de uma organização devido à sua simplicidade e aplicabilidade e requer apenas sentido de disciplina e compromisso por parte dos intervenientes, cultivando o trabalho em equipa e o sentido de responsabilidade. Com a criação de um ambiente de trabalho limpo e organizado, a produtividade aumenta, assegurando-se um sistema de entrega de excelência. Além disso, a realização de auditorias internas, promove a necessidade e vontade de melhorar a qualidade e eficiência do sistema de produção, estando implicada a manutenção contínua desta metodologia (Patel & Thakkar, 2014).

2.2.2 Gestão Visual

Esta ferramenta é fundamental para o sucesso da implementação da ferramenta abordada anteriormente, uma vez que é um processo que tem como objetivo aumentar a eficiência organizacional, contribuindo para que o ambiente laboral se torne mais visível e lógico (Pinto, 2009). A gestão visual é uma técnica simples e intuitiva, que utiliza dispositivos de controlo visuais como sinais luminosos, códigos de cores, cartões ou etiquetas informativas (*kanbans*) e tabelas com indicadores, permitindo que os operadores se apercebam imediatamente de alguma anomalia, reduzindo o tempo de reação para possíveis problemas (Wang & (Ben) Wang, 1990).

Um sistema de gestão visual eficiente vai aumentar a produtividade e a qualidade de comunicação da organização, através do controlo dos valores de WIP (*Work In Progress* – todos os materiais, à exceção das matérias-primas e produto acabado, que se encontram no processo produtivo mas que não acrescentam valor) e nas falhas de comunicação, permitindo que os operadores tenham um maior e melhor controlo do sistema produtivo (Liker, 2004).

2.2.3 *Kaizen*

Kaizen é um termo japonês que se baseia na melhoria contínua. *Kai* significa mudar e *Zen* para melhor, ou seja, é um processo contínuo, que consiste num conjunto de atividades com o objetivo de criar valor, padronizar operações e eliminar desperdícios a partir de soluções com um custo reduzido (Singh & Singh, 2009).

Esta metodologia está diretamente associada ao quinto princípio *Lean*, uma vez que através da eliminação dos desperdícios e procura pela melhoria contínua dos processos, se pretende alcançar a perfeição.

Definida inicialmente por (Imai, 1986), *Kaizen* é uma metodologia de melhoria contínua a nível pessoal, social e profissional, que realça a importância da envolvimento de todos os operadores da organização no sentido de procurar continuamente melhorias, ou seja, o sucesso desta metodologia depende essencialmente dos operadores, não sendo necessário recorrer a grandes investimentos financeiros. Através da presença efetiva deste pensamento nos trabalhadores, para além dos objetivos de redução de desperdício e aumento da produtividade que a metodologia permite, é ainda possível reduzir os custos e aumentar a performance de toda a empresa (Ortiz, 2006).

Intrinsecamente ligado a este conceito encontra-se o ciclo PDCA (Figura 6), que surgiu da necessidade de arranjar um método para reter o conhecimento, proposto por Shewhart e Deming (1939). Esta ferramenta é a sigla das quatro etapas que descreve:

- *Plan*: neste primeiro estágio é planeado o que será feito, traçado os objetivos e a missão do projeto, bem como os meios a ser utilizados para alcançar esses objetivos;
- *Do*: nesta fase tudo o que foi definido anteriormente é executado;
- *Check*: o estágio mais importante do ciclo, o de verificar. Aqui é auditada a execução do plano anteriormente definido e verifica-se se esse plano funcionou ou se necessita de alguma alteração;
- *Act/Adjust*: consoante os resultados da fase anterior toma-se as devidas ações. Caso o plano tenha sido um sucesso desenvolve-se standards, que garantam a manutenção dos benefícios desse plano e transfere-se as aprendizagens retiradas para o próximo ciclo PDCA. Caso os objetivos não tenham sido alcançados repensa-se o plano de forma a desenvolver novas ações corretivas.

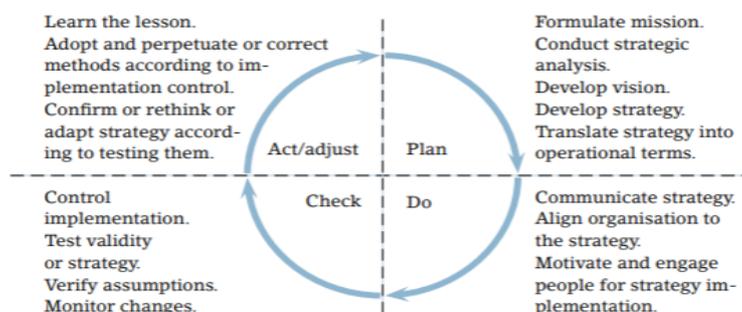


Figura 6. Ciclo PDCA
(Pietrzak & Paliszkievicz, 2015)

A metodologia *Kaizen* obriga as equipas a analisarem os processos fora do óbvio, o que permite obter resultados inovadores e, por isso, diferencia-se nas organizações que a utilizam pelo aumento da qualidade e segurança e redução dos custos, sendo uma metodologia versátil a qualquer tipo de empresa (Sayer & Williams, 2007).

2.2.4 Value Stream Mapping (VSM)

O *Value Stream Mapping* (Figura 7) é uma ferramenta de gestão criada pelo movimento *Lean Production*, que tem como objetivo redesenhar e reorganizar os sistemas produtivos através de uma visão *Lean*. A ferramenta baseia-se essencialmente no desenho de um mapa representativo de todo o processo produtivo, quer das ações que acrescentam valor, quer das ações que não acrescentam valor, de um produto ou família de produtos específica, desde o fornecedor da matéria-prima até ao cliente final, ficando representado todo o fluxo de material e de informação, ou seja, toda a cadeia de valor (Shook & Rother, 1999). Para além da visão global de todo o processo produtivo, o que facilita a análise de um processo a um nível singular, permite a identificação de desperdícios e a sua origem, e ainda permite fazer uma relação direta entre o fluxo de informação e o fluxo de materiais, o que facilita a compreensão de processos complexos.

Apesar de ser uma ferramenta muito utilizada na comunidade *Lean*, apresenta algumas limitações. Uma das desvantagens mais evidentes é o facto de não ser uma ferramenta eficaz quando aplicada a empresas que produzam uma grande variedade de produtos em pequenos lotes, o que implica cadeias de valor compostas por centenas de partes e produtos (Lasa et al., 2008).

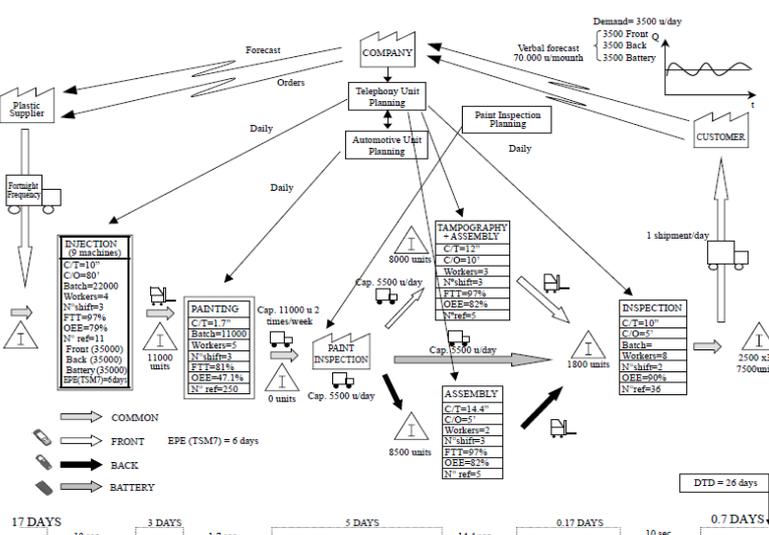


Figura 7. Exemplo VSM (Lasa et al., 2008)

2.2.5 Trabalho Normalizado

O trabalho normalizado, ou *standard work*, consiste na criação de procedimentos cujo o intuito é representar a forma mais fácil, segura e eficiente de desenvolver uma tarefa, uma vez que todos os processos do trabalho tem uma sequência estabelecida para realizar as tarefas (previamente estudadas de modo a que essa sequência seja a mais eficiente), o que garante que o processo não apresente variações na sua execução (Dennis, 2002). O objetivo é o de maximizar a criação de valor entre o operador, a máquina e os materiais, de forma a garantir a qualidade requisitada pelo cliente, a custos reduzidos, ao ritmo mais potencializado possível sem sobrecarregar o operador. Esta filosofia exige por parte das empresas algum esforço e preparação para a sua implementação, pois mesmo depois dos padrões estarem definidos é necessário incuti-los nos operadores, que é a tarefa mais demorada de toda a implementação da ferramenta (Ortiz, 2006). Assim, os grandes benefícios provenientes do trabalho normalizado são (Suzaki, 1994):

- Balanceamento das linhas de produção, mantendo-as a funcionar de forma contínua;
- Garante a quantidade mínima de *Work In Progress (WIP)*, o que diminui stock;
- Aumenta a segurança dos trabalhadores, através da eliminação de acidentes de trabalho;
- Elimina retrabalho, defeitos, problemas de fiabilidade e segurança dos produtos.

A uniformização de processos constitui a elaboração de documentação de procedimentos garantindo que todos seguem o mesmo procedimento e sabem o que fazer quando confrontados com diversas situações. Os processos uniformizados podem ainda ser comparados com as melhores práticas e deste modo contribuir para a melhoria contínua. O *standard work* possui três elementos básicos, sendo eles (Monden, 2012):

- Tempo de Ciclo: tempo necessário para que cada etapa seja concluída
- Sequência de operações: ordem, definida como a melhor, pela qual se devem efetuar as operações
- Nível de *WIP*: quantidade máxima de stock que flui através das diferentes operações, quando o processo decorre sem nenhuma variabilidade

A implementação de *Standard Work*, numa filosofia de produção *Lean*, não se relaciona apenas com o processo produtivo. O processo de comunicação também deve ser normalizado, de modo a assegurar que cada trabalhador é ouvido pelos seus superiores, uma vez que só deste modo, é alimentada uma cultura de evolução e motivação dentro da empresa por parte de todos os seus operadores.

2.2.6 Diagrama de *Spaghetti*

O diagrama de *spaghetti*, ou diagrama de esparguete é uma ferramenta *Lean* utilizada para desenhar o trajeto que determinado operador ou produto apresenta durante um determinado período de tempo, ou seja, é possível visualizar o movimento do objeto ou do operador no sistema, através de linhas que representem esse mesmo trajeto (Kanaganayagam et al., 2015). O sistema onde o objeto, o operador, ou algo que se mova dentro de uma organização, pode ser uma área de produção ou qualquer outra zona de um edifício. O resultado da construção deste esquema tem como nome “esparguete” por fazer recordar esse alimento (Gunnsteinsson, 2011). A Figura 8 demonstra um exemplo de um diagrama de *spaghetti*.

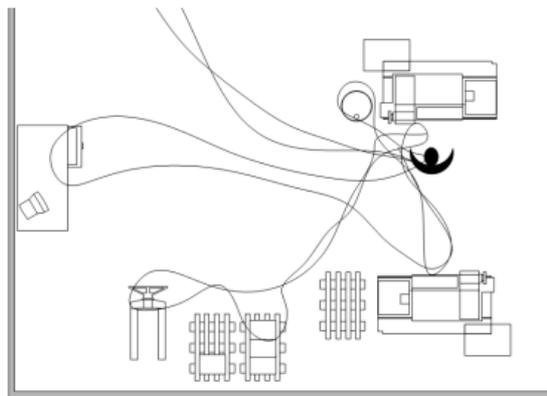


Figura 8. Exemplo diagrama de *spaghetti*
(Gunnsteinsson, 2011)

Através desta recolha de informação, é possível detetar as atividades que não agreguem valor para o processo em análise e por sua vez eliminar essas mesmas atividades, aumentando a produtividade da zona produtiva em estudo. Assim é possível verificar que existem inúmeras vantagens na utilização desta ferramenta *Lean*, com o intuito de diminuir as distâncias efetuadas pelos operadores/produtos, sendo possível analisar o resultado do diagrama de *spaghetti* de modo a refazer os *layouts* da organização ou até mesmo dos processos.

2.2.7 *Single Minute Exchange of Die* (SMED)

Esta ferramenta *Lean* destaca-se por ser uma metodologia usada para melhorar o desempenho nas mudanças de formato de determinada situação dentro de um espaço produtivo (Shingo, 1985). Segundo Dave e Sohani (2012), o SMED é uma abordagem utilizada para a redução do tempo de *setup*, que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial e em qualquer máquina, onde é possível aumentar a quantidade de diferentes produtos a fabricar no mesmo dia, reduzindo os tamanhos dos lotes e ainda reduzindo o *stock* e melhorando a qualidade do fluxo.

O objetivo da expressão “single minute” é a busca por tempos de *setup* inferiores a 10 minutos, ou seja, tempos de *setup* de um dígito só. A aplicação desta ferramenta engloba 4 estágios, nomeadamente:

- Estágio preliminar: nesta fase apenas é pretendido que todas as operações do *setup* sejam devidamente descritas e compreendidas, assim como cronometradas. Deve ser valorizada a opinião e o *feedback* dos operadores que realizam as atividades e, por esta razão, têm maior capacidade de identificação de problemas externos e internos que possam afetar todo o *setup*;
- Estágio 1: nesta fase os *setups* internos e externos são separados. As atividades externas são identificadas como aquelas que podem ser executadas com a máquina em funcionamento, e as internas caracterizam-se por serem aquelas que têm de ser realizadas enquanto a máquina está parada;
- Estágio 2: conversão dos *setups* internos em externos. Nesta fase pretende-se que todas as tarefas de limpeza e preparação de material sejam executadas enquanto a máquina está a trabalhar;
- Estágio 3: na última etapa procura-se a melhoria, não só no equipamento, mas em todo o processo relacionado com o *setup*, ou seja, o objetivo é o de criar e simplificar um modelo padrão das operações de mudança de ferramentas e reduzir a necessidade de operadores significativamente especializados nos processos de *setup* (Ulutas, 2011).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA IPLASTIKA – INOVAÇÃO E TECNOLOGIA EM PLÁSTICOS, S.A.

Neste capítulo apresenta-se a empresa onde o projeto de dissertação foi realizado, a InovePlastika – Inovação e Tecnologia em Plásticos, S.A, designada também por iPlastika. Numa primeira instância faz-se uma descrição geral da empresa, de modo a perceber melhor o âmbito do projeto e de seguida apresenta-se a sua estrutura organizacional e uma parte do seu sistema produtivo.

3.1 História da Empresa

A empresa iniciou a sua atividade em janeiro de 2006, dedicando-se à produção de peças plásticas para a indústria automóvel, fornecendo aos clientes produtos de elevada qualidade. A sociedade inicial era composta por 4 sócios, constituindo-se os próprios como administradores da organização. Inicialmente a zona de produção era bastante limitada, constituída por apenas uma máquina de injeção e 3 operadores, tendo no ano seguinte conquistado um volume significativo de clientes, o que originou a necessidade de expansão do seu espaço fabril, o que veio a acontecer em setembro de 2007, com a implantação da sua unidade fabril, que incluía algumas linhas de montagem. Em 2009 a sociedade reduziu-se a 3 elementos, composição que se manteve até ao presente. Em 2013 a empresa adquiriu uma nova unidade fabril, a Tekl, S.A. em Vila Nova de Gaia, que se destina à fabricação de componentes e acessórios para a industrial automóvel, nomeadamente faróis. Mais recentemente foram criadas duas novas unidades de negócio: Iluminação automóvel & Construção de Moldes, o que contribuiu para que a empresa fosse cada vez mais competitiva. Todos os marcos importantes da história da empresa são apresentados na Figura 9.

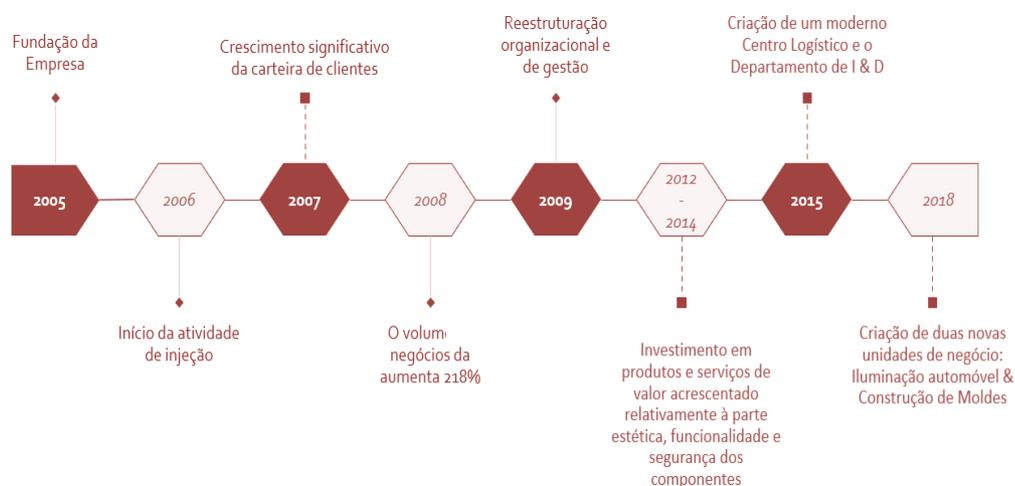


Figura 9. Cronograma iPlastika (Adaptado de www.iplastika.com/pt/sobre-nos)

3.2 Identificação e Localização da Empresa

A InovePlastika foi fundada em 2005, estando sediada em Barcelos (Figura 10). Tem como principal atividade o fabrico por injeção de componentes em plástico para o mercado do setor automóvel, onde procura afirmar-se cada vez mais como uma empresa dinâmica, inovadora e de projetos ambiciosos.



Figura 10. Empresa iPlastika, localizada em Barcelos

A organização procura ser uma referência através do foco no cliente, melhoria de processos, eliminação contínua de desperdícios e redução da rejeição da produção, concentrando as suas energias e esforços exclusivamente em atividades que valorizem o produto/serviço. A missão empresarial destaca-se pela constante procura em aumentar a satisfação do cliente, bem como a satisfação interna e o desenvolvimento constante das capacidades pessoais e profissionais de todos os operadores. Através da presença destes ideais, a empresa fortalece a liderança no mercado, permitindo fornecer os melhores produtos e serviços, com qualidade e preços competitivos, respeitando sempre o meio ambiente, saúde e a segurança no trabalho. (Fonte: iPlastika– Plano Estratégico de Negócios 2021-2023).

A empresa possui uma carteira de 55 clientes (Figura 11), distribuídos por 19 países, sendo a sua produção destinada maioritariamente aos mercados externos.



Figura 11. Clientes iPlastika (Fonte: iPlastika: Plano Estratégico de Negócios 2021 – 2023)

3.3 Estrutura Organizacional

Uma estrutura organizacional bem definida é crucial para garantir que uma empresa mantenha o foco nos seus objetivos e consiga cumprir com a missão, a visão e os valores definidos no plano estratégico. (Ahmady et al., 2016).

Na Figura 12 apresenta-se a estrutura organizacional da iPlastika, sendo possível identificar que a administração e a direção geral, apoiadas pelo departamento de recursos humanos, gerem e coordenam a organização.



Figura 12. Organograma geral da empresa

Na unidade empresarial existe o departamento financeiro, responsável por todos os assuntos inerentes aos operadores, clientes e fornecedores; o departamento comercial, com a função de angariar clientes, através da divulgação da panóplia de produtos da empresa; o departamento da produção, o maior departamento da empresa, que engloba a injeção, o planeamento e a montagem; em paralelo com este departamento existe ainda a engenharia do processo que tem como função acompanhar todos os processos produtivos de modo a garantir a sua qualidade e eficiência; o departamento da manutenção, onde são executadas todas as manutenções preventivas ou corretivas a todos os mecanismos necessários; o departamento logístico, onde é gerida toda a cadeia de abastecimento da empresa, desde entregas ao cliente até à gestão do aprovisionamento de matéria prima; o departamento de qualidade, onde são geridos todos os pormenores relacionados com satisfação do cliente (por exemplo, avalia se os produtos se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos com o cliente); por último, o departamento mais recente, o de I&D responsável pela investigação e desenvolvimento de novos projetos, que inclui o desenvolvimento/investigação de novos produtos e/ou novas matérias primas.

3.4 Produtos

A iPlastika tem uma vasta gama de produtos desenvolvidos e em produção, destinados à indústria automóvel, que utilizam matérias-primas dos diversos tipos: termoplásticos, elastómeros, termoendurecíveis, etc. Na Figura 13 apresentam-se alguns dos produtos produzidos na empresa, que apresentam elementos diferenciadores como a cor, o formato, o tipo de matéria-prima utilizada, etc.



Figura 13. Exemplo de alguns produtos

3.5 Layout Fabril

A empresa tem o seu Layout implementado de forma a reduzir os custos de operação e aumentar a produtividade e eficiência do sistema homem-máquina. Na Figura 14 apresenta-se o layout da unidade fabril da iPlastika, dividida em 10 zonas principais, que serão analisadas e explicadas numa primeira fase deste projeto. Porém, o estudo realizado decorreu na zona limitada a roxo – Injeção.

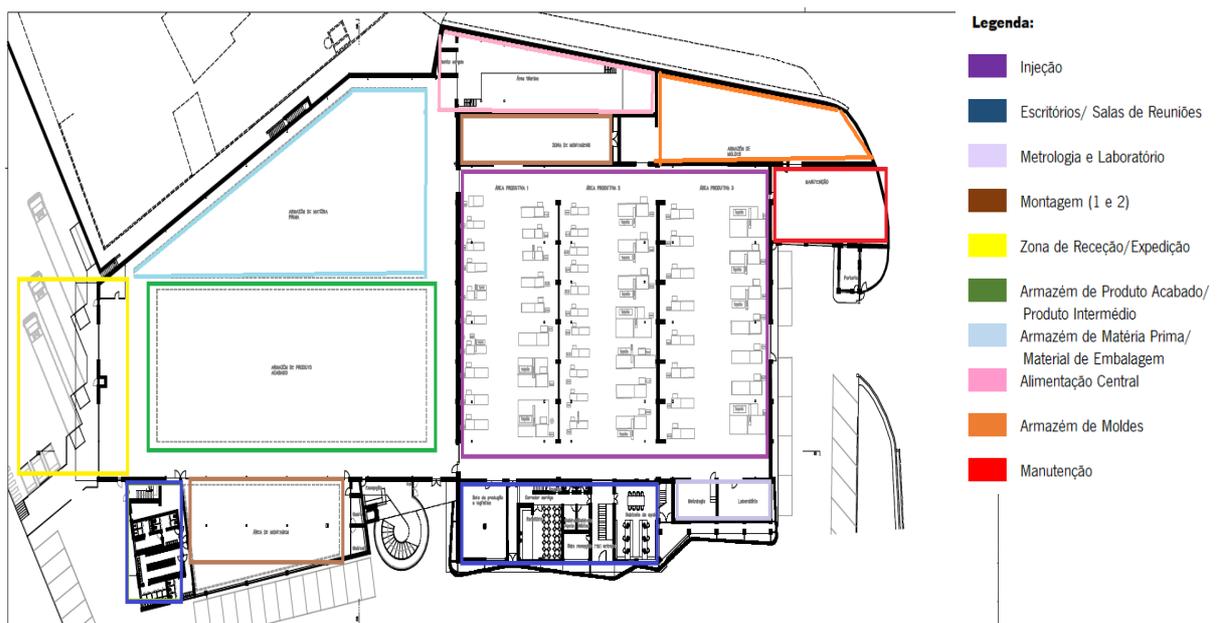


Figura 14. *Layout* Fabril

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo realiza-se uma breve descrição do fluxo de informação e de materiais presentes na empresa, seguindo-se a caracterização e análise crítica dos vários setores da empresa, de forma que fosse possível fazer a identificação dos problemas existentes no sistema produtivo.

4.1 Fluxo de Informação

O departamento de logística é responsável pela receção das encomendas dos clientes. Analisa o *stock* existente e, caso seja necessário, requisita a produção de alguma referência, fazendo as encomendas de matérias-primas e do material de embalagem em simultâneo. O responsável pelo planeamento ao receber a requisição do departamento de logística, analisa a taxa de cobertura que a empresa possui para produzir aquela referência, remete uma ordem de fabrico do produto encomendado e planeia todo o processo de produção (quando vai começar, operador alocado, em que máquina vai ser produzido, quantidade de matéria-prima necessária, quando termina, ...). Criada a ordem de fabrico, tanto o responsável do armazém como o responsável da produção garantem as condições para que o planeamento seja cumprido. Em relação ao armazém, o abastecimento da matéria-prima e dos materiais de embalagem, em relação à produção, os processos de injeção (máquina e molde disponíveis e sem problemas) e montagem. À medida que os produtos saem da secção da injeção, dão entrada no armazém, existindo sempre o registo do que entra e do que sai. Caso seja necessário o processo de montagem em determinado produto, o armazém é responsável por fornecer a esta secção o material proveniente da injeção, assim como qualquer outro tipo de material necessário. Depois de todos os processos internos estarem concluídos, há casos em que o produto final ainda não se encontra finalizado, sendo necessário ainda processos de retrabalho externo (fluorização, pintura, ...). Nestas situações, o departamento de logística é responsável por planear o transporte para as empresas subcontratadas, sendo o passo seguinte da responsabilidade do departamento de produção, onde são inspecionados todos os produtos que foram processados nessas empresas, de modo a garantir que os requisitos do cliente são preservados. Por fim, a logística prepara o *packing list*, passando para o armazém, que prepara a encomenda e conclui a expedição. Estas trocas de material (produto final, produto intermédio, matéria-prima ou materiais de embalagem) quer internamente, quer externamente, são registadas no software PHC de modo a facilitar a consulta para todos os elementos da empresa. No Anexo 1 encontra-se o fluxo de informação de toda a unidade fabril.

4.2 Fluxo de Materiais

O fluxo de materiais na empresa inicia-se com a receção da matéria-prima e dos materiais de embalagem, sendo estes alocados no armazém na zona da matéria-prima. De seguida, e conforme as necessidades das máquinas, a matéria-prima é por norma dirigida para a alimentação central, para ser estufada e preparada para poder abastecer diretamente as máquinas de injeção, podendo haver casos em que esta alimentação é realizada diretamente na máquina. O armazém é responsável por esse abastecimento e pelo abastecimento dos materiais de embalagem. Quando o processo de injeção é concluído, realiza-se um rápido controlo de qualidade, de modo a encontrar anomalias o mais cedo possível. E, sempre que são detetados lotes com defeito, esses produtos são reciclados o máximo possível para aproveitar a matéria-prima e retorna ao processo de injeção. Posteriormente, o processo pode incluir ou não secção de montagem. Quando inclui a secção de montagem, existe necessidade do abastecimento de materiais de embalagem e do abastecimento dos produtos provenientes da secção de injeção, tendo como procedimento seguinte o armazenamento na zona de produto acabado ou produto intermédio. Caso o processo termine na injeção, os produtos são igualmente armazenados na zona de produto acabado ou na de produto intermédio. Na zona dos produtos intermédios, o *stock* é enviado para as empresas subcontratadas responsáveis por concluir os retrabalhos externos (pintura, fluorização, ...). Existe sempre inspeção quando estes retornam para a empresa e, se possível, reciclados em caso de defeito. Por último, todos os produtos armazenados na zona de produto acabado são devidamente preparados e expedidos para o cliente. O Anexo 2 representa o fluxo de materiais, desde a matéria-prima até à expedição do produto final.

4.3 Caracterização dos diferentes setores

4.3.1 Armazém

O armazém opera em 2 turnos de 8 horas, através de 8 operadores e com um fluxo médio diário de 12 a 14 camiões nos cais de expedição ou receção. Este departamento é constituído por uma zona de estantes destinada ao produto intermédio, outra ao produto acabado, outra para a matéria-prima e material de embalagem. A zona do cais apresenta 3 cais destinados à expedição/receção de material; a zona de filmar as paletes; e o escritório do armazém. O armazém é responsável por executar diversas tarefas, nomeadamente: abastecer de material as zonas de montagem (1 e 2), desde o produto intermédio proveniente da secção de injeção, ou material de embalagem; destas duas zonas, ainda têm de recolher as paletes completas colocando-as na respetiva zona do armazém; na preparação das

encomendas, têm de validar as guias de transporte, recolher o material das estantes, filmar as paletes e, caso necessário, carregar o material no camião para ser expedido e garantir que há camião de expedição, ou seja, são responsáveis pela gestão da frota interna. Além disso, na receção de encomendas, confirmam o material recebido e descarregam o material na zona a que se destina. De maneira a facilitar a identificação do material, o armazém possui um sistema de código de barras que associa a zona da estante ao material que lá está alocado, sendo possível consultar esta informação no software PHC de modo a facilitar toda a gestão do armazém.

4.3.2 Secção de Montagem

A secção de Montagem é composta por duas unidades, a montagem 1, que se encontra junto ao armazém, e a montagem 2, que se encontra junto à secção de injeção. Devido ao crescimento do volume de negócios da empresa, houve a necessidade de aumentar a área de montagem e daí a criação da unidade de montagem 2. Esta secção é constituída por 6 linhas, com 17 postos de trabalho, onde quer a disposição dos postos de trabalho, as operações efetuadas e a alocação de operadores aos postos varia conforme o planeamento de produção e os requisitos do cliente, ou seja, a variabilidade desta secção é determinada consoante o produto produzido. A montagem possui neste momento 40 operadores distribuídos por 3 turnos de 8 horas.

A disposição das unidades de montagem 1 e 2 encontra-se representada nas Figuras 15 e 16, respetivamente. Na montagem 1, o portão de entrada de material é o que se encontra junto aos escritórios, apresentando uma zona fora da unidade, representada a azul, onde o armazém deposita o material que essa unidade de montagem vai solicitando. De seguida, os operadores vão utilizando esse material, colocando tudo o que é necessário para a linha funcionar com normalidade, nas zonas sombreadas a amarelo. Por fim, na zona verde é onde ficam depositadas as paletes completas de produto acabado, de onde o armazém as retira, pelo portão oposto ao da receção de material, e as aloca no armazém, na zona específica.

Na unidade de montagem 2 o fluxo de produção é semelhante ao anterior. Nesta unidade apenas existe um portão de entrada e saída de material, onde o material que o armazém fornece é depositado no corredor representado a azul. O material indispensável para o funcionamento das linhas é colocado nas zonas representadas a amarelo e a verde as paletes completas, prontas a ser recolhidas pelo armazém.



Figura 15. Representação Geral - Montagem 1



Figura 16. Representação Geral - Montagem 2

Cada linha de produção representa um determinado cliente, e, cada posto de trabalho representa uma determinada referência (peça). Quando uma encomenda de determinada referência termina, o posto de trabalho que lhe estava destinado muda de referência a produzir, sendo necessário, ou não a alteração da linha para cumprir com os requisitos do cliente na nova referência. Esta gestão das linhas e dos postos de trabalho é realizada pelo responsável da secção da montagem com base na informação que o planeamento transmite em relação ao que é necessário produzir.

De um modo geral os processos associados a esta secção resumem-se à adição, manual ou automática, de um ou mais componentes (clips, molas, pinos, ...); montagem de duas peças (provenientes diretamente da secção de injeção); rebarbagem de peças; inspeção de peças; corte a laser; testes elétricos; entre outros.

4.3.3 Secção de Injeção

A secção de injeção opera 7 dias por semana, 24 horas por dia. Durante a semana operam 3 turnos de 8 horas, com 12 operadores por turno. Aos fins de semana existem apenas 2 turnos de 12 horas cada, onde operam 8 trabalhadores por turno. A maioria das máquinas é auxiliada por um robô, que efetua a extração das peças da máquina colocando-as num tapete, sendo necessário que o operador no fim do tapete prepare o embalamento das peças e depois as embale, efetuando neste ponto o primeiro controlo de qualidade, separando as peças conformes das não conformes. Esta “independência” das máquinas possibilita que um operador controle mais que uma máquina, sendo em média controladas 2 a 3 máquinas por operador. As funções executadas pelo operador são influenciadas pelo tipo de máquina a que estão alocados. No entanto, existem funções comuns a todos os operadores, ou seja, independentes do tipo de máquina. Na Tabela 1 descrevem-se os fatores que dependem e não dependem da máquina:

Tabela 1. Fatores Dependentes vs. Independentes

Fatores Dependentes da Máquina	Fatores Independentes da Máquina
Verificação de peças (controlo qualidade)	Verificação de peças (controlo qualidade)
Colocação de etiqueta O.K.	Preparar material de embalagem
Separação de peças (exemplo: peças que se destinem ao lado esquerdo e direito)	Colocação das peças na embalagem (registar em sistema)
	Colocação das embalagens na palete
Retirar "Gito" de injeção	Limpeza do posto de trabalho
Tempo de completar palete (depende do tempo de ciclo da máquina)	1x turno realizar limpeza do molde
	Trabalhar de acordo com a gama de fabrico e gama de embalagem

Juntamente com os operadores das máquinas, que se destinam apenas a recolher as peças das máquinas e embalar-las, há ainda uma equipa constituída por 6 elementos destinada à mudança de moldes – “*setup*” (sempre que entra uma nova referência em produção, é necessário mudar o molde em máquina), manutenções pré-estabelecidas (manutenções preventivas e/ou corretivas), limpeza de moldes e de equipamentos auxiliares às máquinas de injeção. Esta equipa é gerida pelo departamento de engenharia de processo, que se destina a controlar todos os processos e a melhorá-los em simultâneo e, por esta razão, esta equipa opera apenas 8h por dia. O departamento de manutenção, constituído por 6 elementos, encontra-se junto à secção de injeção, permitindo realizar todos os tipos de manutenções, quer aos moldes, quer às máquinas existentes na fábrica e também no auxílio imediato, em casos de avarias de moldes e equipamentos da produção.

De modo a tornar fluida a produção nesta zona, existe ainda um operador denominado “Piloto” responsável por abastecer as linhas da injeção com todo o material de embalagem e matéria-prima necessários. É, ainda da sua responsabilidade, recolher as paletes completas das extremidades das linhas e transportá-las para o armazém, para depois serem colocadas no respetivo lugar. O “Piloto” tem ainda de sustentar a zona de alimentação central, ou seja, fornecer a matéria-prima que for necessária. Esta zona de produção é composta por 54 máquinas de injeção, distribuídas por 6 linhas (a sua disposição e o número de identificação está descrita no Anexo 4). As máquinas diferenciam-se pela capacidade de fecho do molde, variando entre 50 a 500 toneladas.

O produto final desta secção requer um controlo de qualidade logo após a injeção. Quando a peça exige um rigor de qualidade mais metuculoso, ou é identificado um novo tipo de defeito, esta é dirigida para a zona do “Muro de Qualidade” onde essa inspeção mais rigorosa é realizada, ou esse novo defeito é controlado. Para além deste controlo dos produtos, o departamento de qualidade tem sob a sua responsabilidade 5 operadores, distribuídos pelos 3 turnos, denominados “Inspetores de qualidade”, que têm como função verificar no início de cada turno uma amostra de todas as paletes produzidas em todas as máquinas, fazendo a aceitação das mesmas (carimbam caixas com O.K.), uma vez que o piloto só transporta paletes previamente carimbadas pelo departamento de qualidade. Se identificarem alguma peça não conforme, alertam o responsável e fazem o levantamento desde o início do defeito na palete que estão a analisar. Nas referências que apresentem uma taxa de defeito superior aos padrões da empresa (2%), verificam as amostras mais do que uma vez por turno; prestam auxílio aos operadores das máquinas, caso estes tenham alguma dúvida em relação a algum defeito e ainda elaboram um relatório de defeitos por turno, de modo a informar todas as anomalias do último turno. Todos estes controlos de qualidade são elaborados com base na peça padrão definida quando o projeto foi aceite ou por uma peça O.K. da última injeção.

4.4 Análise Crítica da Situação Atual

O presente projeto surgiu da necessidade da empresa perceber e, se possível, resolver o problema que se alastrava para um grupo de produtos que produzia. Um determinado número de referências produzidas, no último trimestre de 2020, apresentava um custo de produção total superior ao preço de venda, resultando numa rentabilidade negativa dessas referências. A Tabela 2 apresenta essa lista de referências referentes ao último trimestre de 2020, onde se refere a percentagem de margem líquida que cada referência apresentava nesse espaço de tempo.

Tabela 2. Referências em estudo

Referência	Margem Líquida (%)
OGKN66	- 18,11
OGKN61	- 21,11
OGKN30	- 28,30
1BOR26	- 43,01
7BOS10	- 63,09
OGKN39	- 5,44
1BOR27	- 41,71
OTRW91	- 67,04
OGKN35	- 2,55
1GKN04	- 3,79
1BOS06	- 1,61
OTRW99	- 24,56

Antes de concentrar o foco apenas no problema proposto pela iPlastika, numa primeira fase foi analisado mais ao detalhe cada departamento, com o objetivo não só de compreender todo o fluxo dentro da empresa, mas também para perceber que problemas poderiam existir nesses departamentos, tentando sempre propor e implementar melhorias para esses casos. Posteriormente, e já com um melhor conhecimento de toda a estrutura e processos, as referências identificadas foram analisadas ao pormenor.

4.4.1 Armazém

De modo a compreender todas as tarefas envolvidas pelos operadores do armazém, durante um determinado período de tempo, foi escolhido um operador de armazém aleatório e analisadas todas as tarefas que este desempenhava durante parte do seu turno, com o objetivo de identificar algum desperdício ou potencial melhoria em todo o armazém.

Numa primeira instância, o objetivo foi o de tentar perceber que tarefas é que acrescentavam valor às atividades dentro do armazém. Assim, foram descritas todas as tarefas realizadas pelo operador em análise (Tabela 3).

Tabela 3. Tarefas realizadas pelo armazém

Colocar palete na máquina de filmar	Confirmar em sistema dados da guia
Descarregar Camião para o cais	Entregar guia ao motorista assinado
Etiquetar material recebido	Colocar paletes de encomenda no cais
Guardar material recebido	Limpar paletes
Falar com os motoristas do cais para tratar da descarga	Filmar palete
Com o material no cais registar etiquetas no sistema	Contratar novo transporte
Receção de Telefonema a pedir material	Levar material para a montagem
Validar guias de material	Recolher e armazenar produto acabado da montagem

Dado que num armazém as atividades de valor acrescentado (VA) são todas aquelas que se relacionam com cargas e descargas de material, armazenagem, preparação de encomendas, gestão de inventário, devoluções e transporte, facilmente se identifica nas atividades descritas na Tabela 3, as atividades *Muda* (desperdício) e as atividades VA. Para perceber que percentagem, em média, um operador de armazém tem ao longo do seu turno de VA e de *Muda*, foram cronometrados os tempos que este despendia em cada tarefa. Na Tabela 4 descreve-se a média dos tempos de cada tarefa com base na observação direta realizada. Da análise da desta tabela observa-se que, em média, um operador de armazém é responsável por realizar 18 tarefas, em que cerca de 60% do seu tempo é utilizado em atividades de valor acrescentado e 40% em atividades consideradas como desperdício. Apesar deste valor ser consideravelmente elevado, a maioria das atividades que não acrescentam valor ao processo dentro do armazém são atividades necessárias ao seu correto funcionamento, não sendo possível eliminá-las.

Tabela 4. Folha dos Tempos do Armazém

Folha dos Tempos		
VA	MUDA	Descrição da Atividade
3 min		Colocar palete na máquina de filmar
1 min		Descarregar Camião para o cais
0,5 min		Etiquetar material recebido
	10 min	Armazenar material recebido
	2 min	Falar com os motoristas do cais para tratar da descarga
	6 min	Com o material no cais registar etiquetas no sistema
	1 min	Receção de Telefonema a pedir material
3 min		Validar guias de material
2 min		Confirmar em sistema dados da guia
1 min		Entregar guia ao motorista assinado
3 min		Colocar paletes de encomenda no cais
	5 min	Limpar paletes
	3 min	Filmar palete
	3,5 min	Contratar novo transporte
	3 min	Levar material pedido para a montagem
7 min		Descarregar material na montagem
	4 min	Recolher material produto acabado da montagem
6 min		Armazenar material produto acabado

No sentido de compreender melhor esta secção do processo produtivo da empresa, ao longo da observação direta do operador e do registo dos tempos das atividades que este realizava, foi também elaborado um diagrama de spaghetti representativo, com as suas movimentações (Figura 17).

Na Figura 17 também se representa o armazém de uma forma esquemática: a zona representada a laranja e com o número 1 representa a zona do armazém onde é armazenado o produto intermédio, utilizado maioritariamente na montagem, o que justifica a sua localização junto a este; a zona a amarelo (2) representa a zona de matéria-prima e material de embalagem; e, por fim, a zona a verde (3), que é a zona de produto acabado. Da análise realizada percebe-se que o operador de armazém cobre toda a área deste, uma vez que acontece frequentemente o acumular em simultâneo de tarefas (receção, preparação de encomendas, abastecimento interno, ...), o que se traduz na necessidade de as executar em simultâneo ou de forma intercalada para as tentar executar a todas.

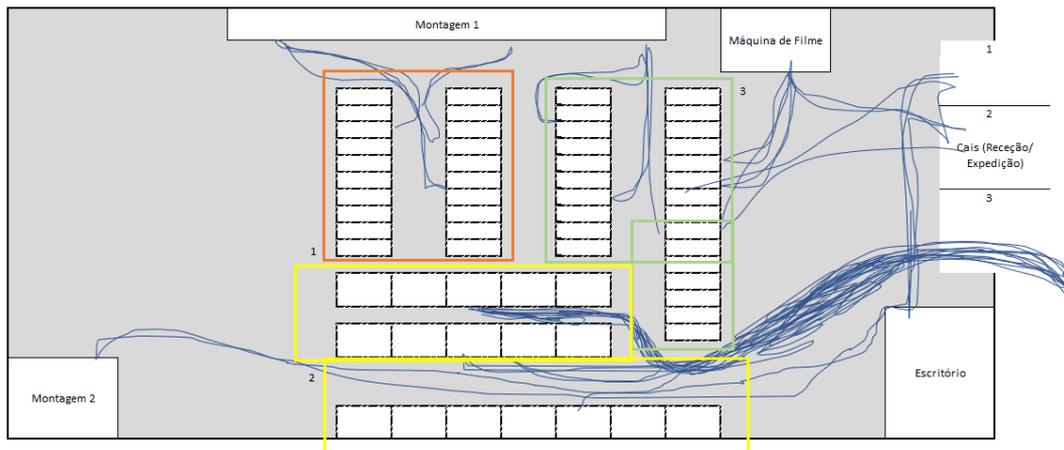


Figura 17. Diagrama de *Spaghetti Armazém*

Com base na observação deste setor da empresa, algumas conclusões foram retiradas no que diz respeito a áreas com potencial de melhoria:

1. Organização do armazém: demasiado tempo é desperdiçado em deslocações dentro do armazém, por falta de organização das tarefas;
2. Janelas de Entrega: a empresa não possui janelas de entrega, na receção ou expedição de material, o que se traduz na sobrecarga dos operadores e na criação de filas de espera nos três cais.

4.4.2 Montagem

Esta secção da empresa possui duas unidades de trabalho diferentes. No entanto, como funcionam de modo semelhante, a análise realizou-se apenas num posto de uma das unidades. O posto de trabalho estudado foi o de corte a laser na unidade de montagem 2, porque era o posto com mais deslocações e no qual ocorreram praticamente todas as atividades realizadas nesta secção, ou seja, era um posto de trabalho representativo de ambas as unidades. No esquema da Figura 18 apresenta-se de uma forma genérica como este posto funciona.

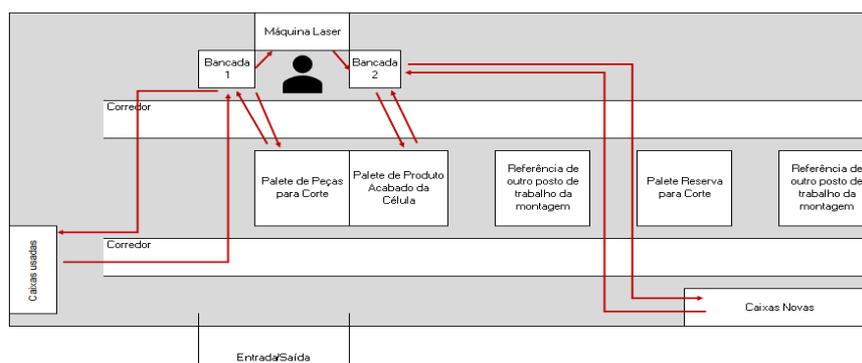


Figura 18. Esquema do posto de trabalho corte laser

O operador era responsável por posicionar as paletes entregues pelo armazém conforme o esquema e recolher as caixas da paleta de peças para corte e colocá-las na bancada 1. De seguida deslocava-se à zona das caixas novas e retirava uma caixa para colocar na bancada 2, onde eram depositadas as peças da bancada 1 depois de serem processadas na máquina a laser e devidamente inspecionadas. Quando a caixa da bancada 2 estava completa, era carimbada e devidamente etiquetada, para ser colocada na paleta de produto acabado. Quando a caixa da bancada 1 terminava, o operador tinha ainda de a colocar na zona correspondente às caixas usadas.

De um modo semelhante à análise realizada na secção do armazém, foi também obtido o tempo de terminar uma caixa, com todas as atividades realizadas pelos operadores deste posto, assim como identificadas as tarefas de valor acrescentado e as que representam desperdício (Tabela 5).

Tabela 5. Folha dos Tempos Montagem

Folha dos Tempos		
VA	MUDA	Descrição da Atividade
	2 min	Colocar paleta junto ao posto de trabalho
	0,3 min	Recolher caixa da paleta de peças para corte para a bancada 1
3 min		Recolher peças da caixa da Bancada 1 para a máquina laser
2 min		Máquina Laser corta as peças
8 min		Inspeção peças pós corte na Bancada 2
	1,5 min	Fechar caixa de peças O.K.
		Colocar Etiqueta
		Carimbar
	0,15 min	Colocar caixa na paleta de produto acabado
	0,5 min	Colocar caixa vazia da bancada 1 na respetiva zona da montagem

Em média, uma caixa de produto acabado proveniente do posto de trabalho corte a laser demorava 17,8 minutos a produzir, com cerca de 73% de atividades de valor acrescentado e 27% de atividades *Muda*, sendo que as atividades que correspondem ao processo de completar a paleta de produto final (etiquetagem, fechar caixa, ...) eram atividades indispensáveis e desperdícios necessários.

De um modo geral, neste departamento da empresa os problemas identificados foram:

1. Deslocações: uma errada organização do espaço de trabalho, origina deslocações extra por parte do operador;
2. Repetição de Processos: processos de etiquetagem e criação de novas obras desnecessárias se fosse reaproveitado dos processos anteriores (e.g., se as caixas da palete de peças para corte fosse reaproveitada para armazenar as peças cortadas, esses processos que foram realizados já não seriam necessários).

4.4.3 Injeção

O processo de injeção, já explicado anteriormente, tem 3 áreas de análise, o *setup*, os operadores de máquina e, ainda, o “Piloto”.

- **Setup**

Para perceber melhor, como esta tarefa era executada, foram observados alguns processos de *setup* com operadores diferentes. De seguida descreve-se um desses processos observados.

O *setup* divide-se em 4 grandes etapas: o *pré-setup*, que é onde deve ser feita toda a preparação do mesmo, desde material necessário, documentação, etc. Esta etapa era realizada ainda com a máquina em funcionamento. O passo seguinte consistia no início do *setup*, onde o molde era desmontado e montado um novo molde, assim como os componentes (e.g., o robô da máquina), se necessário; de seguida era feita a validação para arranque da máquina, que se baseiava basicamente na verificação de todos os componentes da máquina e do molde para garantir que a máquina poderia arrancar sem problemas e também preenchida a documentação que regista toda a informação do que foi feito e de alguma anomalia identificada; a ultima etapa já não era realizada pelo operador de *setup*, mas por membros da qualidade, que tinham a responsabilidade de verificar as primeiras injeções da máquina, comparando com a panóplia de defeitos e com a peça válida da última injeção, ou em situações de se tratar da primeira vez em produção, com a peça validada pelo cliente, de modo a garantir que tudo estaria a funcionar conforme os requisitos do cliente e o produto apresentava a qualidade definida.

Após a constatação de como o *setup* funcionava na iPlastika, foi então analisado um destes processos em tempo real. Todas as atividades e tempos encontram-se descritos na Tabela 6.

Tabela 6. Processo Setup - Tempos

Processo Setup			
VA	MUDA	Descrição da Atividade	
	2 min	Colocar carrinho de ferramentas junto à máquina	
	6 min	Colocar Molde + Documentação + Robô junto à máquina	
	1 min	Organizar e arrumar documentação da referência anterior	
0,5 min		Parar Máquina	Desmontar Molde
	0,5 min	Preparação da Documentação	
13,7 min		Retirar Molde da Máquina	
2,8 min		Soprar Mangueiras	Montar Molde
12 min		Montar novo molde	
2 min		Trocar Robô	
	6 min	Colocar Documentação em falta (ficha de águas)	
	2 min	Trocar mangueira com fuga	
	3 min	Arranjar Robô com falta de componentes	
	4 min	Falta do Registo Setup, ir buscar	
	4 min	Nova fuga de água, resolver	
	2 min	Preencher Registo Setup	
	5 min	Arrumar Posto de Trabalho	
	4 min	Arrumar documentação da referência anterior	
10 min		Arranque de máquina	
20 min		Validação das peças	

Através da análise do caso apresentado na Tabela 6, percebe-se que o tempo médio para trocar de referência a produzir na empresa é de 1h30 min, constituindo um tempo demasiado elevado para uma empresa que tem a necessidade de fazer 5 a 8 *setups* por dia.

Assim, os seguintes problemas foram identificados:

1. Verificação do material necessário: necessidade de ir buscar material necessário e perda de tempo nessas deslocações;
2. Sequência das atividades: demasiadas tarefas realizadas com a máquina parada, que poderiam ser realizadas com a máquina já em funcionamento ou no *pré-setup*;
3. Falta de formação dos operadores *setup*;

- **Operador da Máquina de Injeção.**

Depois de tudo validado, e dentro dos parâmetros que o cliente exige, era então alocado à máquina um operador. À semelhança da análise feita na secção de montagem, aqui foi escolhido um operador aleatório, que se encontrava alocado a 4 máquinas. De seguida analisaram-se todas as atividades realizadas de modo a perceber as atividades de valor acrescentado e as que eram consideradas desperdício.

Inicialmente foi elaborado um diagrama de *spaghetti* de uma parte do turno desse operador, como descrito na Figura 19.

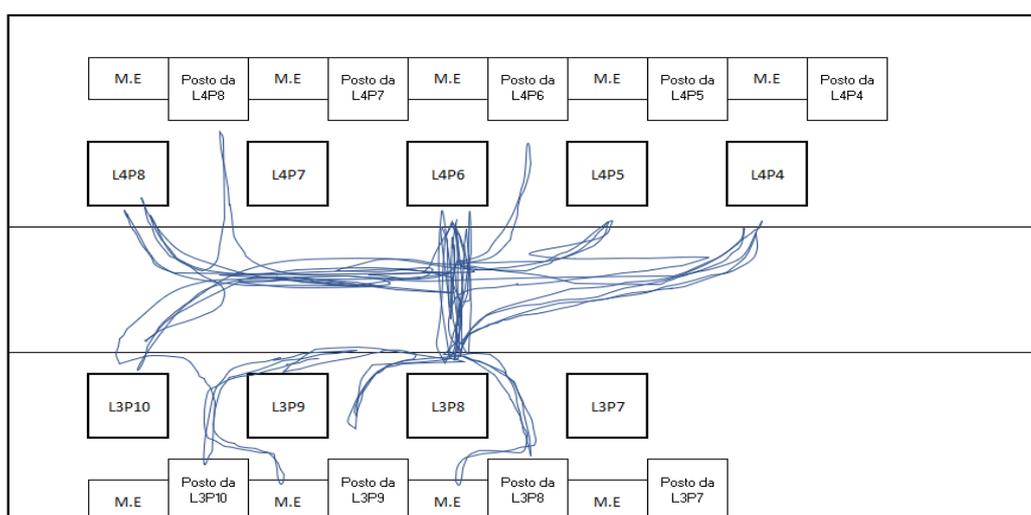


Figura 19. Diagrama de *Spaghetti*- Injeção

No início do turno o operador estava alocado a quatro máquinas, L3P8, L4P8, L4P6 e L4P4. Porém, a meio do turno outro operador, que estava responsável por outras máquinas realizou um intervalo, ficando o operador em análise sobrecarregado com mais 3 máquinas. Isso originou uma sobrecarga de tarefas a realizar pelo operador. Os operadores eram alocados às máquinas conforme a taxa de ocupação exigida pelas máquinas em funcionamento. Outras tarefas também verificadas na realização deste diagrama foi a limpeza do molde, que era executada uma vez por turno e se baseava essencialmente na limpeza superficial do molde de 8 em 8 horas para garantir a qualidade das peças injetadas.

Após a elaboração do diagrama de spaghetti foi então observado o tempo que o operador demorava a realizar as tarefas numa determinada máquina (Tabela 7).

Tabela 7. Folha de Tempos Injeção

Folha de Tempos		
VA	MUDA	Descrição da Atividade
	0,3 min	Preparar material de embalagem
10 min		Encher caixa
	0,5 min	Esperar peças no tapete
	0,5 min	Limpeza Gito
	0,5 min	Anotações Máquina
	0,7	Colocar etiqueta
		Carimbar
		Colocar caixa completa no carrinho
	0,15 min	Entrega peças à qualidade
	0,3 min	Preparar material de embalagem

Através destas observações verifica-se que em 77% do tempo o operador realizava atividades que acrescentavam valor ao processo, ou seja, 23% eram atividades de desperdício. No entanto, na maioria das vezes estas eram minimizadas devido ao facto de um operador ter a responsabilidade de mais do que uma máquina.

Uma tarefa observada fora do estudo dos tempos do operador foi a limpeza do molde, que cada operador tem de fazer uma vez por turno em cada máquina a que está alocado. Esta tarefa baseia-se numa limpeza superficial com álcool dos moldes. Cada unidade da injeção (unidade 1 corresponde às linhas 1 e 2, unidade 2 corresponde às linhas 3 e 4 e a unidade 3 corresponde às linhas 5 e 6) apresentava um posto devidamente identificado onde esse material era fornecido (Figura 20).



Figura 20. Posto do material de limpeza

Com base na análise feita nesta área da injeção, foram identificados os seguintes problemas:

1. Paragens de máquina: a produção parava devido aos intervalos realizados pelos operadores;

2. Sobrecarga do operador: o planeamento, por vezes, procurava ocupar 100% do tempo do operador, o que colocava em causa a eficiência da produção, uma vez o operador ficava em certas fases do turno sobrecarregado;
3. Limpeza dos Moldes: o operador responsável esquecia-se de a fazer ou existia falta de material de limpeza.

- **“Piloto”**

O objetivo do Piloto neste processo era o de fornecer todo o material necessário a toda a unidade de injeção. Isto é, abastecia a zona de alimentação central de matéria-prima, algumas máquinas que apresentassem alimentação local e todas as linhas de material de embalagem. Além disso, retirava as paletes completas das zonas específicas na injeção, colocando-as no armazém e voltava a repor nessas mesmas zonas paletes vazias. Em cada turno existia um Piloto, que por norma abastecia o material de embalagem e matéria-prima logo no início do turno para depois se focar no produto acabado. Contudo, não existia qualquer tipo de rota ou sequência de tarefas que este devesse seguir, sendo a necessidade de mais material solicitada por voz entre o operador e o Piloto.

Na Figura 21 apresenta-se o diagrama de spaghetti de uma parte do turno realizado por um “Piloto” na empresa.

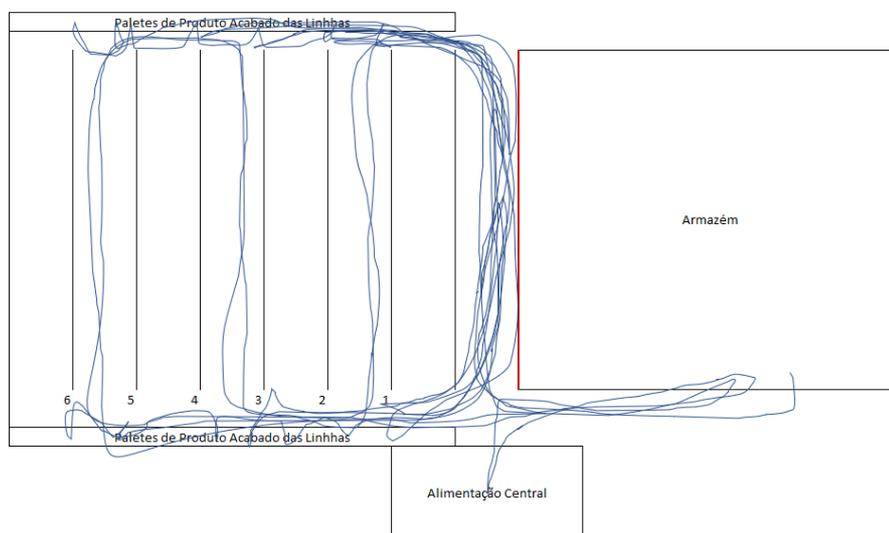


Figura 21. Diagrama de *Spaghetti* Piloto

A partir do diagrama observa-se que o piloto realizava um número reduzido de deslocações entre as linhas de produção, sendo a tarefa mais destacada a de transportar para o armazém o produto acabado (linha identificada a vermelho no armazém). Devido às distâncias que tinha de percorrer, o piloto era constituído por um porta-paletes elétrico (Figura 22) e um operador.



Figura 22. Porta Paletes utilizado pelo Piloto

Nesta área da injeção os problemas identificados foram:

1. Viagens em vazio: metade do tempo que o piloto estava a executar as tarefas que lhe competiam, deslocava-se com o porta-paletes vazio
2. Falta de sequência das rotas: como não existia uma sequência de rotas que o piloto tinha de executar, nem uma sequência de tarefas a realizar, este operava consoante a experiência que ia adquirindo, originando por vezes esperas de material na unidade de injeção ou acumulação excessiva de produto acabado junto às linhas

4.4.4 Qualidade

O departamento de qualidade era o responsável por realizar o controlo de vários parâmetros da empresa a nível produtivo e pela relação com o cliente. Isto é, era responsável por controlar os níveis de sucata, as reclamações dos clientes, as inspeções externas e ainda o retrabalho ou as inspeções internas.

Como propósito de analisar a situação atual foram obtidos os dados relativos a esses indicadores do software de gestão de informação e materiais da organização.

Relativamente aos níveis de sucata, a iPlastika apresentou durante o ano de 2020 os valores apresentados no gráfico da Figura 23, que se referem aos custos de sucata por mês.

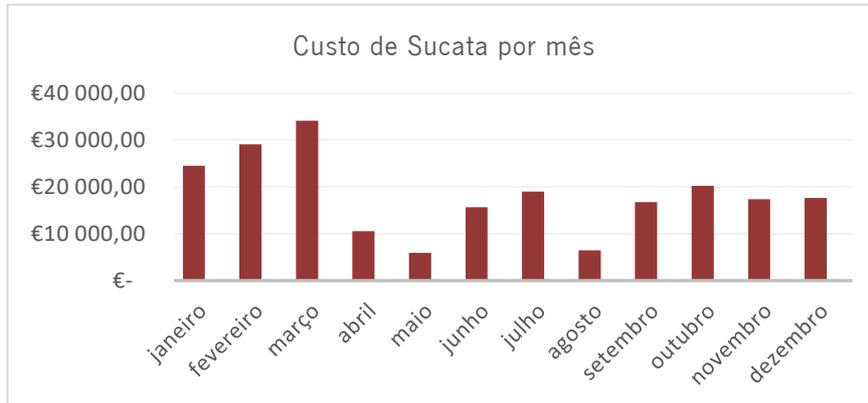


Figura 23. Custo de sucata por mês - 2020

A análise do gráfico permite apenas constatar que o maior valor de sucata ocorreu no mês de março e que o custo total de sucata no ano de 2020 se aproximou-se dos 217 500€. Para complementar a análise, foram também obtidos do sistema os dados relativos à relação da sucata produzida por mês com as peças produzidas por mês, ou seja, a percentagem de sucata por mês.

O gráfico da Figura 24 apresenta a relação da percentagem de sucata obtida em cada mês do ano de 2020, com a percentagem objetivo que a empresa tem definida (2%). Foi, então, possível constatar que no ano 2020 a empresa produziu um excedente de sucata em 5 meses. Sempre que este valor excedeu o pretendido pela empresa, o procedimento foi o de ir perceber que referências estavam a contribuir para esses valores de sucata excedentes, analisar todo o processo associado e assim que detetado o problema, eliminá-lo de modo a reduzir esses custos extra.

Relativamente às reclamações recebidas foi realizada uma comparação relativamente ao ano de 2019, de modo a ser mais perceptível o estado atual da empresa neste aspeto.

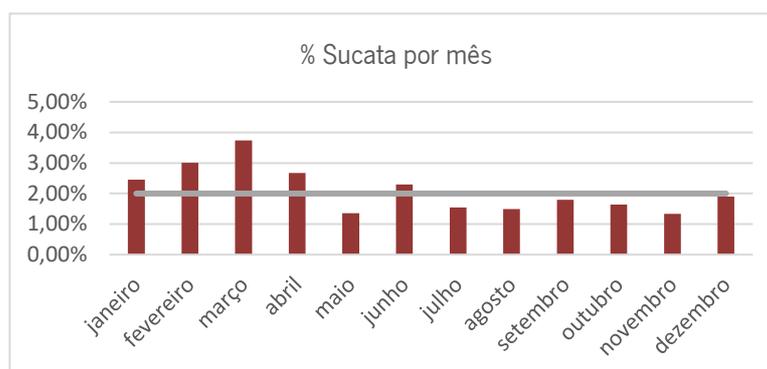


Figura 24. % Sucata por mês - 2020

O gráfico da Figura 25 apresenta o número de clientes que nos anos de 2020 e 2019 enviaram qualquer tipo de reclamações para a iPlastika devido a algum tipo de anomalia nos produtos encomendados. Assim, observou-se que de um modo geral ao longo do ano de 2019 foram recebidas menos reclamações do que no ano de 2020. Porém, é um fator relevante nos últimos meses do ano de 2020 e, por essa razão, motivo de alerta.

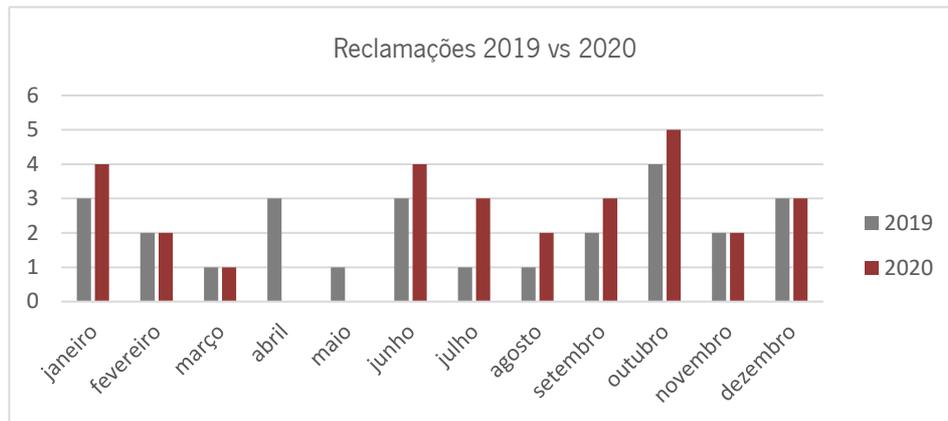


Figura 25. Reclamações 2019 vs 2020

A empresa procurou analisar estas reclamações através de inspeções aos produtos, quer internamente (inspeção interna ou retrabalho), quer por empresas contratadas (inspeção externa). Este tipo de inspeção consistia em garantir de uma forma mais minuciosa que os requisitos acordados com os clientes relativamente aos produtos encomendados eram cumpridos.

Nos últimos meses de 2020, a empresa optou cada vez mais por realizar estas inspeções externamente, apesar dos custos claramente mais elevados, como se pode observar na Figura 26, uma vez que as inspeções internas ocupam tempo e recursos humanos, que eram indispensáveis para os cumprimentos dos prazos com os clientes.

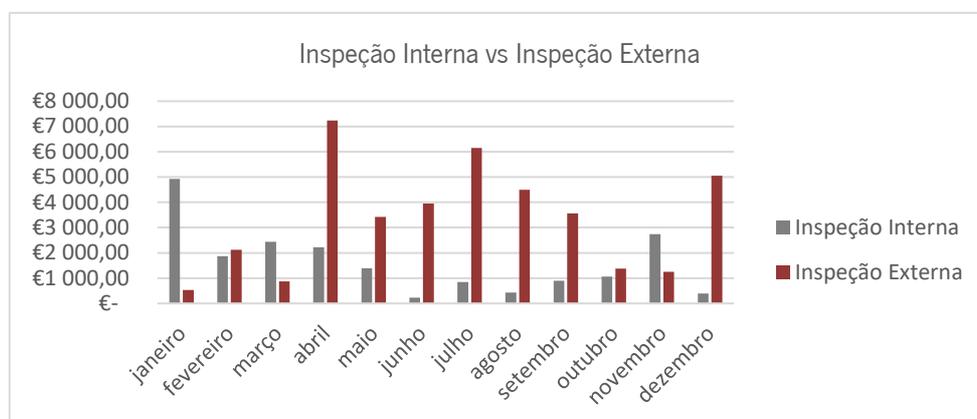


Figura 26. Inspeção Interna vs Inspeção Externa - 2020

A principal função do departamento era o de identificar, o mais cedo possível, os potenciais problemas, através de todos os dados já referidos, que iam sendo diariamente obtidos. Desta forma, os problemas identificados relacionados com os aspetos mencionados foram:

1. Paragens de máquinas;
2. Processos instáveis;
3. Falta de operadores;
4. Moldes desgastados;
5. Intervenções de moldes incorretas.

4.4.5 Referências com Rentabilidade Negativa

Relativamente à análise das referências apresentadas pela iPlastika, a estratégia adotada foi a mesma para todas. Numa primeira fase foi analisada a cadeia de valor de cada um dos produtos, com o objetivo de perceber todos os processos que lhe estavam associados (Anexo 3). De seguida foi, pormenorizadamente, estudado cada processo de cada produto, desde que a matéria-prima entra na empresa até que o produto final chega ao cliente e, ainda, calculada a rentabilidade atual com base nos dados retirados no momento da execução deste projeto. Posteriormente analisaram-se as razões da rentabilidade de cada um desses produtos.

Para exemplificar como foi abordado o projeto proposto pela empresa, analisou-se a referência 1BOR26, por ser uma das referências que apresentava um maior número de processos, até à obtenção do produto final. A cadeia de valor deste produto caracterizava-se por dois componentes, matéria-prima e material de embalagem no processo de injeção (neste caso específico eram utilizadas paletes e caixas apenas), e ainda a componente máquina de injeção e componente humana (percentagem de operador ocupada na produção desse produto). Do processo de injeção resultava o produto 0BOR06, que passava para o processo de montagem, que se baseava na junção ao produto proveniente da injeção de um componente de montagem, no caso um casquilho. De seguida, realizava-se uma inspeção a nível interno, pelo operador da montagem, de modo a verificar se todos os requisitos de qualidade do cliente estavam assegurados, sendo então obtido o produto acabado 1BOR26. Na Figura 27 é representado o processo produtivo da referência descrita anteriormente.

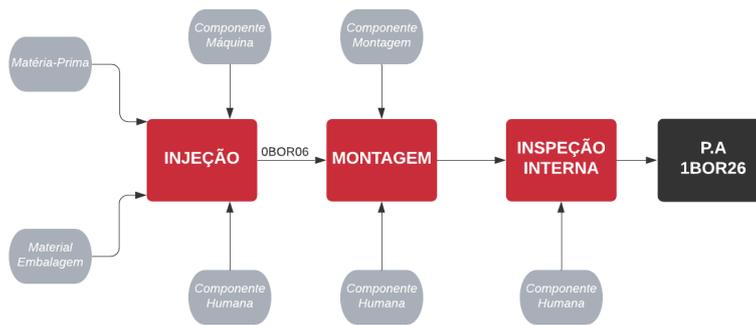


Figura 27. Processo Produtivo 1BOR26

De modo a compreender como funcionavam as atividades que os operadores realizavam durante o processo produtivo na secção de injeção, analisou-se o posto de trabalho 1 da linha 4, que consistia numa máquina alocada à produção da referência antecedente à 1BOR26. No processo de injeção efetuou-se a cronometragem e registo de tempos das atividades realizadas, quer do tempo de ciclo da máquina, quer do tempo de preencher uma caixa, ou seja, o objetivo foi o de obter dados reais, para posteriormente ser possível comparar com os dados teóricos da empresa. O produto OBOR06 exigia atividades como, preparação em frente ao tapete de duas caixas (a máquina, por injeção, coloca duas peças no tapete, uma de cada cavidade e cada caixa correspondia a uma cavidade), preencher cada uma das caixas, fechar as caixas (fechada com fita cola), carimbar e colocar etiquetas nas caixas e colocar as caixas fechadas e completas na paleta.

Nas Tabelas 8 e 9 apresentam-se a média desses registos de tempos, assim como alguns dados teóricos. No registo de tempos, como cada operador é alocado a 2 ou 3 máquinas, foi registado o tempo total de uma caixa ficar completa e ainda o tempo que o operador usava singularmente naquela máquina para aquela referência.

Tabela 8. Registo da Média de Tempos

Referência		Caixa (h)	Mão de Obra (h)
OBOR06	Teórico	0,36	0,02
	Real	0,37	0,0017

Tabela 9. Dados teóricos e tempos reais

Referência	T.C (segundos)		Tempo de completar uma caixa (horas)			
	Teórico	Real	Peças/caixa	Cavidades	Teórico	Real
OBOR06	44	44,7	60	2	0,36	0,37

Para complementar estes dados, o gráfico da Figura 28 representa as observações de tempo de ciclo efetuadas, de modo a perceber a estabilidade do processo.

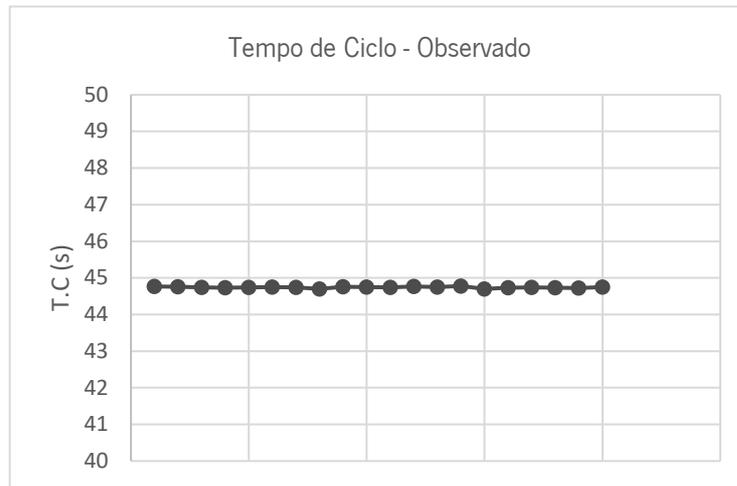


Figura 28. Observações tempo de ciclo

Das observações realizadas conclui-se que o processo referente à componente máquina, apesar de se desviar ligeiramente do ideal, manteve-se estável, o que se justificou pelo desgaste do molde, e até mesmo da máquina, não colocando em risco a qualidade do produto.

A observação e registo de tempos relativos às atividades do operador, quando este se encontrava na máquina em estudo, não era tão linear quanto o tempo de ciclo, uma vez que existia a componente homem, em que muitas outras variantes influenciavam, como a experiência do operador, a carga de trabalho, o estado físico e mental, etc. Deste modo, a análise foi realizada durante vários dias e com operadores diferentes. Constatou-se que a percentagem de mão-de-obra nesta máquina apresentava um valor inferior ao definido com o cliente, mas que não colocava em risco o decorrer da produção da referência.

Após a análise dos componentes máquina e homem, abordaram-se a matéria-prima e o material de embalagem. Em relação ao material de embalagem, não houve a necessidade de uma análise aprofundada. Esta referência utilizava 1/60 caixas de cartão e 1/900 paletes (1 palete leva 15 caixas) e, em termos de desgaste ou desperdício de material, este, nunca foi observado, verificando-se apenas que, por vezes, o operador despendia tempo à procura da fita cola ou do material de identificação necessária para concluir o encerramento da caixa. Em relação à matéria-prima, para se verificar que a quantidade utilizada era a definida pelo cliente, pesaram-se várias injeções, ou seja, a peça mais o gito, obtendo-se o gráfico da Figura 29 e a Tabela 10.

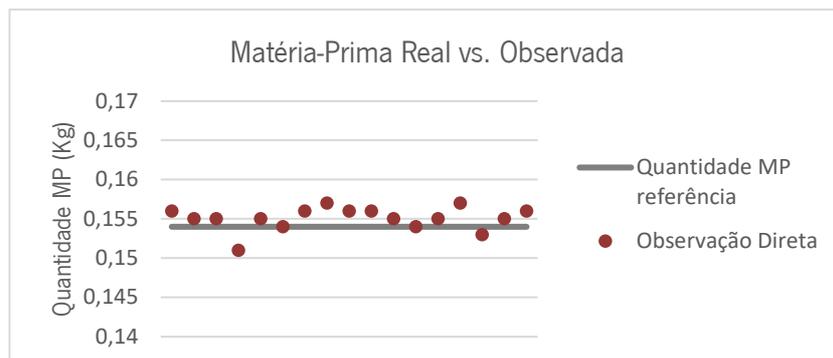


Figura 29. Quantidade Matéria-Prima

Tabela 10. Dados Matéria-Prima

	Média Real	Teórica
MP (kg)	0,156	0,154

Relativamente à matéria-prima, e através da análise do gráfico, percebe-se que existia alguma instabilidade neste fator, o que podia originar defeitos no produto final e exigir algum tipo de ação ou pelo menos alerta para perceber se de facto este fator tinha impacto ou não.

Assim, o passo seguinte foi o de analisar a rejeição desta referência nesta fase do processo produtivo. A Tabela 11 apresenta a rejeição desta referência em 2 momentos, isto é, no último trimestre de 2020 e no primeiro de 2021, referindo-se os motivos associados a cada peça rejeitada.

Tabela 11. % Sucata/Rejeição

Período	Defeito	Quantidade (pçs)	Quantidade Produzida	% Rejeição
01/10/2020 - 01/01/2021	Paragens de Máquina	25	-	-
	TOTAL	25	9 985	0,25%
01/01/2021 - 01/04/2021	Paragens de Máquina	268	-	-
	Setup	28	-	-
	Brilhos/Manchas	6	-	-
	TOTAL	302	17 756	1,70%
01/10/2020 - 01/04/2021	Paragens de Máquina	293	-	-
	Setup	28	-	-
	Brilhos/Manchas	6	-	-
	TOTAL	327	27 741	1,18%

A análise dos dados da Tabela 11 permite verificar que, em comparação com o último trimestre do ano de 2020, ocorreu uma acentuada subida da % de sucata desta referência, para valores perto dos limites definidos pela empresa. Assim, justificava-se realizar uma inspeção minuciosa a todo o processo por

parte da equipa de engenharia de processo, com especial atenção à máquina e ao molde, de modo a perceber se a disparidade de valores de matéria-prima consumida não poderia ter origem num destes componentes.

Através dos parâmetros de matéria-prima, componente máquina e componente homem analisados, calcularam-se os valores reais do custo por peça desta referência, até esta fase do processo. Todos os custos e as suas variações estavam presentes no PHC, o que permitiu a obtenção da Tabela 12, após a fase de observação explicada até agora.

Tabela 12. Custos por peça produzida de cada componente

Referência		Quantidade		Preço por unidade (€)	Preço total (€)
		Descrição	Valor		
Matéria-Prima	Teórico	kg	0,15488	3,55 €	0,54982 €
	Real		0,1565		0,55558 €
Caixa		Unidade	0,01666667	0,6950 €	0,01158 €
Palete		Unidade	0,00111111	4,20 €	0,00467 €
Componente Máquina	Teórico	Horas	0,00611111	25,00 €	0,15278 €
	Real		0,00621403		0,15535 €
Componente Homem	Teórico	Horas	0,00201667	8,00 €	0,01613 €
	Real		0,00170833		0,01367 €

Com o conhecimento destes custos de matéria-prima, mão de obra e máquina obtidos, foi possível elaborar a Tabela 13. Nesta apresenta-se uma comparação entre o valor teórico e real dos custos por peça do processo de injeção da referência 1BOR26.

Tabela 13. Custos associados ao processo de injeção

	Custo MP	Custo MO	Custo MAQ	Custo Total/pç
Teórico	0,566074 €	0,016133 €	0,152779 €	0,734986 €
Real	0,571825 €	0,013667 €	0,155352 €	0,740844 €

Finalizado o processo de injeção as paletes de peças da referência 0BOR06 eram encaminhadas pelo armazém para a unidade de montagem 2, assim como o casquilho (componente a montar no produto 0BOR06 para dar origem ao 1BOR26). O processo de montagem, de um modo geral, não apresentava grande variabilidade nos tempos de execução das atividades, ou seja, por se tratar de um processo mais exigente, os operadores aqui alocados eram os mais qualificados da empresa para as atividades a realizar, o que se traduzia na reduzida percentagem de sucata proveniente deste departamento. No caso específico do produto 1BOR26 e com uma análise semelhante à do processo da injeção obtém-se a tabela seguinte:

Tabela 14. Dados da Montagem

Referência	Operação	TC MO/pç (s)	TC Maq/pç (s)	Pçs/h	Operadores/linha	Pcs/caixa
1BOR26	Casquilho + inspeção	45	23	160	2	44

Na linha de montagem desta referência eram necessários dois operadores. Um para executar a montagem da peça da injeção com o casquilho e outro para realizar a inspeção ao produto final, onde se verificava se todos os requisitos de qualidade do cliente eram cumpridos. O material de embalagem nesta fase do processo não foi contabilizado, uma vez que o cliente pretendia receber a sua encomenda no seu próprio material, que fornecia à iPlastika, e, por essa razão, os custos associados a esse componente não foram contabilizados.

Relativamente ao tempo de ciclo da máquina e do componente homem, em média este coincidiu com o teórico, mantendo-se constante e estável nas várias observações realizadas (Figura 30).

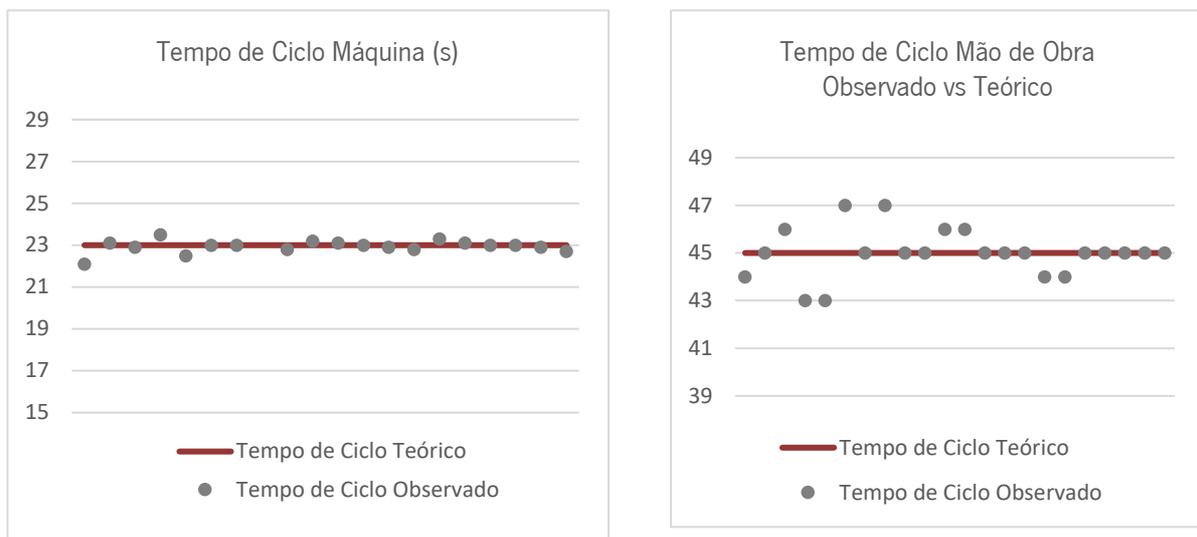


Figura 30. Tempo de Ciclo Máquina e Mão de Obra Observado vs. Teórico

O tempo de ciclo correspondente ao operador englobava todas as tarefas realizadas pelos 2 operadores da linha de montagem, ou seja, deslocar-se à paleta da referência OBOR06, colocar uma caixa na bancada junto à máquina, colocar as duas peças na máquina e auxiliar a montagem, deslocar a peça para o posto seguinte da linha de montagem e repetir o processo até ser necessário nova caixa. O operador da inspeção apenas recebia as peças e realizava a necessária verificação embalando-as no material preparado já para entrega ao cliente.

Os custos associados a esta fase do processo basearam-se apenas em custos de material de montagem (componente montado à peça OBOR06) e custos de mão de obra. Os custos de máquina não foram contabilizados devido a serem residuais, dado que as máquinas utilizadas pela secção de montagem eram máquinas simples. A Tabela 15 apresenta todos os custos associados a esta fase do processo produtivo.

Tabela 15. Custos associados ao processo de montagem

Referência		Quantidade		Preço por unidade (€)	Preço Total (€)
		Descrição	Valor		
Componente Homem	Teórico	Horas	0,0125	8,00 €	0,10000 €
	Real		0,0125		0,10000 €
OBOR06	Teórico	Unidade	1	0,73499 €	0,73499 €
	Real			0,74084 €	0,74084 €
Componente Montagem		Unidade	1	0,05440 €	0,05440 €

Devido às constantes formações e consequente qualificação dos operadores presentes nesta área produtiva da empresa, durante os dias de observação, não se observaram quaisquer situações em que se verificasse alguma peça com defeito, sendo então necessário confirmar nos registos este fator. Nesta referência a taxa de rejeição era de 0,1%. De um modo geral, todos os motivos associados apresentavam a sua origem no processo de injeção, mas apenas identificados na fase de inspeção. Desta forma, a percentagem de sucata considerada ao longo do projeto para esta referência foi a associada ao processo de injeção.

Com todos os processos devidamente analisados, foi possível obter todos os custos associados ao processo, assim como o custo total por peça teórico e real (Tabela 16).

Tabela 16. Custo Total do Processo 1B0R26

	Custo MP	Custo MO	Custo MAQ	Custo Total/pç
Teórico	0,620474 €	0,116133 €	0,152779 €	0,889386 €
Real	0,626225 €	0,113667 €	0,155352 €	0,895244 €

Depois de obtido o valor do custo por peça calculou-se a rentabilidade com base nos valores reais já apresentados. De seguida descrevem-se todos os dados e custos associados necessários para se identificar que rentabilidade está associada ao produto, quer com a análise feita com o decorrer deste projeto, quer com os dados retirados do sistema PHC relativamente aos dados do último trimestre de 2020.

Com base na quantidade de peças faturadas registadas em sistema e com a percentagem de rejeição associada à referência naquele período de tempo, calculou-se a quantidade de 1BOR26 produzido para cumprir com as quantidades encomendadas (Tabela 17). Relativamente ao preço de venda, calculou-se a média ponderada conforme as encomendas, ou seja, consideraram-se todas as encomendas para o último trimestre de 2020, assim como as suas quantidades, através da média ponderada desses dados. Em relação aos valores reais obtidos, realizou-se o mesmo, mas para o primeiro trimestre de 2021.

Tabela 17. Dados para calculo da rentabilidade (1)

	Quantidade Faturada (peças)	Quantidade Produzida	Preço/ Unidade (venda)	Vator Faturado (€)
Último Trimestre 2020	7 700	7720	0,81 €	6 180,79 €
Atual (Real)		7831	0,81€	

Na Tabela 18 apresentam-se os custos em valor monetário, com base na quantidade produzida e no peso de cada custo (componente matéria-prima, mão de obra e máquina) no valor faturado. Os custos de subcontratação aplicaram-se apenas nas referências que apresentavam algum processo que o justificasse (pintura, fluorização, tampografagem e inspeções externas).

Tabela 18. Dados para o cálculo da rentabilidade (2)

	Custo Produção (€) (por peça)	Custo MP (€)	Custo M.O (€)	Custo Máq. (€)	Custo Subcontratar (€)
Último Trimestre 2020	0,889386 €	6 768,81 €	894,20 €	1 176,40 €	-
Atual (Real)	0,895244 €	4 903,97 €	890,13 €	1 216,57 €	-
	-	%	%	%	%
Último Trimestre 2020	-	109,51%	14,47%	15,02%	-
Atual (Real)	-	79,34%	14,40%	19,68%	-

Através da análise das tabelas 17 e 18, identificou-se a relação entre o custo do produto e o lucro obtido pela empresa com cada produto vendido.

Tabela 19. Dados para cálculo rentabilidade (3)

	Custo Total (€)	Margem Bruta (€)	Margem Bruta (%)	Margem Líquida (€)	Margem Líquida (%)
Último Trimestre 2020	8 839,41€	- 588,02 €	- 9,51%	- 2 658,62 €	- 43,01%
Atual (Real)	7 010,66€	- 1 276,82 €	- 20,66%	- 829,87 €	- 13,43%

A análise dos dados da Tabela 19 permitiu verificar que, com uma rentabilidade negativa de 43,01%, no último trimestre de 2020, a empresa estava a consumir demasiados recursos para a produção de cada peça relativamente ao valor que obtinha por cada venda. Relativamente ao estado atual, apesar de ter existido uma evolução positiva, essa relação continuava negativa e, por isso, surgiu a necessidade de tentar perceber, no processo de fabrico da referência, as causas que justificassem essa rentabilidade. A rentabilidade objetivo adotada pela empresa era de 15%. Assim, relativamente às referências que apresentassem esse valor negativo, a primeira etapa consistiu em conseguir o objetivo da rentabilidade a 10% e posteriormente atingir ao objetivo definido.

De toda a análise realizada para esta referência, conclui-se que a rentabilidade atual apresentava um valor inferior ao pretendido. Contudo, nenhum desvio verificado nos parâmetros estudados (mão de obra, máquina e matéria-prima) justificava essa rentabilidade, o que indicava que o custo por peça produzida, apesar de apresentar uma margem para melhoria, não era a causa raiz para esse valor.

No Anexo 5 apresenta-se uma tabela resumo de todas as referências estudadas.

4.4.6 Síntese dos Problemas Identificados

Nesta secção sintetizam-se todos os problemas e desafios identificados ao longo da análise de toda a unidade fabril da iPlastika e ainda as principais consequências e desperdícios associados (Tabela 20).

Tabela 20. Síntese dos problemas identificados

Problemas	Consequências	Desperdícios
Rentabilidade das Referências	- Elevados custos associados	- Sobreprocessamento - Sobreprodução
Tempo de <i>Setup</i>	- Desorganização do Posto de trabalho - Atrasos na produção - Alteração repentina do planeamento	- Esperas - Movimentações - Transporte - Subutilização dos recursos humanos
Abastecimento do Setor de Injeção	- Viagens em vazio - Atrasos na produção - Falta de sequência das rotas	- Transporte - Movimentações - Esperas
Organização do Armazém	- Falta de espaço - Excesso de viagens nas instalações - Cais expedição/receção com falta de planeamento	- Transporte - Movimentações - Esperas
Sucata	- Elevados custos associados	- Sobreprocessamento - Sobreprodução - Defeitos
Nível 5S na unidade fabril reduzido	- Desorganização do espaço - Procura desnecessária de material/ ferramentas - Falta de espaço - Elevado risco de acidentes de trabalho	- Subutilização dos recursos humanos - Transporte - Movimentações

5. APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA

No capítulo anterior, foram identificados vários problemas identificados, que careciam de resolução. Nesta secção apresentam-se as propostas de melhoria. De modo a sintetizar o plano de ações para essas propostas, baseada na técnica 5W2H, foi elaborada a Tabela 21.

Tabela 21. Plano de ação para as propostas de melhoria

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>How</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>How Much</i>
Organização do Armazém	- Grandes distâncias percorridas - Falta de espaço	- Criação de janelas de entrega	Roberto Costa	Secção Armazém	novembro/dezembro 2021	-
Abastecimento do Setor de Injeção	- Atrasos na produção - Má utilização e otimização do espaço em chão de fábrica - Fraco abastecimento e faltas de material	- Criação de Supermercados para a secção de montagem - Implementação de um abastecimento padrão	Vitor Santos e Sandra	Unidade de Injeção e Montagem	janeiro 2021	13 000 €
Redução do Tempo de Setup	- Atrasos na produção - Desorganização e falta de padronização	- Definir área de transferência - Aplicar ferramenta SMED - <i>Standardizar</i> processos	Bruno Lopes	Unidade de Injeção e Manutenção	novembro 2021	25 000 €
Redução da Sucata	- Elevado custo de sucata	- Formação Operadores sobre panóplia de defeitos e procedimentos - Criação de Indicadores de Sucata - Aumento das manutenções preventivas quer de máquina quer de moldes	Cristina Costa	Departamento Qualidade	setembro 2021	-
Implementação dos 5S e da Gestão Visual	- Desorganização e falta de espaço no chão de fábrica	- Criação de equipas de <i>kaizen</i> diário - Implementação de auditorias 5S - Planos de ação de melhoria	André Costa	iPlastika	setembro 2021	-
Referências com Rentabilidade Negativa	- Produção excessiva - Processos não otimizados	- Identificação da fase do processo responsável pela rentabilidade	André Costa, Bruno Lopes e Nelson Maia	iPlastika	abril 2021	-

Como a iPlastika está a sofrer um processo de reestruturação com a expansão da sua unidade fabril, nem todas as propostas de melhoria foram imediatamente implementadas. De seguida apresentam-se as propostas de melhoria sugeridas à administração da empresa.

5.1 Organização do Armazém

Na secção 4.4.1, identificou-se um desperdício significativo, decorrente da falta de janelas de entrega no para os fornecedores (para os clientes essas janelas estavam bem definidas), causando cargas de trabalho demasiado elevadas em determinados períodos do turno. No gráfico da Figura 31 é representada a afluência de carga de trabalho, em relação às tarefas de frota interna e externa ao longo de um dia de trabalho, durante uma semana.

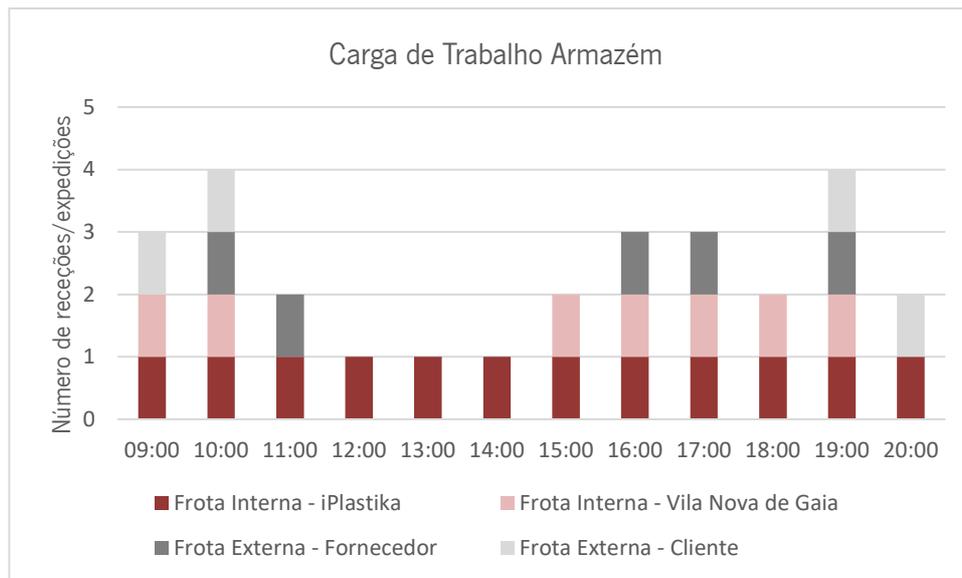


Figura 31. Carga de trabalho do armazém consoante os vários tipos de frota

Com base no gráfico, observa-se que, em relação à frota externa, destinada à expedição de encomendas para os clientes, estavam definidas duas janelas ao longo do dia, das 9 horas às 10 horas e das 19 horas às 20 horas. A frota interna-iPlastika, refere-se a todos os movimentos de material quer do armazém para as áreas produtivas, quer o oposto, era o tipo de frota mais frequente, uma vez que a empresa tinha um processo produtivo contínuo de 24/7. A frota interna-Vila Nova de Gaia, relaciona-se com a necessidade de recolha ou entrega de qualquer tipo de material da unidade industrial adquirida (Tekl, S.A). A frota externa-fornecedor consiste na receção de material proveniente quer de fornecedores diretos de matéria-prima ou material de embalagem, quer de produto intermédio proveniente de empresas subcontratadas para realizar determinado processo ou inspeção. Por fim, a frota externa-cliente traduz-se em todas as trocas de produtos com os clientes finais.

A solução apresentada para fazer uma distribuição mais uniforme ao longo dos turnos de trabalho teve como objetivo para além de aliviar as janelas horárias já definidas, ainda evitar que a frota externa não coincidissem com as frotas externas – cliente ou com a frota interna – Vila nova de Gaia, de modo a garantir um melhor aproveitamento dos cais de receção (Figura 32). Assim, os operadores de armazém

desprovidos de tarefas de frota interna – iPlastika, poderiam trabalhar em conjunto aumentando a eficácia e a rapidez com que executariam as suas tarefas, melhorando a fluidez dos processos deste setor.

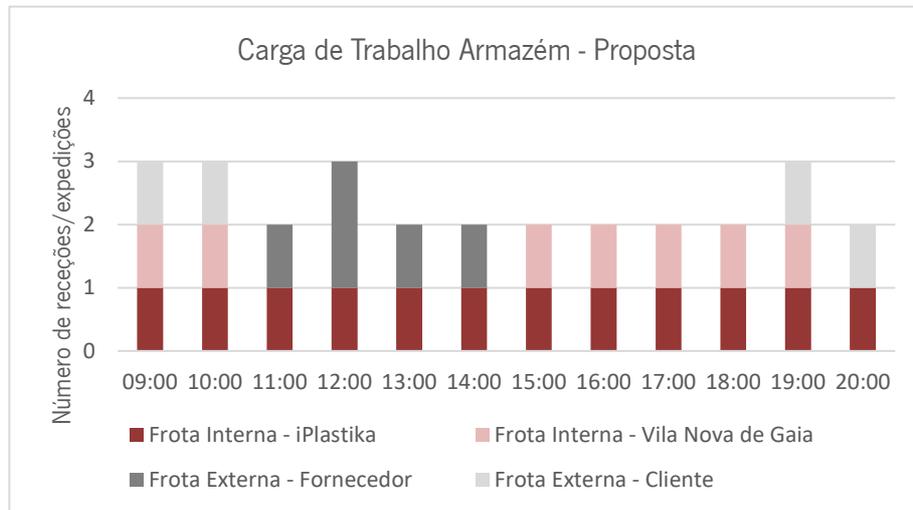


Figura 32. Carga de trabalho do armazém - proposta de janela de entrega

A janela de entrega proposta para a frota externa – fornecedores foi a das 11 horas até às 14 horas. Relativamente à frota interna–Vila Nova de Gaia apenas ficou definido que não podia sobrepor-se à frota externa - fornecedores. O próximo passo no seguimento da implementação desta melhoria consistiu em informar todos os fornecedores e empresas subcontratadas, assim como à outra unidade industrial para desenvolver o mais rápido possível a dinâmica pretendida.

5.2 Abastecimento do Setor de Injeção

Em relação ao tipo de abastecimento existente na secção de injeção, verificou-se um significativo desperdício por parte do operador “Piloto”. E isso, quer na falta de definição de uma rota padrão, levando a atrasos na produção por falta de abastecimento, quer no excesso de viagens em vazio, levando a desperdício em deslocações excessivas. A solução encontrada foi a de criar uma adaptação de um comboio logístico que fizesse o abastecimento de todo o material de embalagem às linhas. Esse abastecimento seria caixa por caixa, recolhendo as caixas completas de produto acabado, localizadas nas extremidades das linhas. Deste modo, retirava-se a tarefa do operador de linha de se deslocar à parte de trás da máquina, com o propósito de preparar todo o material necessário para preencher uma nova caixa e, ao mesmo tempo, otimizar as tarefas realizadas pelo operador “Piloto”.

Este comboio logístico, de modo a ser capaz de cumprir com os objetivos pretendidos, teria de ter 2 carruagens. Uma para o material de embalagem e matéria-prima e outra para o produto acabado. Para definir as dimensões das carruagens consideraram-se as dimensões entre linhas (corredores) e as

dimensões máximas que uma caixa de embalagem pode ter. Assim, o dimensionamento ideal das carruagens seria de 80 cm de comprimento, 60 cm de largura e 160 cm de altura (dimensões máximas de uma caixa - 70 x 50 x 40). A carruagem destinada ao material de embalagem teria a capacidade de transportar no máximo o material de embalagem para as 54 máquinas da unidade produtiva, uma vez que o objetivo seria o de a montagem da caixa ser feita igualmente junto da máquina por parte do próprio operador do comboio logístico (processo simples de apenas dar forma à caixa e colocar fita-cola). Este abastecimento funcionaria em sistema *kanban*, isto é, o operador de linha tinha de ter sempre uma caixa vazia de stock, ou seja, duas caixas junto à máquina, a que está a ser completa e a de reserva, e sempre que numa volta do comboio logístico, determinada máquina não tivesse a caixa de stock, o operador sabia que na próxima viagem teria de abastecer aquela máquina. Relativamente à carruagem destinada ao produto acabado da injeção, a sugestão seria ter a capacidade máxima de 4 caixas. Porém, nesta situação, devido à relação entre o número de máquinas em funcionamento e a capacidade máxima da carruagem, iria haver praticamente sempre a necessidade de recolha a cada passagem. Por outro lado, o abastecimento de matéria-prima seria realizado por informação obtida diretamente do operador de linha.

A próxima etapa foi a de definição da rota que o comboio teria de seguir para cobrir toda a unidade de injeção e parte do armazém. O objetivo seria o de iniciar a rota no armazém com o material de embalagem e matéria-prima, de seguida percorrer todas as linhas de produção e, por fim, regressar ao armazém junto à zona do produto acabado, onde seriam depositadas as caixas completas. Na Figura 33 exemplifica-se a rota do comboio descrita.

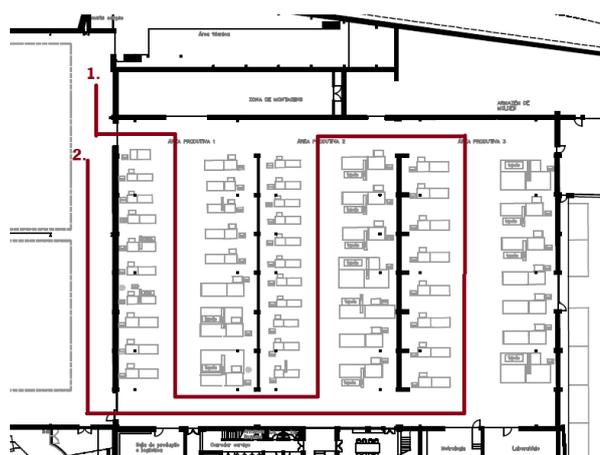


Figura 33. Rota proposta para comboio logístico

De modo a garantir que a produção se manteria num processo contínuo, seria crucial que o tempo de ciclo deste comboio fosse de acordo com o tempo mínimo de produção de uma caixa completa. Neste sentido, fez-se o levantamento de todos os tempos de ciclo e peças por caixa que cada referência em produção apresentava durante os meses de fevereiro e março de 2021. Com estes dados fez-se uma estimativa do tempo de completar uma caixa para cada uma dessas referências, para que a referência que apresentasse o tempo menor definisse o tempo de ciclo do comboio logístico. No Anexo 6 é apresentada parte dessa lista de referências produzidas durante os meses estudados com os dados referidos. Dessa análise, retirou-se que o tempo máximo que o tempo de ciclo que o comboio logístico poderia ter, de modo a garantir as necessidades produtivas, seria de 20 minutos.

Este estudo teve como pressupostos que todas as 54 máquinas se encontrem em funcionamento e que a produção, neste caso as máquinas, nunca teriam qualquer tipo de interrupção. No entanto isso não traduzia a realidade, uma vez que as 54 máquinas nunca estavam todas, simultaneamente, em produção, apresentando várias paragens ao longo do dia. Deste modo, se o comboio fizesse ciclos de 20 em 20 minutos, num dia de produção normal, iria ser possível criar tempo extra para a preparação das embalagens e ainda abastecer a zona de alimentação central. Esta consistia numa das tarefas de que o operador “Piloto” era responsável, sendo assim assegurado o pleno funcionamento da unidade fabril.

5.3 Redução do Tempo de Setup

Em relação ao processo de *setup*, a metodologia SMED foi a ferramenta escolhida para ser aplicada neste estudo. Após a análise realizada na secção 4.4.2, relativamente ao *setup*, onde as tarefas envolvidas no processo foram apresentadas, procedeu-se à aplicação desta ferramenta, com o objetivo de identificar a sequência de realização das tarefas e reduzir os tempos associados. Relativamente ao tempo de *setup* verificou-se que variava consoante a capacidade da máquina e implicitamente o tamanho do molde. Este tempo era, em média, de 1 hora e 30 minutos. Este valor foi obtido através dos registos em sistema, nomeadamente, dos fins de produção de determinada referência e início da referência imediatamente a seguir, numa máquina específica.

Para implementar a ferramenta foi utilizada a abordagem descrita na Figura 34.

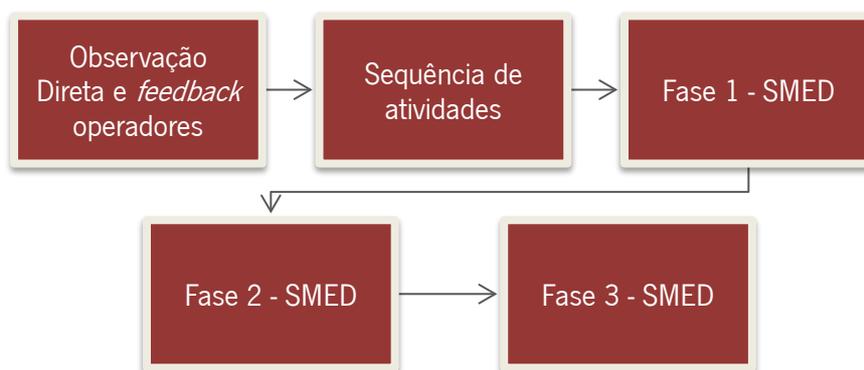


Figura 34. Abordagem para aplicar SMED

Na fase 1 do SMED foi feita a separação do *setup* interno do externo. Na fase 2, este foi convertido, sempre que possível, em operações de *setup* interno e externo e, por fim, a padronização das microatividades internas, além da aplicação do princípio de melhoria contínua do processo de *setup*.

Inicialmente, através da observação direta de vários processos *setup*, realizados por diferentes operadores e em diferentes dias, obteve-se a sequência de todas as atividades que são realizadas no seu decorrer, assim como identificadas as operações internas e externas (Anexo 7).

Em relação à implementação da fase 1, reorganizaram-se as operações de forma que toda a preparação de material, desde mangueiras que seriam necessárias, ferramentas, documentos, preparação das estufas e matéria-prima, etc, ocorresse antes de se parar a máquina. O objetivo era que após a paragem da máquina, todas as operações fossem exclusivamente de trocar os dois moldes e garantir o arranque correto com a nova ordem de produção. No anexo 8 apresenta-se todas as tarefas de preparação de materiais e ferramentas que seriam feitas antes de parar a máquina, além de preencher a documentação necessária e arrumar o material trocado, depois de arrancar com a nova referência a produzir. Na Tabela 22 fez-se a análise e comparação entre o estado do processo *setup*, antes e depois da aplicação da fase 1, utilizando os tempos registados na análise deste processo.

Tabela 22. Antes e depois da Fase 1 do SMED

Tempo Total (%)	Tipo de <i>SETUP</i>	
	<i>SETUP</i> interno	<i>SETUP</i> externo
antes da fase 1	73	28
depois da fase 1	49	51

Através da organização das operações de *setup* interno e externo, foi possível reduzir o número de operações externas executadas em *setup* interno em 24%. Em que num processo de *setup* executado depois desta implementação em média metade do tempo ocorria com tarefas de *setup* interno e outra metade com tarefas de *setup* externo.

Na execução da fase 2 do SMED foi necessário a realização de uma nova análise do processo *setup*, de modo a converter as operações internas em externas. De todas as operações analisadas, as que constituíam margem para cumprir com o objetivo foram as de “apertar” e “desapertar” o molde na máquina. Neste sentido a proposta foi a de *standardizar* todo o tipo de amarras, hastes e material que tem como função fixar o molde à máquina, sendo necessário fazer alterações em todos os moldes da empresa e nas máquinas, para que tal seja possível. Com esta fase terminada, prevê-se uma redução em média de 25 minutos por *setup*.

Na última fase, o objetivo seria o de garantir uma consistência e padronização das atividades. Assim, cada tarefa executada no *setup* teria de ser analisada e otimizada com o padrão estabelecido. Neste sentido, a proposta passaria por formar os operadores de *setup*, com base na sequência definida na fase anterior, de modo a garantir que estes cumpram com a sequência da forma mais eficiente e rápida possível.

Nesta fase e com a sequência de operações bem ciente em todos os operadores de *setup* estimou-se que no final da implementação da ferramenta SMED, o tempo de *setup* fosse reduzido em 50%, passando de 1 hora e 30 minutos em média, para 50 minutos.

5.4 Redução do nível de Sucata e Implementação dos 5S

O conceito de sucata numa empresa traduz-se em todo o material de produto acabado ou não, que se encontra dentro de portas, mas em estado obsoleto, sendo parte dele reutilizado ou não, dependendo do seu estado. Este tipo de material leva a um excesso de *stock* o que se traduz em custos extra para a empresa. Dos dados retirados na secção 4.4.4, no momento da realização do projeto, os valores de sucata rondavam entre os 27 700€/mês e os 28 000€/mês. Sendo o conceito de sucata abrangente aos vários setores da empresa, as propostas de melhoria também o foram recorrendo à metodologia 5S e gestão visual para ajudar nesse sentido.

A primeira solução para combater este problema foi a de aumentar o grau de formação dos operadores, quer de injeção, quer de montagem, para a panóplia de defeitos e procedimentos. Esses documentos acompanhavam cada ordem de produção e eram colocados nos postos de trabalho para o operador evitar qualquer tipo de aceitação de produto sem os requisitos de qualidade necessários. Quanto mais

cientes desses requisitos os operadores estivessem, mais encomendas seriam entregues com sucesso sem qualquer tipo de reclamação e, por sua vez, reduzia-se o custo de sucata interno. Propuseram-se formações trimestrais, a serem lideradas pelo responsável do departamento, e ainda por elementos do departamento de qualidade, onde seria importante dar sempre mais ênfase às referências críticas do trimestre anterior.

Outra solução apresentada foi relacionada indiretamente com a unidade de injeção (unidade que contribui mais para estes custos). Sabendo que todo o processo de injeção era executado na maioria dos casos totalmente pela máquina, sempre que algum defeito surgia, o problema tinha de estar associado ou à máquina ou ao molde. Desta forma, a proposta foi a de melhorar de um modo geral a área de manutenção da empresa para que mais manutenções preventivas fossem realizadas de forma a antecipar problemas e, conseqüentemente, evitar material de sucata.

O setor da manutenção apresentava duas zonas o armazém de moldes (1) e a manutenção (2), onde os moldes eram trabalhados (Figura 35).

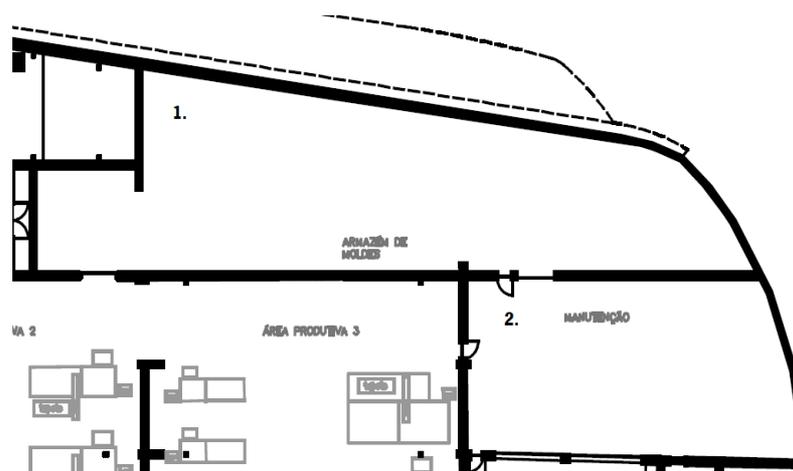


Figura 35. Identificação área departamento manutenção

Este departamento apresentava diversos problemas ao nível da organização do espaço, falta de material, falta de formação dos operadores, errada organização das tarefas a realizar e sobrecarga de trabalho (Figura 36).



Figura 36. Estado atual do departamento de manutenção

Neste departamento, a tarefa mais urgente consistia em dar formação aos operadores de manutenção, devido às elevadas percentagens de defeitos presentes nas peças resultarem de manutenções corretivas ou preventivas nos moldes erradamente executadas.

Em simultâneo, também era igualmente relevante organizar as bancadas de trabalho, assim como criar postos de trabalho com todo o material necessário em qualquer tipo de manutenção. Sugeriu-se também a criação de um quadro *kanban*, com todas as tarefas a realizar, as que estivessem em atraso, o seu estado e indicadores que avaliassem o desempenho do departamento, etc, (Figura 37). Em particular, estes indicadores seriam o número de manutenções preventivas realizadas por semana, a taxa de tarefas em atraso e a taxa de sucesso das manutenções corretivas. Com este quadro propunha-se que fossem realizadas reuniões diárias no início de cada turno, não só para perceber em que ponto de situação se encontravam, relativamente ao turno anterior e o que se propunham a realizar no dia da reunião, abordando sempre os indicadores e as metas alvo.

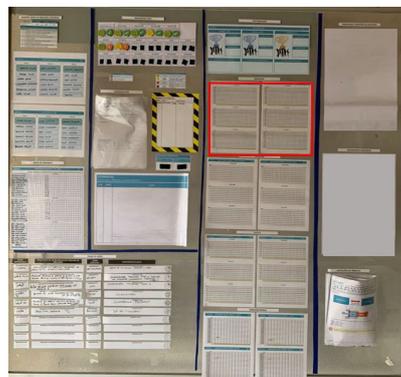


Figura 37. Exemplo de quadro *kanban* a implementar

Como estes indicadores não estavam implementados, não foi possível realizar um levantamento do seu histórico, para perceber o ponto de situação e o que se conseguiria melhorar no futuro. Contudo, é fortemente expectável, que todos os indicadores mencionados iriam ter uma evolução considerável caso estas melhorias fossem implementadas.

Desta forma, através das propostas sugeridas, previu-se que iria haver impacto no custo de sucata por mês, mesmo que, com os dados que a empresa possuía, não fosse possível quantificá-lo.

5.5 Referências com Rentabilidade Negativa

No seguimento da análise realizada na secção 4.4.5, para explicar como as propostas de melhoria foram executadas para a problemática da rentabilidade negativa, surge a continuação da exemplificação desta proposta para essa mesma referência. No que diz respeito à referência 1BOR26, como explicado anteriormente, de todos os parâmetros possíveis de análise, matéria-prima, mão de obra, máquina e vertente comercial, foi possível propor algumas melhorias, ou realizado o estudo das várias possibilidades para que a rentabilidade desta referência passasse a ser não só positiva, mas que chegasse a valores ideais para a iPlastika (Tabela 23).

Tabela 23. Resumo dos dados 1BOR26

	% de MO		MP/pç (kg)		TC (s)		% de REJEIÇÃO	
	INJ.	MTG.	INJ.	MTG.	INJ.	MTG.	INJ.	MTG.
Teórico	33%	200%	0,154	-	44	23	1,70%	0,10%
Real	27,50%	200%	0,156	-	44,7	22,8		

INJ. - Injeção M.O. - Mão de Obra T.C. – Tempo de Ciclo

MTG. - Montagem M.P. - Matéria-Prima

O facto da % mão de obra na montagem ser de 200% devia-se a existirem 2 operadores nessa etapa com 100% de ocupação. Da análise dos valores da Tabela 23, observa-se que o tempo de ciclo, relativo à fase da injeção, e a quantidade de matéria-prima utilizada por peça excedia o valor padrão que a empresa deveria conseguir obter. Nesse sentido, e através de uma correção em molde e/ou em máquina, ou seja, atuando diretamente no processo da referência, conseguir-se-ia atingir no mínimo os valores teóricos definidos quando o projeto desta referência foi definido na empresa. Assim, foi possível analisar o impacto que as possíveis ações de cada departamento responsável teriam no processo (Tabela 24).

Depois de feito o estudo relativo aos parâmetros tempo de ciclo e matéria-prima, a fim de perceber como se obteria a rentabilidade desejada, percebeu-se que esse objetivo apenas com os parâmetros estudados, não seria possível de alcançar.

Com esta conclusão, o único parâmetro a alterar seria o do preço de venda de cada peça, o que implicaria uma nova definição de condições diretamente com o cliente. A situação identificada foi encaminhada diretamente para o departamento comercial. Em termos de ações internas, os resultados seriam os explicitos na Tabela 24.

Tabela 24. Impacto na rentabilidade das ações de melhoria

	%MO	TC (s)	MP (kg)	%Rej.	Rentabilidade	
					%	€/trimestre
Teórico	233	44	0,154	1,7	- 43,01	-
Real	227,9	44,7	0,156	1,7	-13,43	-
Melhoria	-	44	-	-	-13,10	20,15
	-	-	0,154	-	-12,70	37,13
	-	44	0,154	-	-12,37	65,19

O número de receções por hora de trabalho de um operador foi calculado através dos tempos observados em cada receção, ou seja, sabendo que havia dois operadores de armazém sempre que uma receção de material era efetuada, fez-se o cálculo de receções por hora por colaborador, com base na média de tempo gasto por receção (Figura 39).



Figura 39. Número de receções por hora por operador

Da análise efetuada conclui-se que o ganho foi de 60%, ou seja, quase mais 1 receção por operador por hora.

A percentagem de utilização da zona de receção foi analisada com base no número de cais ocupados. Sempre que ocorria uma receção, sendo que com a implementação das janelas de entrega e com o pressuposto que a frota interna – Vila Nova de Gaia e a frota externa – fornecedor não poderiam coincidir, as receções passaram a ter no mínimo sempre dois dos três cais disponíveis (Figura 40). Deste aspeto passou-se de 1/3 de zona de receção utilizada para quase 3/3.

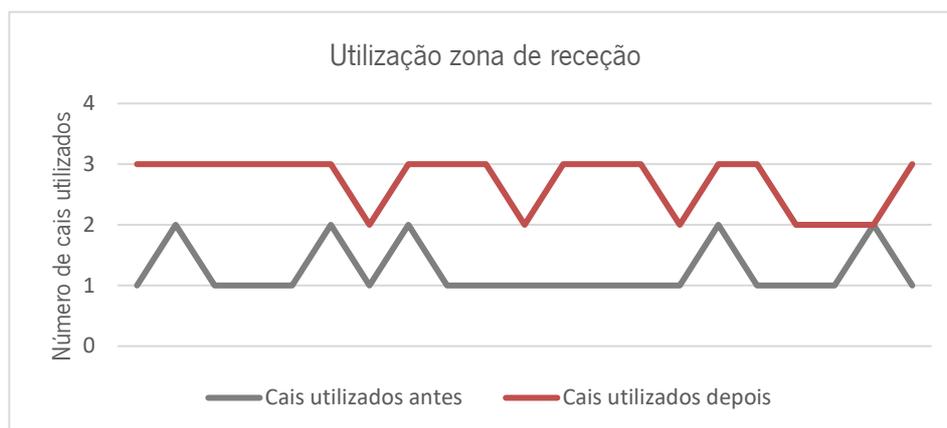


Figura 40. Número de cais utilizados na receção

Na tabela 25 apresenta-se a comparação direta entre os dois cenários, antes e depois da implementação.

Tabela 25. Comparação antes vs. depois da melhoria

	Antes	Depois
Tempo médio receção	26 min	18 min
número de receções por hora de um operador	1,2	1,9
% utilização da zona de receção	33%	93%

Assim, com a implementação desta melhoria e com os indicadores de desempenho anteriormente abordados, obteve-se uma redução de 35% no tempo de receção por entrega e com uma média de 15 entregas por semana. A empresa, com esta implementação irá poupar 780€/ano (Tabela 26).

Tabela 266. Poupança da implementação das janelas de entrega

Poupança	Tempo	
	8 minutos	
Custo M.O	8€/h	
TOTAL	15€/semana	780€/ano

6.2 Abastecimento do Setor de Injeção

Esta proposta de melhoria não foi implementada durante o período do projeto, mas com o estudo que se realizou foi possível fazer uma estimativa do impacto que esta teria na empresa.

Garantindo que o comboio logístico funcionaria conforme proposto e sem nenhum problema, seria possível reduzir as tarefas que os operadores de linha apresentavam em toda a preparação de material de embalagem, traduzindo-se em média numa redução de 5% do tempo necessário que o operador de linha despenderia por máquina. Com o objetivo de perceber o número de máquinas em média de que um operador de linha ficava encarregue, foi analisado ao longo de uma semana a relação entre o número de operadores e o número de máquinas em funcionamento nesse turno (Tabela 27).

Tabela 27. Número de máquinas por operador

Número de operadores por turno	Nº máquinas em funcionamento	Máquinas/Operador
14	40	2,857142857
12	37	3,083333333
14	35	2,5
13	35	2,692307692
13	36	2,769230769
14	37	2,642857143
14	35	2,5
14	36	2,571428571
14	38	2,714285714
13	38	2,923076923
12	35	2,916666667
14	35	2,5
14	35	2,5
13	35	2,692307692

Numa situação normal, em que todos os operadores realizassem as suas tarefas (não considerando as situações de intervalos, ou máquinas que apresentavam uma taxa de ocupação de operador abaixo de 1/3), em média, e sem pôr em risco qualquer processo produtivo e/ou em causa a sua qualidade, um operador controlava 2,7 máquinas por turno. Com a implementação do comboio logístico essa relação do número de máquinas por operador de linha subiria para as 3 máquinas por operador o que se iria traduzir numa poupança de um operador por turno (Tabela 28).

Tabela 28. Número de operadores por turno, se as máquinas por operador forem 3

Número de operadores por turno	Nº máquinas em funcionamento	Máquinas/Operador
13,33333	40	3
12,33333	37	3
11,66667	35	3
11,66667	35	3
12	36	3
12,33333	37	3
11,66667	35	3
12	36	3
12,66667	38	3
12,66667	38	3
11,66667	35	3
11,66667	35	3
11,66667	35	3
11,66667	35	3

Desta forma, por dia a empresa conseguiria poupar 3 operadores na unidade de injeção, ou seja, por ano a empresa pouparia 145728€, como é possível verificar pela Tabela 29.

Tabela 29. Poupança da implementação comboio logístico

Poupança	Operador	
	3	
Custo M.O	8€/h	
TOTAL	24€/h	145 728€/ano

6.3 Redução do Tempo de *Setup*

Para reduzir o tempo de *setup* médio da empresa, que até então se encontrava demasiado elevado para a necessidade da empresa (5 a 8 *setups* por turno), decidiu-se utilizar a ferramenta SMED. A proposta de melhoria com base nesta ferramenta foi apresentada na secção 5.3. Contudo, esta proposta não foi, durante o período da realização deste projeto, executada, ou seja, estimou-se o impacto que teria caso venha a ser implementada.

Na Tabela 30 apresentam-se os dados de quanto o tempo médio de *setup* influencia o número de processos *setup* que a empresa pode executar.

Tabela 30. N.º *Setups* diários após aplicação da ferramenta SMED

	Tempo médio <i>setup</i> (min)	N.º <i>Setups</i> /por turno
antes SMED	90	4,8
depois SMED	50	9,6

Dado que a empresa apresentava a necessidade por turno de 5 a 8 mudanças de referências a produzir, a implementação eficaz desta ferramenta iria proporcionar ganhos significativos, nomeadamente (Tabela 31):

- evitar as situações de planear novas ordens de produção de emergência, por falta de mudanças atempadas para conseguir cumprir com os prazos de entrega;
- reduzir stocks uma vez que a produção já não teria de ser tão antecipada com base nesse tempo de *setup*;
- beneficiar de 50 minutos por *setup* realizado, obtendo-se um ganho de 2000€ a 3200€/ano.

Tabela 31. Resultados de aplicação SMED

Poupança	N.º <i>Setups</i> /turno	Tempo <i>Setup</i> (h)	
	5 a 8	0,83	
Custo M.O	-	8€/h	
TOTAL	-	33,33€/h a 53,33€/h	2 000€/ano a 3200 €/ano

6.4 Referências com Rentabilidade Negativa

Para atingir o objetivo principal deste projeto, toda a análise exemplificada através da referência 1BOR26 nas secções 4.4.5 e 5.5 foi também realizada a todas as 12 referências com rentabilidade negativa. No final de cada análise foi identificado o departamento que deveria focar-se em cada uma das referências, para que os objetivos definidos fossem atingidos (Tabela 32). Isto é, em todos os casos foi identificado um responsável e uma data-limite, para conseguir atingir esses objetivos definidos. No Anexo 9 apresentam-se todas essas conclusões para as 12 referências.

Tabela 32. Departamento responsável e data-limite

AÇÕES	DEPARTAMENTO	RESPONSÁVEL	DATA-LIMITE
OGKN66	Engenharia de Processo	Bruno Lopes	dez/21
OGKN61	Não se aplica, com os dados reais a rentabilidade está acima dos 15%, logo não justifica qualquer tipo de ação		
OGKN30	Comercial	Nélson Maia	dez/21
1BOR26	Comercial	Nélson Maia	nov/21
7BOS10	Engenharia de Processo	Bruno Lopes	out/21
OGKN39	Engenharia de Processo	Bruno Lopes	out/21
1BOR27	Comercial	Nélson Maia	nov/21
OTRW91	Engenharia de Processo e Comercial	Bruno Lopes e Nélson Maia	jan/22
OGKN35	Engenharia de Processo e Comercial	Bruno Lopes e Nélson Maia	jan/22
1GKN04	Não se aplica, com os dados reais a rentabilidade está acima dos 15%, logo não justifica qualquer tipo de ação		
1BOS06	Comercial e Engenharia de Processo	Nélson Maia e Bruno Lopes	nov/21
OTRW99	Engenharia de Processo	Bruno Lopes	dez/21

As Tabelas 33 e 34 apresentam todas as possíveis ações internas, sob o estado atual do processo de cada referência estudada, bem como o seu impacto na rentabilidade destas. Da sua análise, observa-se que em casos como o 1BOR26 (referência exemplo), o OGKN30, o 1BOR27 e o OTRW99, ações internas nos parâmetros estudados não seriam suficientes para rentabilizar de forma positiva estes projetos, estando longe da meta dos 10%. Referências como OGKN66, 7BOS010, OGKN39 e OGKN35 destacam-se por já terem uma situação atual (no momento da execução deste projeto) bastante positiva, relativamente ao último trimestre de 2020. Contudo, as ações internas estudadas irão permitir atingir a meta dos 15%, ou superior, de rentabilidade. Os casos OGKN61 e 1GKN04 revelaram, na análise da situação atual, uma rentabilidade acima dos objetivos da empresa, logo não seriam necessárias

quaisquer ações de melhoria. Por fim, relativamente à referência 1BOS06, apesar das ações internas poderem permitir o alcance da rentabilidade positiva, não é suficiente para as metas traçadas; e relativamente à referência 0TRW91 revelou-se um bom exemplo de que, caso a empresa consiga respeitar os parâmetros definidos pelo cliente a rentabilidade será superior a 15%.

Tabela 33. Possíveis melhorias e impacto - geral das referências (1)

		%MO	TC (s)	MP (kg)	%Rej.	Rentabilidade	
						%	€/trimestre
OGKN66	Teórico	33	66	0,333	3,52	-18,11	-
	Real	13,2	66	0,33		11,05	-
	Melhoria	-	-	-	2	12,35	441,70
		-	-	-	0	14,07	1 024,82
		-	-	45 - 55	2	18,63 - 24,23	2 570,27 - 4 470,77
OGKN61	Teórico	33	42	0,423	1,92	-21,11	-
	Real	17,56	38,6	0,412		23,24	-
	Melhoria	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
OGKN30	Teórico	33	47	0,367	2,33	-28,30	-
	Real	15,79	48	0,36		-6,37	-
	Melhoria	-	-	-	2	-6,03	36,84
		-	47	-	2	-5,48	96,67
		-	47	-	0	-3,41	321,61
1BOR26	Teórico	233	44	0,154	1,7	-43,01	-
	Real	227,9	44,7	0,156		-13,43	-
	Melhoria	-	44	-	-	-13,10	20,15
		-	-	0,154	-	-12,70	37,13
		-	44	0,154	-	-12,37	65,19
7BOS10	Teórico	33	34	0,806	2,54	-63,09	-
	Real	30	38,3	0,783		13,03	-
	Melhoria	-	34	-	2	14,54	34,12
		-	34	-	1	15,39	53,42
		-	34	-	0	16,24	72,72
OGKN39	Teórico	33	50	0,307	2	-5,44	-
	Real	11,65	51,7	0,303		9,23	-
	Melhoria	-	50	-	1	10,96	357,51
		-	50*	-	2	16,42	1 483,50
		-	50*	-	1	17,24	1 652,44

Tabela 34. Possíveis melhorias e impacto - geral das referências (2)

		%MO	TC (s)	MP (kg)	%Rej.	Rentabilidade	
						%	€/trimestre
1BOR27	Teórico	233	42	0,154	1,7	-41,71	-
	Real	227,9	43,5	0,156		-13,43	-
	Melhoria	-	42	-	-	-13,30	20,15
		-	-	0,154	-	-12,70	37,13
-	42	0,154	-	-12,37	65,19		
OTRW91	Teórico	75	52	0,153	32,93	-67,04	-
	Real	63,69	64,5	0,152		-17,67%	-
	Melhoria	-	52	-	-	-3,85	222,35
		-	-	-	2	9,71	440,72
-		52	-	2	20,31	636,83	
OGKN35	Teórico	33	44	0,335	3,56	-2,55	-
	Real	21	38,3	0,338		10,62	-
	Melhoria	-	-	0,335	-	11,19	155,9
		-	-	-	2	11,96	365,75
-		-	0,335	0	14,24	986,73	
1GKN04	Teórico	125	36,7	0,3	0,91	-3,79	-
	Real	110	36,7	0,3		29,53	-
	Melhoria	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-	
1BOS06	Teórico	75	80	0,483	2,11	-1,61	-
	Real	25	80,6	0,483		4,60	-
	Melhoria	-	80	-	-	4,85	53,30
		-	-	-	2	4,71	22,15
-		80	-	0	6,82	474,15	
OTRW99	Teórico	100	70	0,149	11,85	-24,56	-
	Real	100	88,3	0,147		-44,04	-
	Melhoria	-	70	-	-	-30,1	148
		-	.	-	2	-31,31	135,15
-		70	-	0	-16,26	294,89	

Com base no estudo de todas as referências com rentabilidade negativa, o ganho global, por trimestre seria de aproximadamente de 7500€, o que se traduz em 30000€/ano.

7. CONCLUSÃO

Neste capítulo apresentam-se as considerações finais obtidas nesta dissertação, com base nos objetivos definidos e atingidos com o decorrer do trabalho realizado na empresa e ainda algumas propostas de trabalho futuro.

7.1 Considerações Gerais

Numa fase inicial a concretização deste projeto tinha como foco principal o estudo da rentabilidade negativa de um grupo restrito de referências produzidas na iPlastika. Ao longo deste, e à medida que o conhecimento em relação ao mesmo foi evoluindo, o foco começou a expandir-se, de modo a tentar encontrar possíveis melhorias para todas as áreas analisadas e pelas quais se foi passando.

A iPlastika é uma empresa em constante progressão no mercado e apresenta um nível de organização e de desempenho considerado médio elevado, em que o nível de exigência dos clientes é elevado, forçando a empresa a manter o critério apertado. Com essa exigência, e sendo a tendência de que quanto mais esta é correspondida, mais exigentes se tornam os clientes, torna-se crucial a constante busca pela melhoria e autossuperação diária. Assim, com o desenvolvimento desta dissertação propôs-se a exploração das diversas oportunidades de melhoria nos diferentes setores produtivos, através de ferramentas e ideologias associadas ao *Lean Production*.

A primeira fase deste projeto foi a de diagnóstico da situação atual. Não só relativamente ao projeto apresentado, mas de um modo geral à empresa, recorrendo à análise de fluxos de materiais e de informação, *layout* de toda a unidade fabril, caracterização da atividade produtiva de cada setor e, ainda, analisada cada cadeia de valor de cada uma das referências que apresentavam, no último trimestre de 2020, rentabilidade negativa.

De todas análises efetuadas, os principais problemas identificados foram, a falta de organização no armazém, o modo de abastecimento à unidade produtiva de injeção, o elevado tempo de *setup*, os elevados custos associados à sucata, a falta de organização em alguns setores produtivos e a rentabilidade negativa de um grupo de referências.

Com base nestes problemas identificados foi elaborado um conjunto de propostas de melhoria recorrendo à técnica 5W2H. Apesar de todas as propostas terem sido explicadas e avaliadas, nem todas foram implementadas no imediato, apesar de todas terem sido apresentadas à administração.

A proposta relativa ao armazém focou-se essencialmente na implementação de janelas de entrega, de modo a garantir que todas as tarefas relativas à receção e entrega de materiais fossem organizadas e geridas de forma a melhorar o funcionamento do armazém. Quanto ao abastecimento da secção da injeção foi proposto um mecanismo que reduzisse e facilitasse a tarefa dos operadores e, ao mesmo tempo, que fosse possível otimizar o aproveitamento das funcionalidades do operador “Piloto”. Relativamente ao tempo *setup* foi aplicada a ferramenta SMED, com o objetivo de reduzir o tempo que a empresa por norma dispunha por cada mudança de molde que executava, de analisar, e, se possível, de melhorar todo o processo a esse tempo associado. As propostas desenvolvidas basearam-se na análise de toda a cadeia de valor de cada referência e na avaliação do modo como o objetivo da empresa poderia ser alcançado com base nos meios presentes.

Com o ambiente colaborativo que a empresa apresentava, foi possível aplicar os conhecimentos *Lean*, ao mesmo tempo que se trabalhava nas necessidades imediatas da empresa. Ao longo do desenvolvimento da dissertação, a principal dificuldade enfrentada, foi a de que qualquer empresa enfrenta diariamente, resistência à mudança, não só por parte dos operadores, mas também por parte de alguns diretores de departamento. Este tipo de receio é comum em pessoas que executam determinada operação ou função ao longo de vários anos. Contudo, a vontade de um ambiente de trabalho melhor é contagiante e por isso, conseguiu-se implementar algumas das sugestões descritas no projeto.

7.2 Trabalho Futuro

A situação atual da empresa deixa em aberto várias opções com a necessidade de análise em futuros trabalhos. Seguindo a linha de pensamento de toda a dissertação, no que diz respeito ao armazém, foi possível verificar que os operadores de armazém têm uma grande exigência no que diz respeito a deslocações. Assim, a sugestão seria a de fazer uma análise abc, quer por volume, quer por artigo, de modo a perceber qual a disposição mais eficaz no armazém, com o objetivo de minimizar, não só *stock*, como também desperdício em deslocações excessivas. Em relação à secção de montagem, sugere-se que a mesma análise e proposta apresentada na secção 5.2 seja estendida para esta unidade produtiva, de modo a garantir que as duas unidades sejam abastecidas de forma eficaz e eficiente, conseguindo assim evitar paragens de produção e consequentemente atrasos por falta de material.

No seguimento do trabalho realizado nas referências com rentabilidade negativa, seria importante fazer-se essa análise para todas as referências. E, isto porque, por vezes com uma análise deste tipo realizada periodicamente, percebe-se antecipadamente quando algum fator começa a desviar-se do expectável, sendo mais imediata a sua confrontação, evitando que os prejuízos atinjam valores significativos. Numa empresa, com as características da iPlastika, uma proposta para o futuro seria a criação de equipas de *kaizen* diário. Propõe-se que estas equipas realizem análises a vários departamentos, assim como aos indicadores, diariamente, sustentando uma política de sugestão de melhoria e de trabalho de equipa significativos.

Apesar do vário potencial para trabalho futuro aqui referido, de notar que é importante seguir os projetos implementados de forma a tirar o máximo proveito destes e, em relação aos que não foram implementados, analisar novamente e perceber se de facto não fará sentido trabalhar no sentido de os executar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmady, G. A., Mehrpour, M., & Nikooravesh, A. (2016). Organizational Structure. *3rd International Conference on New Challenges in Management and Organization: Organization and Leadership*. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.09.057>
- Caffyn, S. (1999). Development of a continuous improvement self-assessment tool. *International Journal of Operations and Production Management*. <https://doi.org/10.1108/01443579910291050>
- Cardoso, A. P. P. de O. (2014). *Inovar com a investigação-ação*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Chen, Z., & Tan, K. H. (2013). The impact of organization ownership structure on JIT implementation and production operations performance. *International Journal of Operations and Production Management*, 33(9), 1202–1229. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-06-2011-0207>
- Dennis, P. (2002). *Lean Production Simplified* (3thrd ed.). TAYLOR & FRANCIS INC.
- Douglas, J. A., Antony, J., & Douglas, A. (2015). Waste identification and elimination in HEIs: the role of Lean thinking. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 32(9). <https://doi.org/10.1108/IJQRM-10-2014-0160>
- Gunnsteinsson, Á. P. (2011). *Analysis of an assembly process of electric detonators with application of lean manufacturing*. Royal School of Technology.
- Hardeman, C., & Goethals, P. L. (2011). A case study: Applying lean Six Sigma concepts to design a more efficient airfoil extrusion shimming process. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*. <https://doi.org/10.1504/IJSSCA.2011.039717>
- Hines, P. P., & Taylor, D. (2000). *Going lean* (Vol. 9, Issue 4). ardiff Business School, Lean Enterprise Research Centre.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. In *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 17, Issue 1). <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Hopp, W. J. (2018). Positive lean: merging the science of efficiency with the psychology of work. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 398–413. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1387301>
- Hopp, W. J., & Spearman, M. S. (2020). The lenses of lean: Visioning the science and practice of efficiency. *Journal of Operations Management*. <https://doi.org/10.1002/joom.1115>
- Huang, Z., Harris, G., & Loyd, N. (2021). An improved lean assessment based on employee perception. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(4). <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2020-0178>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill Education.
- Jadhav, J. R., Mantha, S. S., & Rane, S. B. (2015). Analysis of interactions among the barriers to JIT production: Interpretive structural modelling approach. *Journal of*

- Industrial Engineering International*, 11(3), 331–352.
<https://doi.org/10.1007/s40092-014-0092-4>
- Kadarova, J., & Demecko, M. (2016). New Approaches in Lean Management. *Procedia Economics and Finance*, 39. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(16\)30234-9](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(16)30234-9)
- Kanaganayagam, K., Muthuswamy, S., & Damodaran, P. (2015). Lean methodologies to improve assembly line efficiency: An industrial application. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 20(1).
<https://doi.org/10.1504/IJISE.2015.069000>
- Kaplan, G. S., Patterson, S. H., Ching, J. M., & Blackmore, C. (2014). Why Lean doesn't work for everyone. *BMJ Quality and Safety*, 23(12). <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2014-003248>
- Kehr, T. W., & Proctor, M. D. (2017). People Pillars: Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Inadequacies Revealed During the Automotive Recall Crisis. *Quality and Reliability Engineering International*, 33(4), 921–930.
<https://doi.org/10.1002/qre.2059>
- Lasa, I. S., Laburu, C. O., & De Castro Vila, R. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management Journal*, 14.
<https://doi.org/10.1108/14637150810849391>
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: Fourteen Management Principles From the World's Greatest Manufacturer*. MCGRAW-HILL EDUCATION.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2).
<https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 12.
<https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monden, Y. (2012). *Toyota Production System : An Integrated Approach to Just-In-Time*. Taylor & Francis Group.
- Novaes, W. (2020). *Quais são os 8 desperdícios do Lean?*
<https://wagnernovaes.com/quais-sao-os-8-desperdicios-do-lean/>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. CRC PRESS.
- 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>
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. CRC PRESS.
- Patel, V. C., & Thakkar, D. H. (2014). Review on Implementation of 5S in Various Organization. *Journal of Engineering Research and Applications*, 4(3), 6.
- Pietrzak, M., & Paliszkievicz, J. (2015). Framework of Strategic Learning: The PDCA Cycle. *Management*, 10(2), 149–161.
- Pinto, J. L. Q., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018). *Just*

- in Time Factory* (1st ed.). Springer International Publishing AG.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras* (6th ed.). Lidel - Edições Técnicas, LDA.
- Poppendieck, M. (2002). Principles of lean thinking. *Poppendieck.LLC*, 7.
- Rich, N., Bateman, N., Esain, A., Massey, L., & Samuel, D. (2006). *Lean evolution: Lessons from the workplace*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511541223>
- Rüttimann, B. G. (2018). *Lean Compendium*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58601-4>
- Saunders, M. Lewis, P. and Thornhill, A. (2016). *Research Methods for Business Students Seventh edition*. Pearson Education Limited.
- Sayer, N. J., & Williams, B. (2007). *Lean For Dummies*.
- Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing: The SMED System. In *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. <https://doi.org/10.4324/9781315136479>
- Shook, J., & Rother, M. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda* (Lean Enterprise Institute). Lean Enterprise Institute.
- Simmons, R. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy* (2nd ed.). MCGRAW-HILL EDUCATION - EUROPE.
- Singh, J., & Singh, H. (2009). Kaizen Philosophy: A Review of Literature. *ICFAI Journal of Operations Management*, 8(2).
- Skmot, N. (2017, August 5). *The 8 Wastes of Lean*. <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>
- Smith A, T. Y. (2015). Lean Thinking: An Overview. *Industrial Engineering and Management*, 04(02). <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000159>
- Suzaki, K. (1994). *The New Shop Floor Management: Empowering People for Continuous Improvement* (Vol. 10). Free Press.
- Tapping, D., & Shuker, T. (2018). *Value Stream Management for the Lean Office*. TAYLOR & FRANCIS INC.
- Towill, D. (2006). Handshakes around the world [Toyota production system]. *Manufacturing Engineer*, 85(1), 20–25. <https://doi.org/10.1049/me:20060103>
- Ulutas, B. (2011). An application of SMED methodology. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 79. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1083869>
- Vidal, M. (2007). Lean production, worker empowerment, and job satisfaction: A qualitative analysis and critique. *Critical Sociology*. <https://doi.org/10.1163/156916307X168656>
- Vörös, J., & Rappai, G. (2016). Process quality adjusted lot sizing and marketing interface in JIT environment. *Applied Mathematical Modelling*, 40(13–14), 6708–6724. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2016.02.011>
- Wang, H., & (Ben) Wang, H. P. (1990). Determining the number of kanbans: A step toward non-stock-production. *International Journal of Production Research*, 28(11). <https://doi.org/10.1080/00207549008942856>
- Wibowo, E. W., Yanuar, T., Syah, R., Hs, D., & Pusaka, S. (2018). Implementation of Lean

Concept in Start-up Engineering Service Provider. *Scientific Journal of PPI-UKM Social Sciences and Economics*, 5(1). <https://doi.org/10.27512/sjppi-ukm/ses/a19012018>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon & Schuster.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. Rawson Associates.

ANEXO 1 – FLUXO DE INFORMAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

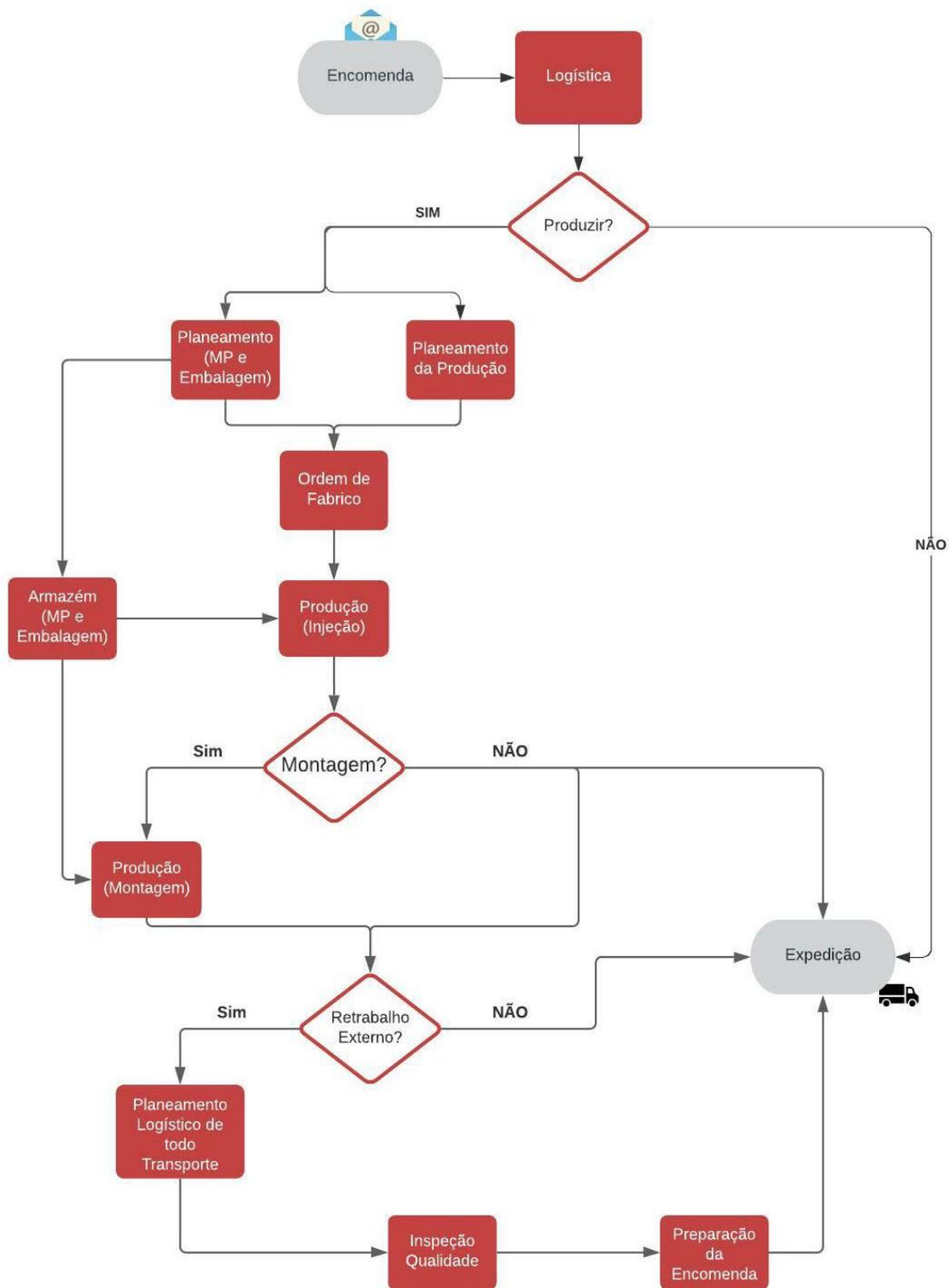


Figura 41. Fluxo de Informação do Processo Produtivo

ANEXO 2 – FLUXO DE MATERIAIS

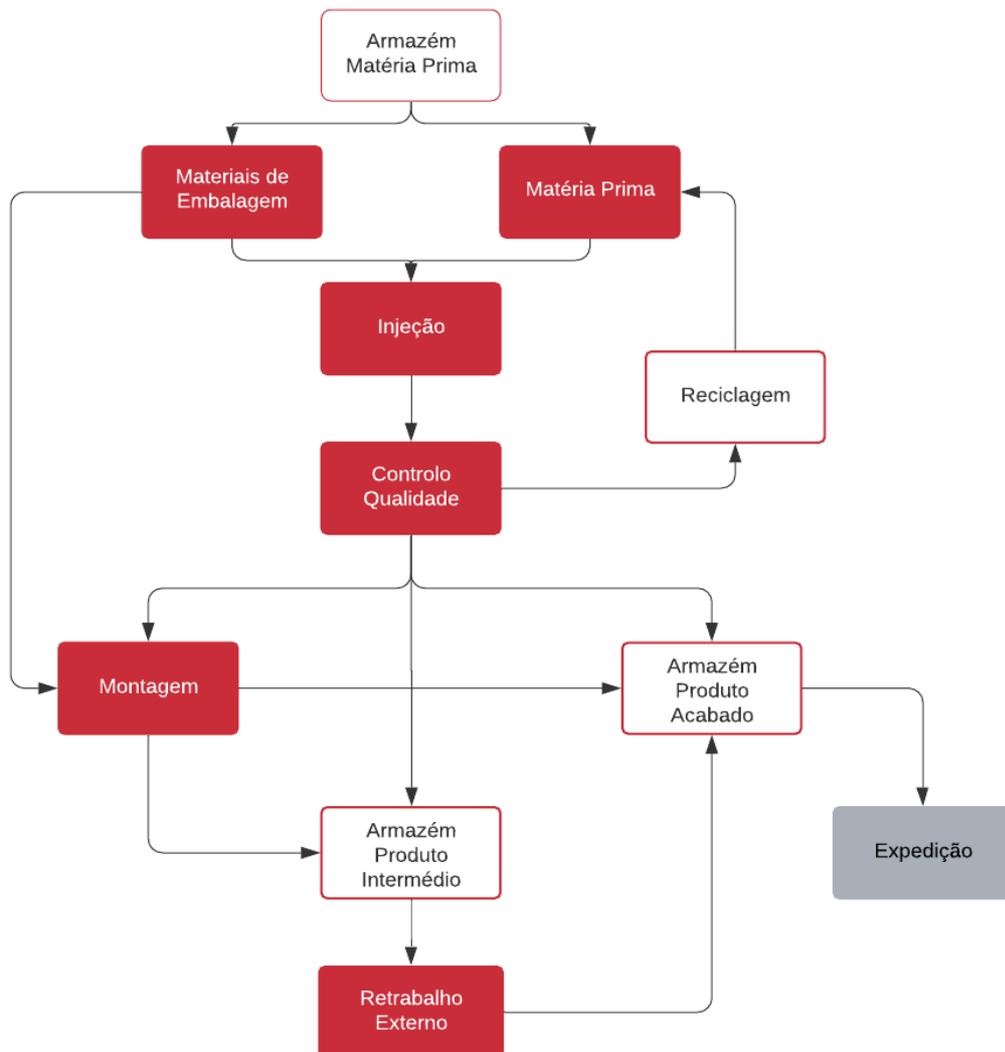


Figura 42. Fluxo de Materiais

ANEXO 3 – REFERÊNCIAS EM ESTUDO – PROCESSOS ASSOCIADOS

Tabela 35. Processos das Referências em Estudo

Referência	Processos						
	Injeção	Montagem	Retrabalho/Inspeção	Inspeção Ext.	Tampografagem	Fluorização	Pintura
OGKN66	x						
OGKN61	x			x			
OGKN30	x						
1BOR26	x	x	x				
7BOS10	x			x	x		
OGKN39	x						
1BOR27	x	x	x				
OTRW91	x						
OGKN35	x						
1GKN04	x	x	x				
1BOS06	x						
OTRW99	x		x				

ANEXO 4 – PARQUE DAS MÁQUINAS

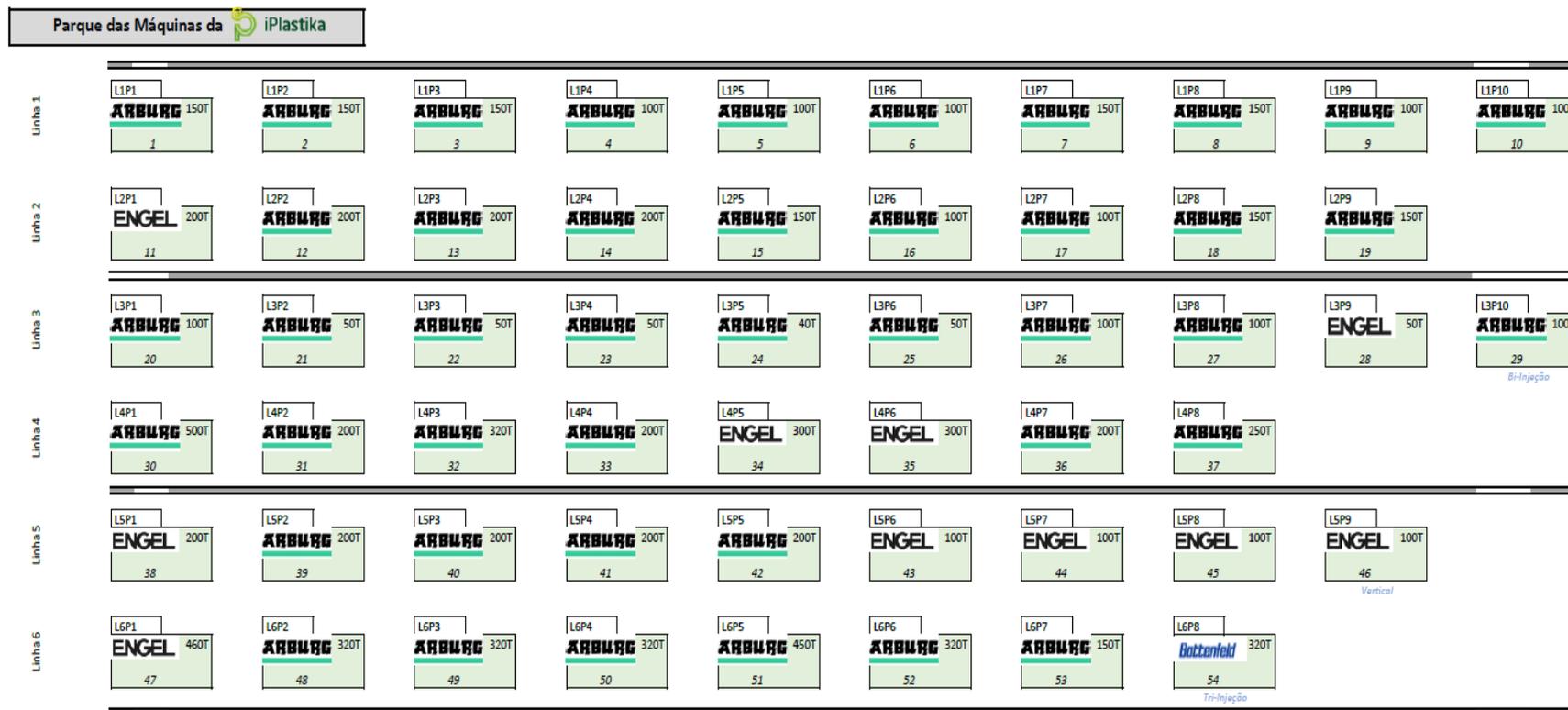


Figura 433. Parque das Máquinas iPlastika

ANEXO 5 – ESTUDO RENTABILIDADE REFERÊNCIAS EM ESTUDO

Tabela 36. Dados para calculo da rentabilidade (1)

	Referência	Valor Faturado (€)	Quantidade Produzida	Quantidade Faturada (peças)	Preço/ unid. (venda)
Último Trimestre 2020	OGKN66	33 436,01€	99 307	96 888	0,3451€
Atual (Real)		33 926,30€	100 294		0,35016€
Último Trimestre 2020	OGKN61	33 470,85€	78 836	77 088	0,43419€
Atual (Real)		34 689,60€	78 567		0,45€
Último Trimestre 2020	OGKN30	11 058,15€	48 363	46 920	0,235681€
Atual (Real)		10 868,92€	48 012		0,231648€
Último Trimestre 2020	1BOR26	6 180,79€	7 720	7 700	0,81€
Atual (Real)		6 180,79€	7 831		0,81€
Último Trimestre 2020	7BOS10	2 303,36€	2 888	2 856	0,806498€
Atual (Real)		2 268,81€	2 929		0,7944€
Último Trimestre 2020	OGKN39	21 038,85€	81 400	80 002	0,262979€
Atual (Real)		20 618,12€	91 603		0,25772€
Último Trimestre 2020	1BOR27	2 724,80€	3 309	3 300	0,825696€
Atual (Real)		2 724,81€	3 357		0,8257€
Último Trimestre 2020	OTRW91	1 609,94€	2 240	1 923	0,837202€
Atual (Real)		1 609,59€	2 557		0,83702€
Último Trimestre 2020	OGKN35	26 796,10€	109 170	107 814	0,24854€
Atual (Real)		27 228,12€	111 649		0,252547€

Último Trimestre 2020	1GKN04	17 337,02€	52 905	52 650	0,329288€
Atual (Real)		16 919,61€	53 130		0,32136€
Último Trimestre 2020	1BOS06	21 679,58€	13 653	13 521	1,6034€
Atual (Real)		21 353,72€	13 807		1,5793€
Último Trimestre 2020	OTRW99	1 061,53€	1 430	1 193	0,889798€
Atual (Real)		1 061,53€	1 335		0,8898€

Tabela 37. Dados para calculo da rentabilidade (2)

	Referência	Custo Produção/peças (€)	Custo MP (€)	Custo MP (%)	Custo M.O (€)	Custo M.O (%)	Custo Máq. (€)	Custo Máq. (%)	Custo Subcont. (€)	Custo Subcont. (%)
Último Trimestre 2020	OGKN66	0,34652€	24 850,59€	74,32%	2 344,60€	7,01%	12 297,41€	36,78%	-	-
Atual (Real)		0,30887€	16 429,65€	48,43%	979,31€	2,89%	12 768,25€	37,64%	-	-
Último Trimestre 2020	OGKN61	0,443185€	20 630,82€	61,64%	3 759,21€	11,23%	12 600,95€	37,65%	3 546,05€	10,59%
Atual (Real)		0,338914€	16 581,53€	47,80%	592,56€	1,71%	5 839,30€	16,83%	3 614,08€	10,42%
Último Trimestre 2020	OGKN30	0,26718€	11 026,23€	99,71%	404,3€	3,66%	2 756,55€	24,93%	-	-
Atual (Real)		0,240802€	8 478,58€	78,01%	202,09€	1,86%	2 880,72€	26,50%	-	-
Último Trimestre 2020	1BOR26	0,889386€	6 768,81€	109,51%	894,2€	14,47%	1 176,40€	15,02%	-	-
Atual (Real)		0,895244€	4 903,97€	79,34%	890,13€	14,40%	1 216,57€	19,68%	-	-
Último Trimestre 2020	7BOS10	0,67565€	3 000,92€	130,28%	105,76€	4,59%	192,92€	8,38%	456,96€	19,84%
Atual (Real)		0,67364€	1 250,37€	55,11%	38,44€	1,69%	215,66€	9,51%	468,64€	20,66%
Último Trimestre 2020	OGKN39	0,21719€	17 604,20€	83,67%	733,3€	3,49%	3 846,26€	18,28%	-	-
Atual (Real)		0,22935€	12 956,90€	62,84%	352,02€	1,71%	5 406,74€	26,22%	-	-

Último Trimestre 2020	1BOR27	0,91382€	2 973,92€	109,14%	383,24€	14,06%	504,18€	18,50%	-	-
Atual (Real)		0,91967€	2 184,16€	80,16%	381,58€	14,00%	521,59€	19,14%	-	-
Último Trimestre 2020	OTRW91	0,8239€	2 241,28€	139,22%	85,5€	5,31%	362,48€	22,52%	-	-
Atual (Real)		0,7407€	515,83€	32,05%	232,41€	14,44%	1 145,73€	71,18%	-	-
Último Trimestre 2020	OGKN35	0,24176€	20 680,71€	77,18%	869,69€	3,25%	5 929,77€	22,13%	-	-
Atual (Real)		0,2179695€	18 489,56€	67,91%	499€	1,83%	5 347,53€	19,64%	-	-
Último Trimestre 2020	1GKN04	0,27102€	12 273,91€	70,80%	2 227,43€	12,85%	3 493,48€	20,15%	-	-
Atual (Real)		0,22368€	7 527,91€	44,49%	1 680,88€	9,93%	2 675,58€	15,81%	-	-
Último Trimestre 2020	1BOS06	1,560572€	12 853,78€	59,29%	1 984,38€	9,15%	7 191,11€	33,17%	-	-
Atual (Real)		1,475395€	12 337,54€	57,78%	616,2€	2,89%	7 417,04€	34,73%	-	-
Último Trimestre 2020	OTRW99	0,843084€	621,73€	58,57%	194,42€	18,31%	506,07€	47,67%	-	-
Atual (Real)		1,14536€	434,24€	40,91%	641,6€	60,44%	453,23€	42,70%	-	-

Tabela 38. Dados para calculo da rentabilidade (3)

	Referência	Custo Total (€)	Margem Bruta (€)	Margem Bruta (%)	Margem Líquida (€)	Margem Líquida (%)
Último Trimestre 2020	OGKN66	39 492,6€	8 585,42€	25,68%	- 6 056,59€	- 18,11%
Atual (Real)		30177,21€	17 496,65€	51,57%	3 749,09€	11,05%
Último Trimestre 2020	OGKN61	40 537,03€	12 840,03€	38,36%	- 7 066,18€	- 21,11%
Atual (Real)		26 627,47€	18 108,07€	52,20%	8 062,13€	23,24%
Último Trimestre 2020	OGKN30	14 187,08€	31,92€	0,29%	- 3 128,93€	- 28,30%
Atual (Real)		11 561,39€	2 390,34€	21,99%	- 692,47€	- 6,37%
Último Trimestre 2020	1BOR26	8 839,41€	- 588,02€	- 9,51%	- 2 658,62€	- 43,01%
Atual (Real)		7 010,67€	1 276,82€	20,66%	- 829,88€	- 13,43%

Último Trimestre 2020	7BOS10	3 756,56€	- 697,56€	- 30,28%	- 1 453,2€	- 63,09%
Atual (Real)		1 973,11€	1 018,44€	44,89%	295,70€	13,03%
Último Trimestre 2020	OGKN39	22 183,76€	3434,65€	16,33%	- 1 144,91	- 5,44%
Atual (Real)		18 715,66€	7 661,22€	37,16%	1 902,46	9,23%
Último Trimestre 2020	1BOR27	3 861,34€	- 249,12€	- 9,14%	- 1 136,54	- 41,71%
Atual (Real)		3 087,33€	540,65€	19,84%	- 362,52	- 13,30%
Último Trimestre 2020	OTRW91	2 689,26€	- 631,34€	- 39,22%	- 1 079,32	- 67,04%
Atual (Real)		1 893,97€	1 093,76€	67,95%	- 284,38	17,67%
Último Trimestre 2020	OGKN35	27 480,17€	6 115,39€	22,82%	- 684,07	- 2,55%
Atual (Real)		24 336,09€	8 738,56€	32,09%	2 892,03	10,62%
Último Trimestre 2020	1GKN04	17 994,82€	5 063,11€	29,20%	-657,8	- 3,79%
Atual (Real)		11 884,37€	9 391,7€	55,51%	5 035,24	29,76%
Último Trimestre 2020	1BOS06	22 029,27€	8 825,8€	40,71%	- 349,69	- 1,61%
Atual (Real)		20 370,78€	9 016,18€	42,22%	982,94	4,60%
Último Trimestre 2020	OTRW99	1 322,22€	439,8€	41,43%	- 260,69	- 24,56%
Atual (Real)		1 529,07€	627,29€	50,09%	- 467,54	- 44,04%

ANEXO 6 – TEMPOS COMBOIO LOGÍSTICO

Tabela 39. Amostra dos tempos associados a referências em produção

Referência	T.C. (min)	Peças/caixa	Encher caixa (min)
OBOR00006	0,90	60	54
OTRW00100	0,12	300	36
OTRW00138	1,98	12	23,76
OTRW00126	1,23	48	59,04
OTRW00125	1,43	48	68,64
OGKN00058	0,12	510	61,2
OBOR00060	0,23	216	49,68
OFAU00013	1,21	40	48,4
OGKN00025	0,21	408	85,68
OPRE00203	1,02	36	36,72
6DEN00003	0,98	40	39,2
OGKN00051	0,12	544	65,28
OGKN02030	0,23	340	78,2
OGKN00036	0,19	300	57
OFAU00019	1,75	40	70
OTRW00128	0,97	40	38,8
OBOR00006	0,10	336	33,6
ODEN00037	0,72	30	21,6
6PRE00030	0,41	132	54,12
OGKN00050	0,80	48	38,4
6DEN0021	1,63	48	78,24
OGKN00090	1,20	60	72
OTRW00123	1,5	30	45
OFAU00015	0,23	350	80,5
OFAU00017	0,45	210	94,5
OYZK00010	0,30	250	75

ANEXO 7 – SEQUÊNCIA DE TAREFAS SETUP

Tabela 40. Situação atual processo setup

Nº Tarefa	Tipo de operação	Descrição da tarefa
1	Externa	Colocar carrinho de ferramentas junto à máquina
2	Externa	Ir à manutenção buscar o molde
3	Externa	Colocar molde a entrar em produção e respetivo robô
4	Externa	Ir buscar documentação da nova referência a entrar
5	Externa	Organizar e arrumar documentação da referência em atual produção
6	Interna	Parar a máquina
7	Externa	Preparação da documentação setup e arranque para a nova referência
8	Interna	Abrir porta da máquina e colocar spray no molde (proteção do molde para ser guardado)
9	Interna	Fechar o molde
10	Interna	Retirar haste da máquina
11	Interna	Posicionar grua para a extração do molde
12	Interna	Desapertar todas as amarras (parafusos) do molde
13	Interna	Retirar mangueiras
14	Interna	Retirar molde com a grua e colocá-lo na palete junto à máquina
15	Interna	Retirar robô
16	Externa	Preenchimento dos documentos
17	Interna	Verificar temperatura para limpar fuso
18	Interna	Limpar fuso
19	Externa	Arrumar mangueiras
20	Interna	Retirar e limpar estufa (caso tenha estufa em máquina)
21	Interna	Alterar posição das amarras anteriores

22	Interna	Colocação do novo molde com auxílio da grua
23	Interna	Apertar as amarras
24	Interna	Colocação de haste no novo molde
25	Interna	Verificação da haste
26	Interna	Fechar prato para ajustar haste à máquina
27	Interna	Garantir correto posicionamento do novo molde na máquina
28	Interna	Retirar grua
29	Interna	Abrir molde
30	Interna	Afinação no molde na extração
31	Interna	Painel de controlo (parâmetros em máquina adequados à nova referência)
32	Interna	Afinações finais
33	Externa	Ir buscar mangueiras
34	Interna	Colocar mangueiras
35	Interna	Verificar mangueiras
36	Interna	Montar robô e verificar estado
37	Externa	Preparar estufa/ moinho (o que for necessário) incluindo matéria-prima
39	Interna	Montar estufa/moinho
38	Externa	Terminar de preencher documentos
39	Interna	Arrumar e limpar o posto de trabalho
40	Externa	Levar molde e robô para a posição certa na manutenção
41	Interna	Arranque máquina
42	Externa	Validação das peças

ANEXO 8 – FASE 1 SMED

Tabela 41. Separação operações externas e internas

Nº Tarefa	Tipo de operação	Descrição da tarefa
1	Externa	Colocar carrinho de ferramentas junto à máquina
2	Externa	Ir à manutenção buscar o molde
3	Externa	Colocar molde a entrar em produção e respetivo robô
4	Externa	Ir buscar documentação da nova referência a entrar
5	Externa	Organizar e arrumar documentação da referência em atual produção
6	Externa	Preparação da documentação setup e arranque para a nova referência
7	Externa	Ir buscar mangueiras
8	Externa	Preparar estufa/ moinho (o que for necessário) incluindo matéria-prima
13	Externa	Posicionar grua para a extração do molde
9	Interna	Parar a máquina
10	Interna	Abrir porta da máquina e colocar spray no molde (proteção do molde para ser guardado)
11	Interna	Fechar o molde
12	Interna	Retirar haste da máquina
14	Interna	Desapertar todas as amarras (parafusos) do molde
15	Interna	Retirar mangueiras
16	Interna	Retirar molde com a grua e colocá-lo na paleta junto à máquina
17	Interna	Retirar robô
18	Interna	Limpar fuso
19	Interna	Retirar e limpar estufa (caso tenha estufa em máquina)
20	Interna	Alterar posição das amarras anteriores
21	Interna	Colocação do novo molde com auxílio da grua
22	Interna	Apertar as amarras
23	Interna	Colocação de haste no novo molde

24	Interna	Verificação da haste
25	Interna	Fechar prato para ajustar haste à máquina
26	Interna	Garantir correto posicionamento do novo molde na máquina
28	Interna	Abrir molde
29	Interna	Afinação no molde na extração
30	Interna	Painel de controlo (parâmetros em máquina adequados à nova referência)
31	Interna	Afinações finais
32	Interna	Colocar mangueiras
33	Interna	Verificar mangueiras
34	Interna	Montar robô e verificar estado
35	Interna	Montar estufa/moinho
36	Interna	Arranque máquina
37	Externa	Validação das peças
38	Externa	Preenchimento dos documentos
39	Externa	Arrumar e limpar o posto de trabalho
27	Externa	Retirar grua
40	Externa	Arrumar mangueiras
41	Externa	Levar molde e robô para a posição certa na manutenção