



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Tiago António Ferreira Martins

**Implementação de uma metodologia de  
melhoria contínua nas linhas de  
embalamento de uma indústria do setor  
alimentar**



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Tiago António Ferreira Martins

**Implementação de uma metodologia de  
melhoria contínua nas linhas de  
embalamento de uma indústria do setor  
alimentar**

Dissertação

Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar

Trabalho efetuado sob a orientação da

**Doutora Marlene Alexandra da Silva Lopes**

**Universidade do Minho**

Outubro 2022



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Tiago António Ferreira Martins

**Implementação de uma metodologia de  
melhoria contínua nas linhas de  
embalamento de uma indústria do setor  
alimentar**

Dissertação

Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar

Trabalho efetuado sob a orientação da

**Doutora Marlene Alexandra da Silva Lopes**

**Universidade do Minho**

Supervisor na empresa:

**Engenheiro Abílio Cruz**

**Lactogal Produtos Alimentares, S.A.**

## **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 RepositórioUM da Universidade do Minho.

### **Licença concedida aos utilizadores deste trabalho**



**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações**  
**CC BY-NC-ND**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade do Minho por conceder todas as ferramentas e ensinamentos necessários para a realização deste projeto e do curso. Em particular, um agradecimento especial à minha orientadora Doutora Marlene Lopes pelo acompanhamento, disponibilidade e orientação ao longo da realização do estágio.

Agradecer à Lactogal - Produtos Alimentares S.A., em especial ao Eng.º Jacinto Rui pela possibilidade de desenvolver a dissertação em contexto empresarial e, por sua vez, permitir-me contactar pela primeira vez com uma unidade industrial. Agradecer também ao Eng.º Óscar Brandão, Eng.º Abílio Cruz e Eng.º José Mesquita pelo apoio e acompanhamento ao longo do estágio. Também agradecer de forma geral a todos os colaboradores da Lactogal - Produtos Alimentares S.A, com os quais tive a oportunidade de me cruzar, pela simpatia com que me acolheram e pelo apoio que sempre me demonstraram.

Um agradecimento especial à equipa do projeto de melhoria contínua “*Edge Performance*” que permitiram a concretização deste projeto.

À minha família e namorada pela constante motivação não só durante o período de estágio, mas também durante todo o percurso académico.

A todos um muito obrigado!

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

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

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

## RESUMO

Atualmente, as organizações procuram diferenciar-se dos seus principais concorrentes no mercado, aumentando a competitividade, tendo em conta altos padrões de qualidade e produtividade. O objetivo destas entidades é adotarem uma cultura de melhoria contínua para se conseguirem distinguir das concorrentes. Para as instituições alcançarem o sucesso que pretendem com as ações de melhoria contínua, existem ferramentas que podem ser implementadas (ex: *Lean* e *Kaizen*) e que promovem um aumento da produtividade e eficiência através da redução dos desperdícios. A ferramenta *Kaizen* tem a particularidade da utilização da criatividade e do envolvimento dos colaboradores da organização para a resolução de problemas e posteriores sugestões de melhorias.

Este projeto de dissertação foi desenvolvido numa indústria do setor alimentar (Lactogal Produtos Alimentares, S.A.) que se dedica, principalmente, ao comércio de leite e dos seus derivados. O objetivo do projeto visou a implementação de uma metodologia de melhoria contínua no processo produtivo do formato *Edge*, com a finalidade de obter ganhos na produtividade. Ao longo do desenvolvimento deste projeto foram abordadas metodologias (*Lean* e *Kaizen*) e ferramentas de melhoria contínua que permitiram uma análise profunda dos problemas na linha de embalagem. O principal motivo de paragem na linha de embalagem é a falha na aplicação do intercalar seguido do encravamento no virador, representando 23 % e 7 %, respetivamente, do total das paragens. Assim, com as ações de melhoria executadas conseguiu-se a diminuição em 57 % do número de ocorrências por falha na aplicação do intercalar na linha n° 6 e, por sua vez, foi possível através de um ensaio dinâmico, remover o virador do processo reduzindo assim uma fonte de desperdício. Com as *One Point Lessons* foi possível dotar os operadores de conhecimento e padronizar as ações destes. Através da ferramenta 5 S foi possível construir uma base para a aplicação de qualquer melhoria, uma vez que esta ferramenta é a base de qualquer metodologia de melhoria contínua. Na parte final do trabalho, foi projetada a evolução mensal dos indicadores de qualidade (litros perdidos e paletes não conformes). Uma proposta de ações de melhoria (que não foram realizadas) está descrita no trabalho uma vez que é expectável que a sua implementação represente ganhos de produtividade (PTU).

**PALAVRAS-CHAVE:** Melhoria contínua; *Lean*; *Kaizen*; Lacticínios; Formato *Edge*.

## **ABSTRACT**

Nowadays, organizations look to differentiate from their main competitors in the market by increasing their competitiveness by considering high quality and productivity standards. Their main goal is to adopt an approach of continuous improvement of quality in order to be better than other companies. To achieve success with continuous improvement actions, the institutions have implemented several tools (e.g., Lean and Kaizen tools), which promote an enhancement of productivity and efficiency by reducing waste and/or surplus. The Kaizen tool uses the creativity and participation of the organization's employees to solve problems and suggest strategies for improvement.

This dissertation project was developed in the food industry (Lactogal Produtos Alimentares, S.A.), which is dedicated to the commercialization of milk and its derivatives. The main objective of the project was the implementation of a methodology of continuous improvement in the production process of *Edge* format, which includes the measurement of the efficiency of the distribution lines and the quality of the final product. Throughout the development of this work, several methodologies (Lean and Kaizen) and continuous improvement tools were addressed, which allowed an in-depth analysis of the problems in the packaging line. The main reason for the stoppage on the packaging line is the failure to apply the interlayer followed by jamming in the turner, representing 23 % and 7 %, respectively, of the total number of stops. Thus, the improvement actions carried out led to a 57 % reduction in the number of occurrences due to failure in the application of the insert on line n° 6. Furthermore, it was possible, through a dynamic test, to remove the dumper from the process, reducing the generation of waste. One Point Lessons allowed to provide operators with knowledge and standardize their actions. Through the 5 S tool, it was possible to build a basis for the application of any improvement since this tool is the basis of any continuous improvement methodology. In the final part of the work, the monthly evolution of the quality indicators is projected (lost liters and non-conforming pallets). A proposal for improvement actions (which were not carried out) is described in the work since it is expected that its implementation will bring productivity gains.

**KEYWORDS:** Continuous improvement; Lean; Kaizen; Dairy; *Edge* format.

## ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xiii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	xiv
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos .....	1
1.3 Metodologia.....	1
1.4 Estrutura da Dissertação .....	3
<b>2. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO</b> .....	4
2.1 Apresentação da Empresa .....	4
2.2 Processo de Transformação de Leite.....	5
2.3 Embalagem de Formato <i>Edge</i> .....	8
2.4 Processo de Produção do Formato <i>Edge</i> .....	9
2.5 Setor do Enchimento e das Linhas de distribuição.....	10
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
3.1 Caracterização do Setor Agroalimentar de Laticínios .....	12
3.2 A Qualidade na Produção Industrial .....	13
3.3 Metodologias de Melhoria Contínua .....	15
3.3.1 Lean .....	16
3.3.2 Filosofia <i>Kaizen</i> .....	18
3.3.3 <i>Total Productive Maintenance</i> .....	19
3.4 Ferramentas <i>Kaizen</i> e <i>Lean</i> .....	20
3.4.1 Ciclo PDCA ( <i>Plan, Do, Check, Act</i> ).....	21
3.4.2 5 S .....	21
3.4.3 <i>Standard Work</i> .....	23
3.4.4 <i>Poka-Yoke</i> .....	23
3.4.5 <i>Kaizen</i> Diário .....	25
3.4.6 <i>Jidoka</i> .....	27
3.5 As Sete Ferramentas da Qualidade .....	29
<b>4. PROJETO DE MELHORIA CONTÍNUA</b> .....	31
4.1 Justificação do Projeto.....	31
4.2 Definição do Objetivo .....	34
4.3 Análise da situação atual .....	34

4.3.1 Avaliação das linhas de distribuição.....	34
4.3.2 Análise da divisão do tempo do processo.....	40
4.3.3 Desperdícios nos processos do <i>Gemba</i> .....	41
4.3.4 Tempo de acumulação nos transportadores .....	42
4.4 Análise das Causas-Raiz .....	42
4.5 Proposta e implementação de melhorias.....	44
4.5.1 <i>One Point Lessons (OPL)</i> .....	45
4.5.2 Eliminação do equipamento do processo .....	46
4.5.3 Alteração da gaveta do cartão.....	47
4.5.4 Aplicação de 5 S .....	49
4.5.5 Outras melhorias.....	53
4.6 Medição do impacto das melhorias no tempo de produção .....	55
4.7 Evolução mensal dos indicadores da qualidade do produto final .....	56
4.7.1 Abates.....	56
4.7.2 Paletes de produto não conforme .....	57
<b>5. CONCLUSÃO, LIMITAÇÕES E PERSPETIVAS FUTURAS .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO I – LAYOUT DA LINHA DE EMBALAMENTO <i>EDGE</i> .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO II – FOLHA DE REGISTOS DAS PRINCIPAIS PARAGENS NA LINHA .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO III – INVENTÁRIO DAS PRINCIPAIS CAUSAS DE PARAGEM DOS EQUIPAMENTOS .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO IV – IMAGENS DA APLICAÇÃO DE 5 S NA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO .....</b>	<b>68</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Etapas da metodologia aplicada.....	2
<b>Figura 2</b> - Unidade fabril de Modivas (Proleite, 2017) .....	5
<b>Figura 3</b> - Processo de transformação do leite na empresa Lactogal.....	6
<b>Figura 4</b> - Constituição das embalagens Tetra Pak (Adaptada de Tetra Pak, s.d).....	8
<b>Figura 5</b> - Embalagem de formato Edge.....	9
<b>Figura 6.</b> Sequência de equipamentos que constituem o processo produtivo do formato Edge 1L... ..	10
<b>Figura 7.</b> Representação do tempo total em atividades de valor acrescentado. ....	11
<b>Figura 8</b> - Produção anual de leite de vaca em Portugal entre 2016 e 2020 (INE, acedido a 3 de dezembro de 2021).....	12
<b>Figura 9</b> - Evolução do consumo de produtos lácteos em Portugal.....	13
<b>Figura 10</b> - Eras da qualidade .....	15
<b>Figura 11</b> - Os sete desperdícios identificados pela produção Lean (adaptado de Taiichi Ohno, 1988) .....	17
<b>Figura 12</b> - Equipas Naturais no Kaizen Diário (adaptado de Kaizen Institute, s.d.).....	25
<b>Figura 13</b> - Níveis de Kaizen Diário (adaptado de Kaizen Institute, s.d).....	26
<b>Figura 14</b> - Matriz de Prioridades para a definição das tarefas a normalizar (adaptado de Kaizen Institute, s.d.) .....	27
<b>Figura 15</b> - Ferramenta Andon aplicada nas instalações da empresa Lactogal.....	28
<b>Figura 16</b> - Gráfico da variação do PTU (%) das linhas de embalagem do formato Edge 1 L, entre 2017 e 2021, e respetivas quantidades de embalagens produzidas nesse período. ....	32
<b>Figura 17</b> - Gráfico representativo das 5 maiores paragens da máquina de enchimento em relação ao fator tempo (horas:minutos:segundos) durante o mês de fevereiro de 2022. ....	33
<b>Figura 18</b> - Gráfico de Pareto representativo das principais ocorrências, por motivos de paragens, nas linhas de distribuição.....	36
<b>Figura 19</b> - Gráfico de Pareto representativo do número de paragens por equipamento da linha de distribuição. ....	38
<b>Figura 20</b> - Gráfico de Pareto representativo do tempo (min) de avaria de cada equipamento da linha de distribuição.....	39
<b>Figura 21</b> - Gráfico representativo da divisão do tempo total do processo no período anterior e após a fixação das linhas de distribuição a cada máquina de enchimento.....	40

<b>Figura 22</b> – 4 M'S (Diagrama de Ishikawa) para a falha aplicação do intercalar. ....	43
<b>Figura 23</b> - 4 M's (Diagrama de Ishikawa) para o encravamento no virador. ....	44
<b>Figura 24</b> - OPL implementada junto ao posto de trabalho relativamente à correta colocação do intercalar no equipamento. ....	46
<b>Figura 25</b> - Imagem ilustrativa da ação de melhoria gerada pela remoção do virador de embalagens do processo. ....	47
<b>Figura 26</b> - Imagem ilustrativa do problema de falha na aplicação do intercalar. A gaveta fecha em cima do cartão.....	48
<b>Figura 27</b> - Ação de melhoria (redução do comprimento da gaveta) realizada na gaveta da linha de distribuição n° 6 (antes da ação - imagem à esquerda; Depois da ação - imagem à direita).....	48
<b>Figura 28</b> - Comparação do número de paragens registadas antes e depois da execução da ação de melhoria (redução do comprimento da gaveta).....	49
<b>Figura 29</b> - Marcação da zona piloto no chão de fábrica (linha de distribuição n° 6). ....	50
<b>Figura 30</b> - Imagem da aplicação do 1°S: eliminação de material desnecessário na linha. Imagem à esquerda, eliminação das aparas de cartão e na imagem à direita eliminação de um utensílio de limpeza e de um outro utensílio pertencente a outra linha de distribuição.....	51
<b>Figura 31</b> - Imagem representativa do 2°S. Alocar cada material no devido lugar. Na imagem à esquerda, encontra-se um problema de segurança uma vez que a colocação da fita cola no botão de emergência impede o acesso a este. ....	51
<b>Figura 32</b> - Colocação das paletes de cartão junto da máquina e definição das quantidades necessárias. ....	52
<b>Figura 33</b> - Imagem representativa da aplicação do 3°S na linha de distribuição. Os operadores procedem à limpeza e inspeção de modo a manter o padrão desejado na linha. ....	52
<b>Figura 34</b> - Alteração da posição da pega no pack. Pega longitudinal (esquerda) e pega transversal (direita). ....	54
<b>Figura 35</b> - Gráfico representativo da divisão do tempo de processo ao longo do tempo. ....	55
<b>Figura 36</b> - Gráfico da evolução mensal de litros perdidos.....	57
<b>Figura 37</b> - Gráfico da evolução mensal da quantidade de paletes não conformes que deram entrada no armazém de reaproveitamento.....	58

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Conceito de qualidade definido por vários autores (adaptado de Obolewicz, 2017) .....	14
<b>Tabela 2</b> - Exemplos de aplicação de metodologias, técnicas e ferramentas usadas na gestão da qualidade .....	16
<b>Tabela 3</b> – As cinco principais causas de avarias nos equipamentos (adaptado de Suzaki, 2010)....	20
<b>Tabela 4</b> - Custo e impacto da deteção de um produto não conforme em diferentes fases numa indústria (adaptado de Suzaki, 2010).....	24
<b>Tabela 5</b> . Valores de Mean time between failure (MTBF) obtidos para cada linha de distribuição.....	37
<b>Tabela 6</b> . Desperdícios em Lean manufacturing encontrados nos processos. ....	41

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

FSC – *Forest Stewardship Council*

IFS – *International Food Standards*

ISO - *International Organization for Standardization*

JIT – *Just in Time*

KD – *Kaizen Diário*

KPI – *Key Performance Indicators*

MTBF – *Mean Time Between Failure*

OECD - *Organization for Co-operation and Development*

OPL – *One Point Lesson*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PLMS – *Packaging Line Monitoring System*

PTU - *Production Time Utilization*

SDCA – *Standardize, Do, Check, Act*

SGQ – *Sistema de Gestão da Qualidade*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TQM – *Total Quality Management*

UHT - *Ultra High Temperature*

VNA – *Valor não acrescentado*

VSM – *Value Stream Mapping*

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Enquadramento**

A Lactogal Produtos Alimentares, S.A. ambiciona ser uma empresa reconhecida pelos padrões de qualidade na génese dos seus produtos e na excelência dos seus serviços, de modo a satisfazer o consumidor final.

O projeto desenvolvido surgiu da necessidade de implementar uma metodologia de melhoria contínua na produção de embalagens de uma empresa do setor alimentar. Após a implementação da metodologia, pretende-se reduzir ou, se possível, eliminar os problemas que surgem nas linhas de distribuição e que estão diretamente relacionados com a qualidade do produto final.

A melhoria contínua é um tema com total preponderância no mundo industrial, pois quando implementada permite que as organizações se diferenciem dos seus principais concorrentes, no que diz respeito ao ciclo de vida dos seus produtos e serviços, com a qualidade como um fator primordial.

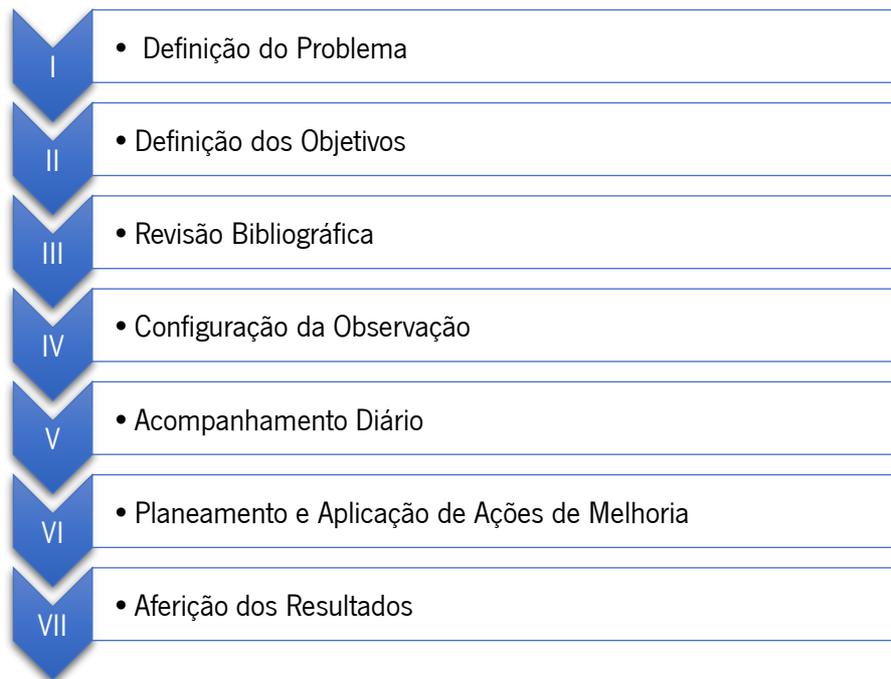
### **1.2 Objetivos**

Este projeto teve como objetivo avaliar o processo produtivo de leite *UHT* numa indústria alimentar, abordando a eficiência e a qualidade no produto final. Para além do objetivo final ser a implementação de uma melhoria contínua no setor de distribuição, pretendeu-se, paralelamente, atingir os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o desempenho atual do processo produtivo;
- Aumentar a produtividade do processo (PTU);
- Compreender no setor de distribuição quais as principais ocorrências;
- Criar rotinas que visem melhorar o desempenho das linhas de distribuição do formato *Edge*;
- Desenvolver competências profissionais em ambiente empresarial.

### **1.3 Metodologia**

Esta dissertação seguiu uma abordagem metodológica positivista, uma vez que o projeto foi realizado a partir de uma realidade observável da qual se extraíram dados fiáveis. Deste modo, para a elaboração do projeto, seguiu-se uma metodologia que compreende as seguintes etapas evidenciadas na figura 1.



**Figura 1** - Etapas da metodologia aplicada

**Etapa I** – Esta foi a etapa inicial da dissertação. Consistiu na definição do problema e reflexão e consulta de referências bibliográficas sobre o tema.

**Etapa II** – No decorrer da dissertação, o estagiário deve cumprir os objetivos definidos aquando do início do projeto, tanto os objetivos inerentes ao projeto como no que diz respeito a competências profissionais.

**Etapa III** – Pesquisa e recolha de informação sobre o tema de dissertação de modo a elaborar um capítulo de reflexão sobre os principais assuntos do tema principal.

**Etapa IV** – Consistiu na elaboração da folha de registo de paragens e a realização do inventário de motivos de paragens mais frequentes em cada equipamento de linha, para obtenção de dados sobre as linhas de distribuição.

**Etapa V** – A etapa do acompanhamento diário, englobou o tratamento da informação obtida das folhas de registos e a determinação das causas-raiz do maior problema diagnosticado no dia anterior, recorrendo a ferramentas como 4 M's e 5 porquês.

**Etapa VI** – Esta etapa constituiu o momento mais delicado da dissertação, pois foi o momento de aplicação e manutenção das ações de melhoria identificadas.

**Etapa VII** – A sétima etapa visou a análise do processo depois de implementadas as ações de melhoria, através da realização de um balanço do impacto das melhorias.

## **1.4 Estrutura da Dissertação**

A presente dissertação encontra-se estruturada em 5 capítulos onde são apresentados os pressupostos e o desenvolvimento do trabalho do estagiário. Cada capítulo é também constituído por um conjunto de subcapítulos.

O primeiro capítulo, “Introdução”, contempla um breve enquadramento do tema desenvolvido, a definição dos objetivos, a definição da metodologia utilizada e, por fim, a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, “Apresentação do Local de Estágio”, é feita uma apresentação da entidade acolhedora, explicando o processo de transformação de leite na empresa Lactogal Produtos Alimentares S.A., a embalagem de formato *Edge* e o processo produtivo da mesma.

No terceiro capítulo, “Revisão Bibliográfica”, são apresentados os fundamentos e o enquadramento teórico do tema selecionado para a elaboração da dissertação. Neste capítulo são abordados o setor agroalimentar e o dos laticínios em particular, a qualidade e metodologias de melhoria contínua assim como as ferramentas associadas. O último assunto da revisão incide nas ferramentas da qualidade.

O quarto capítulo constitui o “Projeto de Melhoria Contínua”, onde se realizou uma avaliação da condição inicial das linhas de distribuição, a análise das causas-raiz para os problemas encontrados e, também a proposta e implementação das ações de melhoria.

O capítulo “Conclusão, limitações e Perspetivas Futuras” inclui referências às opções tomadas, algumas considerações finais sobre o projeto realizado e o trabalho futuro a desenvolver.

## 2. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

### 2.1 Apresentação da Empresa

A Lactogal Produtos Alimentares S.A. é uma empresa fundada em 1996 e surgiu através da fusão de três cooperativas: a Cooperativa Agros, a Cooperativa Lacticoop e a Proleite/Mimosa S.A. Esta sociedade tem como principal objetivo a produção e comercialização de leite e seus derivados.

Esta indústria alimentar comercializa marcas como Mimosa, Agros, Matinal, Vigor, Gresso, Pleno, Adagio, Castelões, Milhafre dos Açores, Primor, Serra Dourada, Castelinhos, Serra da Penha e Freshky (Lactogal, 2019).

Os estabelecimentos da empresa Lactogal Produtos Alimentares S.A. - unidades fabris, plataformas logísticas e delegações comerciais - estão localizados em Portugal Continental, no arquipélago dos Açores e em Espanha. Em Portugal Continental existem, atualmente, três unidades fabris localizadas na Tocha, em Modivas (Vila do Conde) e em Oliveira de Azeméis. A sede da empresa está situada na Rua do Campo Alegre, Porto (Lactogal, 2019).

Em 2020, a Lactogal processou um volume de leite que ultrapassou 819 milhões de litros. A empresa Lactogal detém uma quota de 60 % do mercado português no setor de laticínios (Lactogal, 2019). As vendas nos mercados externos representam cerca de 22,6 % do total de vendas da empresa. Esta empresa está presente em 41 mercados e 5 continentes. Por fim, a título de curiosidade, a Lactogal vende, em média, 45 unidades por segundo, possui 20 080 clientes ativos e ainda apoia instituições sem fins lucrativos através de donativos.

A unidade fabril localizada em Modivas (Figura 2) foi o local de realização da dissertação. Esta foi inaugurada em 2005 e é responsável pela produção de leite simples, nata e leite aromatizado. De notar que no ano de 2015, esta indústria foi alvo de uma atualização dos equipamentos de modo a iniciar a utilização de embalagens do formato *Edge*.



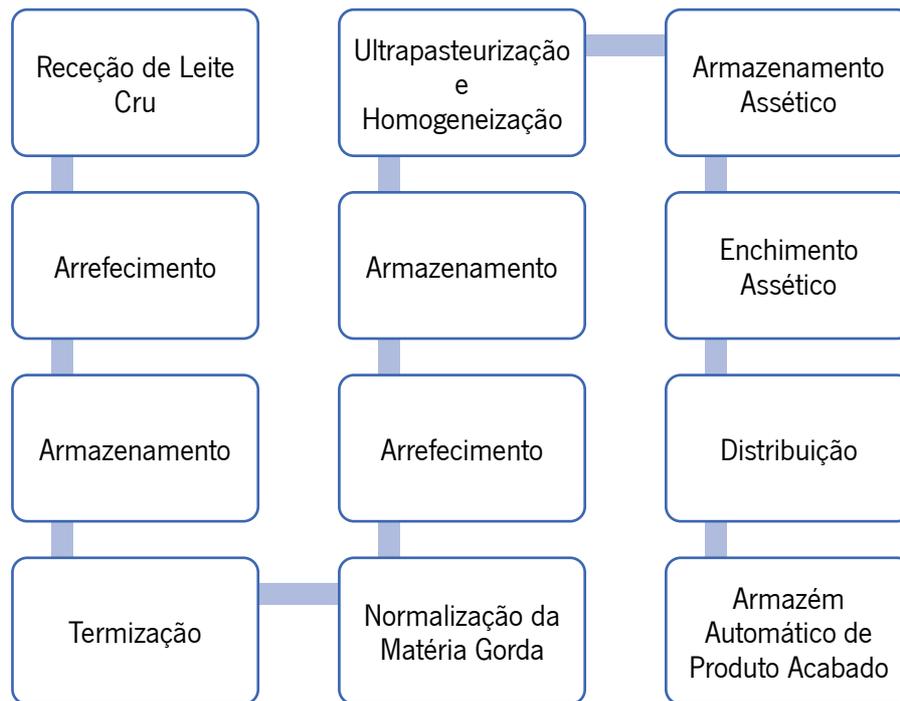
**Figura 2** - Unidade fabril de Modivas (Proleite, 2017)

A empresa Lactogal preocupa-se com a saúde dos seus consumidores e, neste sentido, compromete-se com o desenvolvimento de produtos respeitando padrões máximos de qualidade e segurança. Assim, esta empresa encontra-se certificada pela ISO 9001 (Sistema de Gestão de Qualidade), bem como pelo *International Food Standard* (IFS). No que confere a exportações, a Lactogal também possui certificação para mercados árabes de modo a garantir que os seus produtos não são de origem suína.

## **2.2 Processo de Transformação de Leite**

A empresa Lactogal, de modo a garantir a qualidade do leite que chega ao consumidor final, estabelece um conjunto de boas práticas que se iniciam logo no processo de ordenha dos bovinos. Neste processo, que ocorre nas explorações agrícolas, os produtores procuram atingir padrões de qualidade elevados da sua matéria-prima.

Na Figura 3 é apresentado um esquema representativo do processo de transformação de leite na empresa Lactogal, desde a sua receção até à expedição para posterior comercialização.



**Figura 3** - Processo de transformação do leite na empresa Lactogal

A primeira etapa do processo refere-se à receção do leite cru na empresa. O transporte desde o local da ordenha até à unidade fabril de Modivas é feito por camiões-cisterna a uma temperatura de refrigeração adequada, entre 0 °C e 4 °C, de forma a evitar a proliferação de microrganismos.

Assim que o camião-cisterna chega à Lactogal, é recolhida uma amostra para avaliar se o leite se encontra em condições de prosseguir para o processo de transformação. São realizadas análises ao leite que incidem sobre o sabor, cheiro, temperatura, pH (deverá estar entre 6,6 e 6,8), teste à presença de inibidores (antibióticos), prova de álcool a 80 % (não deve ocorrer a coagulação do leite) e acidez. Este controlo analítico tem curta duração (aproximadamente 8 minutos) e, caso apresente alguma anomalia nas análises, o leite é descartado.

Paralelamente, é recolhida uma amostra automática na receção para determinar outros parâmetros como células somáticas, microrganismos e análises físico-químicas.

Com as análises realizadas, e estando o leite em conformidade, este cumpre os requisitos para dar continuidade ao seu circuito na indústria.

Desta forma, o leite é descarregado e arrefecido entre 2 °C e 6 °C num permutador de placas e, posteriormente, armazenado em tanques verticais (tanque 1 ao tanque 6) incorporados com agitadores para impedir a separação da nata por gravidade.

A etapa seguinte é a termização (o leite é aquecido a 64 °C durante 15 segundos). Esta fase tem como principal objetivo a eliminação de uma grande fração de microrganismos presentes e, eventualmente, microrganismos patogénicos. Simultaneamente, ocorre a normalização da matéria gorda, etapa onde ocorre a desnatação do leite numa centrífuga (conseguida através da agitação provocada no interior deste equipamento). De notar que, após a separação da matéria gorda do leite, a gordura é adicionada automaticamente pelo equipamento, mediante o teor mínimo pretendido para cada tipo de leite:

- Leite magro não é adicionado nata (gordura);
- Leite meio gordo é adicionado 1,6 % (m/m);
- Leite gordo é adicionado 3,6 % (m/m).

De seguida, o leite é novamente arrefecido até uma temperatura inferior a 6 °C e armazenado em tanques de leite termizado (leite já normalizado). Num momento posterior, são recolhidas novas amostras para análises físico-químicas e microbiológicas para certificar a qualidade do produto.

Devido ao aquecimento do leite durante estas fases de termização e normalização, ocorre um arrefecimento prévio ao armazenamento.

A etapa subsequente é o tratamento *UHT (Ultra High Temperature)*. Este ocorre a 141 °C durante 6 segundos. O arrefecimento é feito por permutadores de placas até 20 °C. Este tratamento *UHT* provoca a destruição de todos os microrganismos com potencial para se desenvolverem. Após o tratamento *UHT*, ocorre a homogeneização em condições assépticas com o objetivo de evitar a formação de nata. O leite ultrapasteurizado é armazenado em dez tanques com capacidade de 2000 L, sempre que existam diferenças entre a quantidade de leite que está a ser tratada e a quantidade que está a ser embalada.

De seguida, ocorre o enchimento assético, onde a embalagem ganha forma com a presença do leite no seu interior. O embalamento é realizado em condições assépticas através de máquinas da *Tetra Pak*.

Após o enchimento, as embalagens são encaminhadas por transportadores até às respetivas linhas de distribuição para serem colocadas as tampas e agrupadas em *packs* de 6 embalagens com plástico e pega. Por fim, são colocados em paletes de 125 unidades, por via de um paletizador.

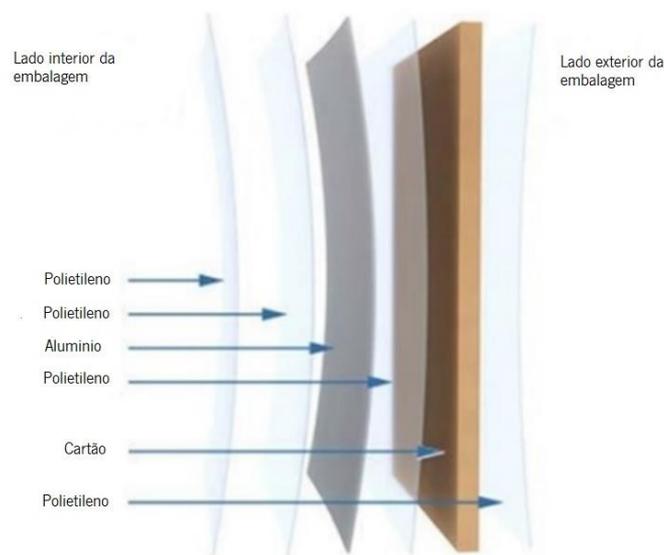
Terminada esta etapa, as embalagens de leite branco são transportadas para o armazém automático para serem comercializadas.

### 2.3 Embalagem de Formato *Edge*

As embalagens desempenham um papel fundamental na indústria alimentar devido às suas múltiplas funções, nomeadamente proteção, conservação, informação e comodidade para o consumidor.

A embalagem de formato *Edge* é fornecida pela *Tetra Pak* num molde de rolo, sendo uma vantagem no que diz respeito ao transporte e ao armazenamento. Normalmente, esta embalagem possui um tipo de abertura realizada em dois passos, que se denomina de "*Lightcap*". Este tipo de embalagem é diferenciador dos restantes produzidos na unidade fabril. Assim que o produto final está produzido, a forma da embalagem *Edge* facilita o seu armazenamento, empilhamento e distribuição, reduzindo o custo associado ao transporte. Além disso, é possível uma otimização até 99 % das paletes com empilhamento organizado no transporte, possibilitando uma proteção máxima com danos mínimos associados (Tetra Pak, s.d.).

As embalagens *Tetra Pak* são constituídas por sequência de cartão, alumínio e polietileno de origem vegetal (Figura 4).



**Figura 4** - Constituição das embalagens *Tetra Pak* (Adaptada de Tetra Pak, s.d)

As embalagens em formato *Edge* são embalagens inovadoras, adaptadas para bebidas à temperatura ambiente. Esta embalagem tem um perfil mais fino e mais comprido, criando um impacto visual atrativo nas prateleiras.

Cerca de 89 % da embalagem é constituída por matérias-primas de origem vegetal, permitindo à empresa Lactogal melhorar o perfil ambiental das embalagens de leite da marca Mimosa (Figura 5). Este tipo de embalagem, certificada no âmbito florestal pela FSC®, é produzida a partir de cana-de-açúcar e proporcionou melhorias na sustentabilidade ambiental, com uma redução de 21 % das emissões de dióxido de carbono comparativamente com a embalagem anterior (Lactogal, 2019).



**Figura 5** - Embalagem de formato *Edge*

## **2.4 Processo de Produção do Formato *Edge***

As embalagens de formato *Edge* começaram a ser utilizadas no processo produtivo no ano de 2015 na unidade fabril de Modivas.

O processo de enchimento é composto por quatro máquinas de enchimento - M604, M607, M619 e M620 - exclusivas para este formato. O processo é ainda composto por cinco linhas de distribuição - L1, L2, L3, L4, L6 - também destinadas exclusivamente ao formato *Edge*. O facto de existir mais uma linha de distribuição do que as máquinas de enchimento permitem que, mesmo que ocorra algum problema numa linha, haja uma linha de distribuição disponível de modo a não parar a máquina de enchimento.

Assim que a embalagem sai do interior da máquina de enchimento para o transportador, é necessária a presença de um equipamento que estabeleça a ligação entre o transportador da máquina e as várias linhas de distribuição. Este equipamento designa-se de *multi-switch*.

No momento em que a embalagem chega à linha de distribuição, esta percorre a linha de forma automática e contínua, passando por vários equipamentos, respetivamente (ver figura 6 e layout no anexo I):

- *Capper* - equipamento responsável pela colocação da tampa na embalagem;
- Repartidor – equipamento responsável por dividir as embalagens em duas filas, isto é, divide o transportador em dois;
- Virador – equipamento responsável por colocar as embalagens posicionadas com as tampas adjacentes;
- *Condi* - equipamento responsável por formar os *packs*. Apenas permite a entrada de 6 embalagens (3 pacotes de um transportador e 3 pacotes de outro transportador). Aquando da entrada na *condi*, ocorre a colocação de um cartão intermédio, entre os pacotes, e posteriormente o envolvimento da embalagem com plástico;
- *Cefma* – equipamento responsável pela colocação da pega na embalagem;
- Paletizador – equipamento responsável pela compressão dos *packs* para formar a respetiva palete.



**Figura 6.** Sequência de equipamentos que constituem o processo produtivo do formato *Edge* 1L.

## 2.5 Setor do Enchimento e das Linhas de distribuição

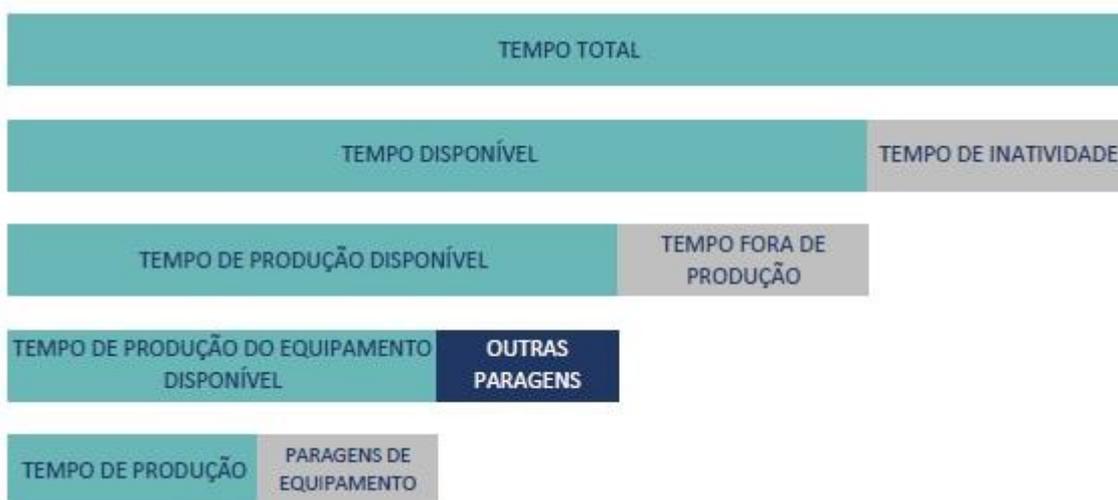
A área de enchimento é composta por máquinas de enchimento que possuem um software fornecido pela *Tetra Pak*, que é parceira da organização e que por sua vez é a fabricante das máquinas de enchimento e da matéria-prima da embalagem do produto final.

O software é denominado por PLMS e é constituído por duas partes: (1<sup>a</sup>) utilizada como base de dados e de informação para obter indicadores de eficiência das máquinas de enchimento relativos a períodos anteriores; (2<sup>a</sup>) permite uma obtenção dos indicadores de eficiência em tempo real.

A eficiência das máquinas de enchimento está diretamente ligada à eficiência das linhas de distribuição, dado que se trata de uma linha de produção contínua e automática, na qual uma paragem demorada ou

uma sequência de micro paragens podem gerar uma paragem a montante da linha, ou seja, na máquina de enchimento.

Para uma melhor perceção do funcionamento da monitorização do tempo dos processos pelas máquinas de enchimento, a Figura 7, mostra a divisão do tempo total dos processos.



**Figura 7.** Representação do tempo total em atividades de valor acrescentado.

As atividades de valor não acrescentado (VNA) dizem respeito, na maioria das vezes, ao tempo de inatividade, que corresponde ao tempo em que o equipamento não é utilizado, mas encontra-se operacional e sem qualquer limitação. De seguida surge o tempo fora de produção, que traduz o intervalo de tempo utilizado para a fase de preparação de produção, a fase pós-produtiva (limpezas) e manutenções previstas. A partir desta fase, surgem as duas grandes atividades de valor não acrescentado, que são designadas por “outras paragens” ou por “paragens de equipamento”. O grande fator distintivo entre estes dois tipos de paragens é o local onde estas ocorrem. As paragens de equipamento dizem respeito a paragens em que a causa está na máquina de enchimento, as outras paragens derivam de problemas fora da máquina de enchimento, ou seja, a jusante desta, nas linhas de distribuição.

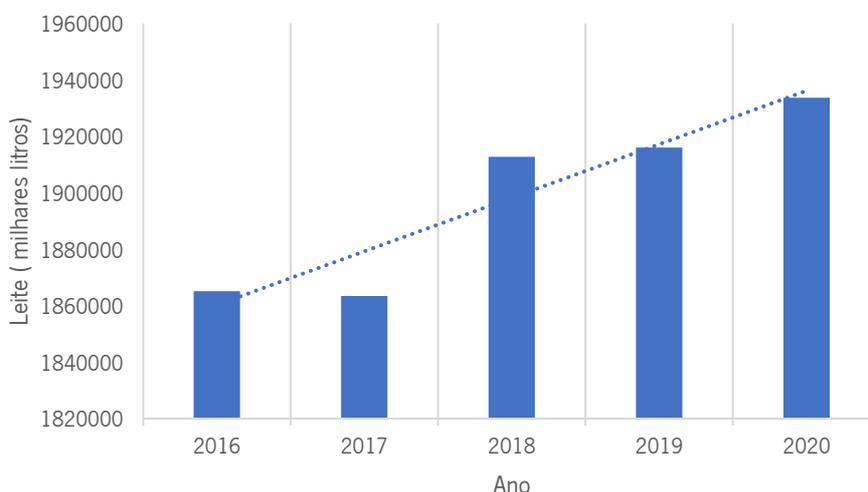
### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Caracterização do Setor Agroalimentar de Laticínios

O setor agroalimentar dos laticínios é um setor que possui como matéria-prima o leite. Alguns dos produtos com origem neste setor são o leite *UHT*, as manteigas, os queijos, as natas e os iogurtes. O leite é um alimento de enorme riqueza nutricional, sendo uma boa fonte de proteínas, gordura e açúcares (lactose) (Burke *et al.*, 2018). Esta abundância nutricional é distribuída pelos seus derivados, contudo em proporções diferentes (Lactogal, 2019).

Em Portugal Continental, a produção de leite (destinado ao consumo humano, cru ou submetido a processos de tratamento pelo calor) tem crescido entre o ano de 2016 e o ano de 2020 (Figura 8). No período em análise, o ano de 2020 foi o que apresentou o valor mais elevado de produção de leite, registando 1933 milhões de litros. Em sentido inverso, no ano de 2017 obteve-se a produção de leite mais baixa para o mesmo período (INE, acedido a 3 de dezembro de 2021).

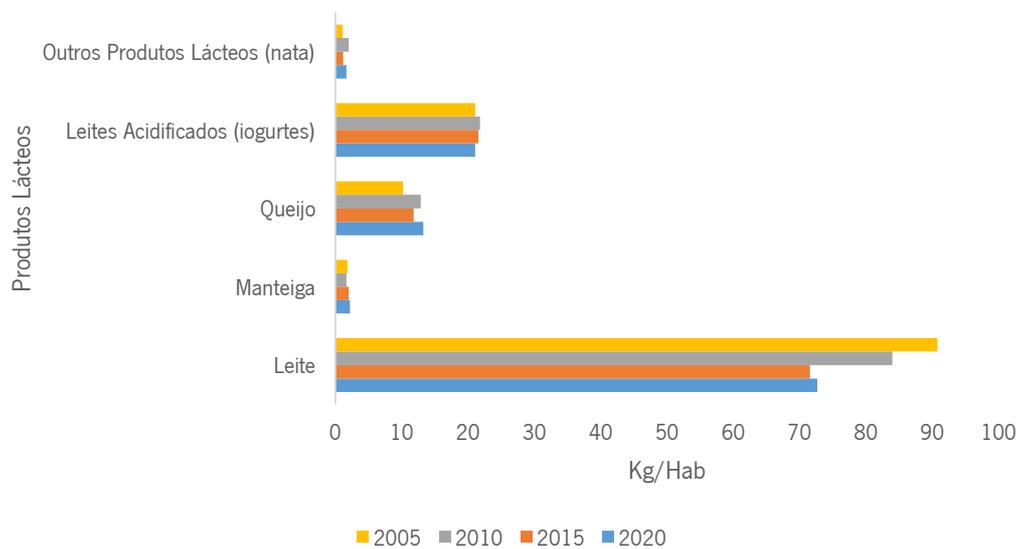
A empresa Lactogal processou um total de 819 milhões de litros no ano de 2020, correspondendo a 42 % do leite total produzido em Portugal Continental. Segundo a OECD (2020), espera-se que a produção mundial de leite aumente 1,6 % até 2029.



**Figura 8** - Produção anual de leite de vaca em Portugal entre 2016 e 2020 (INE, acedido a 3 de dezembro de 2021)

Ao contrário da produção de leite, verificou-se uma tendência decrescente no consumo de leite per capita entre 2005 e 2020 (Figura 9). Pelo contrário, o consumo de produtos derivados do leite, como manteiga e queijo, aumentou ligeiramente no período em análise. Já o consumo de nata e iogurtes tem-se mantido

constante ou com pequenas variações. Desta forma, consegue-se prever que o mercado dos produtos lácteos não está a corresponder ao aumento da produção de leite.



**Figura 9** - Evolução do consumo de produtos lácteos em Portugal

### 3.2 A Qualidade na Produção Industrial

A satisfação das necessidades humanas é um aspeto relevante para o desenvolvimento da tecnologia moderna. Com o mercado extremamente competitivo, este fator de qualidade é, muitas vezes, o que permite a diferenciação das indústrias.

A qualidade é um conceito usado frequentemente no ramo da engenharia e em ambiente industrial e que acompanhou a humanidade desde os tempos antigos. Apesar de a definição de qualidade ser facilmente percebida pela humanidade, surgem por vezes algumas questões, sendo estas maioritariamente relacionadas com divergências de interpretação. Ao longo dos séculos, surgiram várias definições de qualidade (Tabela 1), como são o caso dos “gurus da qualidade”, onde cada um possui uma definição própria para este termo (Obolewicz, 2017).

**Tabela 1** - Conceito de qualidade definido por vários autores (adaptado de Obolewicz, 2017)

<b>Autor</b>	<b>Definição</b>
<b>Deming (1991)</b>	A qualidade dos seus produtos apenas pode ser definida pelo cliente.
<b>Juran (1999)</b>	A qualidade é a “aptidão para o uso”. O produto ou o serviço deve ser desenhado de modo a cumprir os requisitos do cliente.
<b>Ishikawa (1985)</b>	A melhoria da qualidade é um processo contínuo. Para isso, o foco não deve estar apenas no produto final ou serviço, mas sim em toda a organização. A qualidade é um grau de satisfação dos requisitos dos utilizadores.
<b>Taguchi (1960)</b>	A qualidade é a perda gerada pelo produto na sociedade.
<b>Crosby (1979)</b>	A qualidade é a conformidade com os requisitos. Qualidade implica zero defeitos.

O conceito de qualidade adquiriu especial relevância no século passado, após o desenvolvimento tecnológico. Com a evolução industrial no decorrer de 1920, após a primeira guerra mundial, surgiu a inspeção final, com vista à avaliação do produto final e, posteriormente, à separação do produto final com defeito do produto final em conformidade (Sousa, 2019). Contudo, para as empresas acautelarem a qualidade dos seus produtos, era necessária uma inspeção completa.

Uma vez que a realização deste passo era dispendiosa e incomportável para a maioria das empresas, Walter Shewart desenvolveu uma ferramenta de controlo de processos, o gráfico de controlo (cartas de controlo). A proposta deste autor consistia no método de inspeção por amostragem em vez de um método de inspeção completo. Este método consistia numa inspeção de uma amostra por lote sendo posteriormente avaliada a aceitação ou rejeição deste (Matos, 2016).

A terceira era da qualidade diz respeito à Garantia de Qualidade que surgiu radicalmente e é um conceito totalmente voltado para o utilizador do produto final. Especialistas como Feigenbaum realçaram que a garantia da qualidade não podia ser obtida capitalizando o controlo apenas nos processos de produção. As empresas evidenciaram que a maioria dos defeitos identificados não estariam ligados à produção, mas sim a desvios nos processos, nas matérias-primas e em tecnologias pouco fiáveis. Assim, nesta fase, a qualidade começou a ser reconhecida como um comprometimento de todos os departamentos da organização. Deste modo o consumidor tem a garantia de que o produto segue determinados padrões (Matos, 2016).

Posteriormente, surgiu a fase da gestão da qualidade que procura satisfazer os clientes. Nesta fase, a qualidade passa a ser definida pelo cliente final, ou seja, é suficiente a ocorrência de um retorno positivo

por parte deste. Conseqüentemente, as empresas começaram a investir em estudos de mercado para compreender melhor o seu público-alvo obtendo informações como os seus hábitos de consumo, preferências, poder de aquisição, entre outros (Costa, 2013).

Após estas fases, surgiu a Era da Qualidade Total. No controlo da qualidade total do produto, a verificação da qualidade do produto é necessária em todas as etapas do ciclo de vida do produto final. Esta era é, atualmente, onde as empresas se encontram e tem como pilares o foco no cliente e a melhoria contínua, a implementação de sistemas de gestão da qualidade (SGQ) e o incentivo da cultura de qualidade na empresa (Yang, 2017).

Na Figura 10, está representada uma ilustração sequencial das eras da qualidade acima referidas.



**Figura 10** - Eras da qualidade

### **3.3 Metodologias de Melhoria Contínua**

Atualmente, a qualidade é um parâmetro muito debatido em ambiente industrial, nomeadamente no que se refere à qualidade do produto final ou serviço prestado. Foram criadas metodologias com o objetivo de acrescentar valor ao produto final ou serviço e, por conseguinte, atribuir valor à organização.

As metodologias de melhoria contínua são aplicadas mediante o que o processo está a exigir e também o objetivo que a organização estabeleceu para um determinado produto. Na Tabela 2 são apresentadas metodologias, técnicas e ferramentas associadas a determinados objetivos dentro de uma organização.

**Tabela 2** - Exemplos de aplicação de metodologias, técnicas e ferramentas usadas na gestão da qualidade

Metodologias para estabelecer um processo de produção mais eficiente	Técnicas para organizar o espaço de trabalho e reduzir perdas ou defeitos	Ferramentas para identificar causas de um determinado problema
<i>TQM</i> – Gestão da Qualidade Total	<i>Kanban</i>	Análise dos 5 “porquês”
<i>TPM</i> – Manutenção Produtiva Total	Eliminar as sete classes de desperdícios ( <i>muda</i> )	Sete ferramentas clássicas
<i>VSM</i> – Mapeamento do fluxo de valor	Método 5 S	Método <i>4W1H</i>
<i>TFM</i> – Gestão do Fluxo Total	Gestão Visual	Diagrama de <i>Ishikawa</i>
<i>TSM</i> – Gestão Serviço Total		

### 3.3.1 Lean

Produção *Lean*, ou pensamento *Lean*, tem como principal objetivo a obtenção de melhorias na qualidade sem acréscimo de custos, favorecendo a redução de desperdício (*muda*), principalmente em movimentos e conjunto de processos desnecessários e em excesso de *stock* na cadeia de abastecimento (Dahlgard e Dahlgard-Park, 2006). Alguns consultores da indústria afirmam que cada etapa do processo deverá acrescentar valor ao produto final e que, no sentido inverso, todas as etapas que não acrescentem valor ao produto final deverão ser excluídas do processo (Jacob, 2014).

A base do pensamento *Lean* deriva de uma outra metodologia, a produção *Just-In-Time* (JIT). Esta metodologia pioneira, foi implementada na empresa Toyota (Japão), tendo Henry Ford usado conceitos *JIT* para, por exemplo, simplificar as suas linhas de montagem na produção de automóveis.

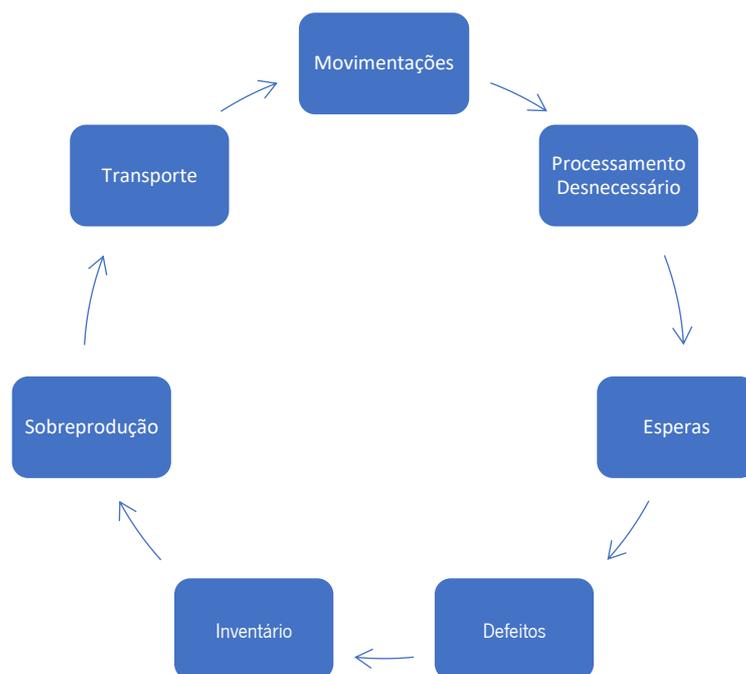
O valor para o cliente, no contexto de produção *Lean*, é definido como algo pelo qual o cliente está disposto a pagar. Já o desperdício é definido como algo que não acrescenta valor na perspetiva do cliente. Alguns exemplos de desperdícios no processo englobam produtos defeituosos, produção em excesso, *stock*, etapas do processo e espera.

A produção *Lean* é também baseada numa lógica em que nada será produzido até que seja necessário. A quantidade da produção é criada pela procura pelo produto nesse momento. Esta metodologia visa obter altos níveis de qualidade em cada etapa do processo, relações de fornecedores fortes e uma procura bastante previsível sobre o produto final (Jacob, 2014).

Esta metodologia de melhoria contínua tem como base alguns princípios, nomeadamente (Johansson e Nafisi, 2020):

- **Valor** – importante para o cliente do processo;
- **Fluxo de Valor** – compreender quais são os passos que adicionam valor ao processo e os que não se devem realizar;
- **Fluxo** – manter o trabalho em movimento durante todo o tempo e eliminar os desperdícios que causam atrasos;
- **Sistema Pull** – método onde a produção só se realiza mediante os pedidos dos clientes;
- **Procurar a perfeição** – não há um nível ótimo de desempenho, apenas procurar melhorias continuamente.

Como já referido anteriormente, esta metodologia de produção foca-se, essencialmente, na redução de desperdícios. Este conceito de *muda* ficou conhecido por ser um dos mais importantes no que diz respeito à qualidade, através do método de produção da empresa Toyota, aplicado por Taiichi Ohno, que identificou os principais desperdícios que podem ocorrer na indústria (Figura 11).



**Figura 11** - Os sete desperdícios identificados pela produção *Lean* (adaptado de Taiichi Ohno, 1988)

Esta metodologia *Lean* é muito abrangente no que diz respeito a ferramentas utilizadas e, segundo Collier e Evan (2009), ferramentas tais como *Just-in-time* (JIT), *the "pull" system*, *Jidoka*, *Poka-Yoke*, *Kanban*, 5 S, *Value stream mapping* (VSM), manutenção produtiva total e *kaizen* são frequentemente empregues.

### 3.3.2 Filosofia *Kaizen*

*Kaizen* é composto por dois caracteres: “KAI” (“mudança”, “contínuo”) e ZEN (“bom”, “melhoria”), ou seja, significa melhoria contínua. Embora conhecida como um sistema de gestão, *Kaizen* é uma filosofia, isto é, um estilo de vida, um estado de espírito. Este conceito, como filosofia e sistema de gestão, converge para um propósito geral de trazer melhorias à organização (Aurel *et al.*, 2015).

*Kaizen* é uma filosofia de melhoria contínua que teve origem em meados do século XX. Cheser (1998), num estudo em indústrias japonesas, concluiu que a filosofia *Kaizen* originou um aumento da motivação e mudança positiva na atitude dos colaboradores. Este método ajuda a desenvolver a organização, através da utilização da criatividade e envolvimento das pessoas para a resolução de problemas e implementação de soluções que, não só visam reduzir os desperdícios, mas também se focam na normalização dos processos, reduzem os defeitos e a variabilidade dos produtos e aumentam a eficiência dos processos. Assim como no pensamento *Lean*, o significado de desperdício para a filosofia *Kaizen* corresponde a qualquer atividade que ao longo do processo adiciona custos sem acrescentar valor ao produto final.

Estabelecendo um paralelismo com os estilos de gestão europeus e americanos, tendo estes estilos um foco na inovação através de custos significativos, a gestão *Kaizen* promove a melhoria contínua em pequenas etapas, diariamente, com investimentos reduzidos e com a cooperação de todos os colaboradores da organização (Aurel *et al.*, 2015).

Segundo Aoki (2008), é viável expandir este método de melhoria contínua, contudo, para a mesma ser implementada com sucesso, é necessário cumprir determinados princípios. Existem cinco princípios fundamentais que estão incorporados em todas as ferramentas e comportamentos *Kaizen* (Kaizen Institute, s.d.):

- **Foco no cliente** – gerar valor para o cliente, identificando os seus interesses de modo a melhorar a sua experiência;
- **Eliminar desperdícios** - foco na criação de valor, gerando zero desperdícios;
- **Gemba** – deslocação ao “chão de fábrica”, de modo a seguir a ação;
- **Criação de equipas de trabalho** – definir objetivos para as equipas e proporcionar condições para os alcançar. Promover formação dos colaboradores;
- Estabelecer **indicadores de desempenho** nos processos.

O autor Imai (2012) destacou a necessidade de expor o conceito *House of Gemba*, que diz respeito a um dos cinco princípios da filosofia *Kaizen*. Este retrata as atividades fundamentais que devem ocorrer na indústria. Esta terminologia significa o “chão de fábrica” ou *gemba* em japonês. A melhoria contínua requer uma observação presencial, isto é, observar as atividades a decorrer no local onde o trabalho é normalmente efetuado. Assim, a realização de *Gemba Walks* permite adquirir um maior conhecimento sobre o processo produtivo e, deste modo, compreender um determinado problema ocorrido numa linha de produção. Este conceito de *Gemba Walk* foi criado e desenvolvido por Taiicho Ohno, um dos fundadores da *Toyota Production System* (Lienbengood *et al.*, 2013).

### **3.3.3 Total Productive Maintenance**

*Total Productive Maintenance* (TPM) é uma metodologia que implica o envolvimento de todos os colaboradores da empresa. O principal objetivo desta metodologia visa atingir a eficácia global do sistema de produção, através da cooperação dos colaboradores nas atividades de manutenção. Nesta abordagem, a metodologia TPM é muito semelhante à metodologia TQM (*Total Quality Management*) onde o envolvimento dos colaboradores é parte essencial e necessária para uma implementação de sucesso. Na qualidade (parâmetro cada vez mais medido e dos mais avaliados num processo de produção) deve-se optar por uma manutenção autónoma em vez de uma manutenção curativa.

Para garantir que não ocorrem avarias, devem-se eliminar as potenciais causas da avaria, isto é, os fatores intrínsecos ou extrínsecos associados a possíveis causas, tais como pó, ruídos, parafusos desapertados, desgaste do equipamento, entre outros. As avarias dos equipamentos num processo produtivo resultam, muitas vezes, da combinação destes fatores.

Tal como descrito anteriormente, o envolvimento dos colaboradores é fundamental para uma implementação de sucesso da metodologia. Os operadores de produção devem ser instruídos para ser atingida a meta de zero avarias, através da formação dos operadores. Deste modo, os operadores deverão aprender operações básicas como a arrumação e a limpeza dos equipamentos, a lubrificação e o aperto de parafusos, evitando assim um desgaste forçado do equipamento. Também deverão ser instruídos sobre os procedimentos adequados de operação dos equipamentos e da execução de manutenção autónoma aquando dos primeiros sinais de desgaste transmitidos pelo equipamento. Em relação às equipas de manutenção, estas deverão prestar auxílio e ajudar nas atividades de manutenção autónoma, proceder ao restauro dos equipamentos que demonstrem deterioração através de inspeções, identificação de anomalias nas estruturas dos equipamentos, tomada de ações corretivas e padronização

das condições de operabilidade e, por último, a aquisição de novos conhecimentos sobre a manutenção, com o intuito de atualizar o seu saber (Suzaki, 2010).

O objetivo principal da metodologia TPM é a manutenção do equipamento em condições adequadas ao fabrico de produtos com a qualidade esperada e garantia de que não ocorrem paragens não programadas (Garcia-Alvaraz *et al.*, 2017).

Na tabela 3 estão descritas as cinco principais causas de problemas nos equipamentos. De realçar que, normalmente, é a combinação destas cinco causas que provoca problemas nos equipamentos (Suzaki, 2010).

**Tabela 3** – As cinco principais causas de avarias nos equipamentos (adaptado de Suzaki, 2010)

1. Falha na manutenção das necessidades fundamentais do equipamento (limpeza, lubrificação, aperto de parafusos, etc.)
2. Falha na manutenção das condições corretas de funcionamento da máquina (temperatura, vibração, pressão, velocidade, etc.)
3. Falta de competências do operador ou da equipa de manutenção
4. Deterioração do equipamento (rolamentos, engrenagens, etc.)
5. Erros de desenvolvimento (materiais adicionados, dimensão, etc.)

### 3.4 Ferramentas *Kaizen* e *Lean*

*Lean* é uma filosofia de gestão focada na identificação e eliminação de desperdícios em todo o fluxo de valor de um produto. Esta metodologia é muitas vezes confundida com *Kaizen*, dada a sua complementaridade. Se por um lado a metodologia *Lean* tem como principal foco a redução de desperdícios e posterior aumento da rapidez dos processos, a metodologia *Kaizen* visa sobretudo aumentar a capacidade de desenvolvimento de uma organização, como por exemplo, através do envolvimento dos colaboradores na resolução dos problemas. Para ocorrer uma redução dos desperdícios no processo produtivo é necessário, inicialmente, fomentar o princípio de melhoria contínua na organização (colaboradores) que, por conseguinte, provocará os efeitos desejáveis como a redução dos desperdícios, aumento de produtividade, entre outros. Assim, pode-se afirmar que a filosofia *Kaizen* constitui um mecanismo para a melhoria do desempenho organizacional (Chan e Tay, 2018).

### 3.4.1 Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*)

Os produtos ou serviços devem ser acessíveis e com qualidade para que o cliente fique satisfeito com a compra e recomende o produto a terceiros e, conseqüentemente, permaneçam fiéis ao produto ou serviço. Para isso, é necessário que a empresa adote políticas de controlo de processo, de modo a garantir a qualidade no seu produto/serviço. Uma das ferramentas frequentemente utilizadas em melhoria contínua é o ciclo PDCA (Astutik *et al.* 2020).

Esta ferramenta, também conhecida como *Deming cycle*, foi desenvolvida por William Edward Deming e implementada com sucesso nas indústrias japonesas. Inicialmente, o ciclo PDCA foi utilizado para o controlo da qualidade do produto, mas até hoje tem sido reconhecido como uma política de melhoria de processos organizacionais. Em suma, o ciclo PDCA é caracterizado pelo foco na melhoria contínua com vista a melhorar a qualidade dos produtos e processos (Astutik *et al.* 2020).

O ciclo PDCA é dividido nas fases *Plan, Do, Check* and *Act* e podem ser explicadas do seguinte modo (Realyvásquez-Vargas *et al.* 2018):

- **Plan** – nesta fase inicial são identificadas todas as oportunidades de melhoria. Da mesma forma, a situação atual do processo a ser analisado é definida por via de dados, são determinadas as causas do problema e são propostas possíveis soluções para o problema;
- **Do** – nesta fase pretende-se implementar o plano de ação, selecionar e documentar as informações;
- **Check** – nesta etapa é efetuada uma análise dos resultados das ações implementadas na etapa anterior. É realizada uma comparação entre o antes e o depois, de modo a verificar se ocorreram melhorias e se os objetivos estabelecidos foram alcançados. Para esta etapa é utilizado o diagrama de *Pareto* como ferramenta de análise;
- **Act** – Esta última etapa do ciclo consiste no desenvolvimento de métodos que permitam alcançar o maior benefício da mudança.

### 3.4.2 5 S

5 S é uma filosofia de gestão japonesa que foi desenvolvida por Hiroyuki Hirano para a segurança do ambiente de trabalho. É uma ferramenta que teve origem numa ideia de organização e limpeza do local de trabalho, e cuja designação advém de cinco palavras japonesas, em que cada uma é iniciada pela terminologia *Se* ou *Shi* e definem ações (Makhija *et al.* 2021; Suárez-Barraza *et al.* 2011):

- **Seiri**: separação do material necessário do não necessário, eliminando assim o material desnecessário, isto é, proceder à identificação dos equipamentos, ferramentas e materiais que são considerados essenciais à produção.
- **Seiton**: definição do local para cada material, tendo em conta a frequência de utilização deste. Assim, todo o material necessário deverá ser mantido no local apropriado e, após cada utilização, deverá ser recolocado no seu sítio;
- **Seiso**: diz respeito à necessidade de manutenção de um local de trabalho limpo;
- **Seiketsu**: definição de procedimentos que permitam a manutenção dos primeiros 3S;
- **Shitsuke**: promover o sentido de autodisciplina nos colaboradores, de modo a obter a manutenção de rotinas de separação, definição e organização, limpeza e normalização fundamentais à implementação desta ferramenta no local de trabalho (*gemba*).

A ferramenta 5 S tem como principais objetivos a organização do local de trabalho, sobretudo o local de trabalho coletivo e a preparação do ambiente de trabalho para uma melhor manutenção de informações visuais. Assim, as ferramentas 5 S e Gestão Visual são técnicas com ligação entre si (Makhija *et al.* 2021).

A abordagem 5 S é, deste modo, voltada para a eliminação de desperdícios, promovendo um controlo visual e a preparação do local de trabalho, permitindo que as melhorias implementadas sejam efetuadas com sucesso. A implementação da ferramenta 5 S envolve todas as áreas da organização, desde a gestão de topo até aos colaboradores menos qualificados, incentivando uma cultura de melhoria contínua. É uma das melhores ferramentas para originar mudança de atitude entre os colaboradores, promovendo uma forma de os colaboradores se envolverem na melhoria das atividades do local de trabalho (Makhija *et al.* 2021). Ruiz *et al.* (2020) constataram que a ferramenta 5 S promoveu a melhoria de indicadores de produção, nomeadamente ao diminuir a taxa de incidentes, o tempo médio de inatividade, a reparação de equipamentos e a sobrecarga de trabalho. Esta ferramenta também permite melhorar a eficiência de produção, a segurança dos colaboradores e a organização do local de trabalho (Cierniak-Emerych e Golej, 2020).

Numa breve síntese, esta ferramenta tem como benefícios o aumento do nível de limpeza na organização, a perceção dos defeitos com maior facilidade, a diminuição de movimentos, dos custos e o aumento do índice de produtividade, qualidade e segurança na organização.

### **3.4.3 Standard Work**

*Standard Work* é uma ferramenta *Lean* desenvolvida por Ohno nos anos cinquenta e permite potenciar a melhoria dentro de uma organização (Oliveira e Fernandes, 2017). A definição dos padrões (*standards*) é das primeiras tarefas a executar para se obter uma melhoria nos processos. Com um maior número de padrões, maior é a possibilidade de um operador assumir várias tarefas com uma menor confusão e dificuldade. Assim, o estabelecimento de padrões permitirá combater eventuais problemas originados pela rotatividade elevada de operadores. Uma vez estabelecidos numa organização, estes padrões terão que ser monitorizados periodicamente e assim que necessário deverão ser revistos de modo a implementar eventuais melhorias nos procedimentos (Suzaki, 2010).

A padronização das tarefas é uma ferramenta que permite o envolvimento dos operadores e supervisores no processo de desenvolvimento das mesmas. Deste modo, a ferramenta *standard work* deverá ser de fácil compreensão para todos, como por exemplo, para um operador principiante na organização. Para facilitar a assimilação de um determinado trabalho, deverá ser colocada uma folha de *standard work* no respetivo posto. Uma vez colocada, também permitirá aos supervisores verificar se o trabalho daquele posto está a ser realizado conforme o indicado (Suzaki, 2010).

Uma vez implementada numa organização, a ferramenta *standard work* servirá de base para uma futura implementação da metodologia *Kaizen* pois ambas se focam numa constante melhoria da qualidade. Após se atingir um determinado nível num processo haverá sempre lugar a novas melhorias, incentivando assim uma cultura de melhoria contínua na organização. Uma normalização do trabalho acarreta vários benefícios à organização, nomeadamente (Emiliani, 2008):

- Redução da variabilidade dos processos (*Mura*);
- Criação de uma linha base para a melhoria;
- Previsão de anomalias nos processos;
- Melhoria na qualidade do produto final.

Em suma, o trabalho normalizado é uma ferramenta, que quando implementada com sucesso, tem a capacidade de manter a produtividade e a qualidade em níveis elevados.

### **3.4.4. Poka–Yoke**

*Poka-Yoke*, ou mecanismo anti-erro, é uma das técnicas *Kaizen* cujos princípios promovem a redução da probabilidade de um determinado erro acontecer (Eralandson *et al.* 1998).

Num contexto organizacional, uma das responsabilidades consiste na entrega do produto final em conformidade, ou seja, respeitando padrões elevados de qualidade. Para uma empresa, todos os desperdícios de tempo na procura de defeitos no produto durante o processo produtivo resultam no aumento de custos. Quanto maior o número de defeitos no produto final, mais penalizada fica a empresa na visão do cliente. Assim, um processo produtivo mal controlado será o primeiro passo para produtos não conformes chegarem até ao consumidor final (Suzaki, 2010).

A tabela 4 descreve os custos e o impacto para a empresa quando o produto não conforme é detetado em diferentes fases, ou seja, desde o seu ciclo de produção até ao consumidor final.

**Tabela 4** - Custo e impacto da deteção de um produto não conforme em diferentes fases numa indústria (adaptado de Suzaki, 2010)

<b>Defeitos no(a):</b>	<b>Custo para a empresa:</b>	<b>Impacto na empresa:</b>
<b>Processo Produtivo</b>	Baixo custo	Reduzido
<b>Final da produção</b>	Custo médio	Repetição do trabalho
<b>Inspeção Final</b>	Custo elevado	Repetição do trabalho significativo Atraso na entrega
<b>Consumidor Final</b>	Custos muito elevados	Perda de quota de mercado Reputação Custos com garantias

A implementação da ferramenta *Poka-Yoke* é benéfica pois ajuda os operadores a realizarem as suas tarefas mais facilmente e, simultaneamente, elimina defeitos provenientes dos equipamentos, não exigindo atenção elevada por parte do operador. Esta ferramenta tem a capacidade de eliminar os erros que possam eventualmente surgir por parte dos operadores.

Este sistema está implementado em várias indústrias atualmente, como é o exemplo da empresa Lactogal. Nesta indústria do setor alimentar está implementado um sistema *Poka-Yoke* nas linhas de distribuição do formato *Edge* que consiste na eliminação de *packs* (conjunto de 6 embalagens) que sejam portadores de defeitos. O sistema utiliza sensores capazes de realizar uma análise ao *pack* e, caso este se encontre não conforme, é rejeitado.

### 3.4.5 *Kaizen* Diário

O *Kaizen Change Management* é uma ferramenta de transformação organizacional que se encontra dividida em *Kaizen* Diário (KD), *Kaizen* Projeto e *Kaizen* Suporte. Atribuindo o principal foco ao *Kaizen* Diário, esta consiste na mudança de comportamentos e cultura no local de trabalho (*gemba*), abrindo espaço para o desenvolvimento dos colaboradores (Kaizen Institute, s.d.).

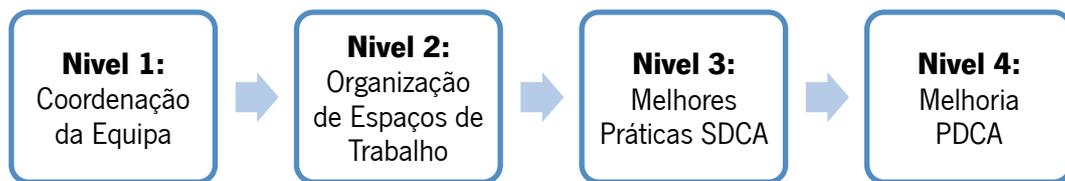
Num projeto de *Kaizen* Diário, o principal objetivo é a cultura de uma melhoria contínua na organização, promovendo a dissipação de expressões como “isso não mudaria nada” ou “sempre se operou deste modo”. Esta ferramenta também se preocupa com a criação de líderes que transformem as suas equipas em equipas *Kaizen* com autonomia, isto é, com capacidade para a manutenção diária dos seus processos. Procura-se da mesma forma promover o envolvimento da gestão de topo na implementação e com uma participação ativa no decorrer do projeto. Assim, o KD minimiza a variabilidade dos resultados de um determinado processo e promove a criação de uma cultura de melhoria contínua (Kaizen Institute, s.d.).

Para a implementação com sucesso desta ferramenta é necessária a colaboração de todas as equipas naturais (Figura 12). Entende-se por equipa natural, equipas que trabalham em conjunto e em função da estrutura organizacional da empresa, constituídas por um líder e pela restante equipa (Kaizen Institute, s.d.). A ferramenta KD aborda uma estrutura integrada de níveis que agrupa conceitos e ferramentas abordadas no projeto.



**Figura 12** - Equipas Naturais no *Kaizen* Diário (adaptado de Kaizen Institute, s.d.)

A ferramenta *Kaizen* Diário é composta por 4 níveis distintos (Figura 13).



**Figura 13** - Níveis de *Kaizen* Diário (adaptado de Kaizen Institute, s.d)

O nível 1 de KD consiste na definição dos indicadores a analisar e a apresentar à equipa, de modo a tomarem conhecimento sobre os mesmos. Neste nível é aplicada a ferramenta de gestão visual, através de quadros que contêm toda a informação atualizada - quais as atividades desenvolvidas por determinada equipa, quais os objetivos de cada equipa e se estes estão a ser atingidos e qual o método de deteção de anomalias.

O nível 2 de KD corresponde à organização do local de trabalho, recorrendo à ferramenta 5 S para a concretização dos objetivos deste nível.

O nível 3 de KD é a normalização. As normas permitem a estabilidade de um processo e a existência de equipas polivalentes, a preservação do conhecimento e previnem a ocorrência repetitiva de erros, entre outras. SDCA (*Standardize, Do, Check, Act*) corresponde a um ciclo de normalização definido pelos pontos “Atuar”, “Normalizar”, “Desenvolver” e “Confirmar”. Este ciclo está interligado com o ciclo PDCA, também já descrito anteriormente, pois a implementação de melhoria é sustentada por um processo de normalização que permite uma maior estabilidade das melhorias implementadas. Contudo, nem todas as atividades são normalizadas e, para determinar quais destas o serão, é utilizada uma matriz de prioridades (Figura 14) que relaciona a facilidade em normalizar com o seu impacto no processo e/ou produto final. O objetivo da utilização desta matriz é a seleção de atividades fáceis de normalizar e com elevado impacto (Kaizen Institute, s.d.).



**Figura 14** - Matriz de Prioridades para a definição das tarefas a normalizar (adaptado de Kaizen Institute, s.d.)

Existem critérios definidos para o impacto e para a facilidade. Para cada atividade a normalizar, são colocadas questões de modo a perceber o impacto e a facilidade. Todas as atividades que ficarem no quadrante superior direito (1) da matriz serão as primeiras atividades a normalizar.

Por fim, o nível 4 de KD consiste na análise à situação e às equipas, estabelecendo melhorias para os problemas encontrados. É um nível em que se resolvem problemas com a cooperação dos elementos das equipas. Para a análise dos problemas, utilizam-se neste nível ferramentas como o diagrama de *Pareto*, fluxogramas, diagrama de *Ishikawa*, *brainstorming*, entre outras.

### 3.4.6 *Jidoka*

Atualmente, muitas indústrias possuem máquinas dotadas de capacidade para detetar problemas. Esta técnica permite, através de sistemas autónomos, a separação de tarefas humanas das do processo produtivo do equipamento, de modo a libertar o operador para atuar em várias máquinas. Esta multifuncionalidade exige mais trabalho aos operadores e mais intensidade, tornando-os mais produtivos (Suzaki, 2010). Assim, a ideia principal de *Jidoka* é atribuir “inteligência” aos equipamentos de forma que estes possuam sistemas de verificação automática capazes de parar as linhas de produção, minimizando a passagem de defeitos (Villalba-Diez *et al.* 2021).

*Jidoka* é a principal orientação para a modificação digital de uma indústria. Este método engloba três perspetivas: a autonomação, a capacidade de melhoria da eficiência de um determinado processo produtivo e o estabelecimento de mestrias necessárias para a evolução e adoção de soluções. Autonomação difere de automação. Autonomação diz respeito a um tipo de automação que permite à

indústria ter vários equipamentos em produção e que possuem aptidão para realizar paragens automáticas do processo assim que surjam problemas como mau funcionamento ou má qualidade do produto. Assim, esta técnica auxilia os operadores por via de um conjunto de sistemas automáticos (Romero *et al.* 2019).

A técnica *Jidoka* possui um conjunto de sensores e mecanização que admite a correção autónoma do processo produtivo. Quando ocorrem desvios no processo que não cumprem os requisitos de qualidade, estes são detetados e ocorre a paragem da linha de produção (Deuse *et al.* 2020). Deste modo, os equipamentos devem ser complementados com dispositivos de deteção e *Andons* que emitem um alarme audível e um sinal visual, informando os operadores que os equipamentos necessitam de intervenção. *Andon*, de origem japonesa, é uma ferramenta ou dispositivo que constitui sistemas *Jidoka* e a sua tradução significa “lanterna” (Romero *et al.* 2019). Habitualmente, é constituído por três lâmpadas (verde, amarela e vermelha – Figura 15) e expõe as anomalias de uma indústria. Este sinal luminoso é indicativo de existência de problemas no equipamento, nomeadamente a luz amarela e vermelha (Suzaki, 2010).

Dada a relevância dos métodos visuais para a transmissão da informação, a este procedimento dá-se o nome de Gestão Visual ou Controlo Visual.

Em suma, a ferramenta *Andon* em combinação com o método *Jidoka* (autonomação), permite a uma indústria realizar os ciclos de produção de forma automática, libertando os operadores para outras funções e comunicar a estes a ocorrência de problemas nas linhas, fazendo com que sejam imediatamente aplicadas ações corretivas.



**Figura 15** - Ferramenta *Andon* aplicada nas instalações da empresa Lactogal

### 3.5 As Sete Ferramentas da Qualidade

As ferramentas de gestão da qualidade são parte integrante do conceito de melhoria contínua. Estas ferramentas estatísticas permitem, após a recolha de dados, a sua análise e, posteriormente, a retirada de conclusões, promover a resolução de problemas ou a proposta de melhorias (Pristavka *et al.* 2016).

Kuendee (2017) afirma que as ferramentas da qualidade podem ser usadas em todas as etapas de um processo produtivo.

Atualmente, existem várias ferramentas da qualidade em que cada uma desempenha determinada função. É importante analisar a situação para, posteriormente, aplicar a ferramenta adequada. As principais ferramentas da qualidade são

- **Fluxograma** – é uma ferramenta que permite a simplificação de processos, demonstrando de forma pormenorizada todas as etapas deste, identificando pontos críticos e sugerindo possíveis melhorias e resoluções para determinados problemas;
- **Diagrama de Ishikawa** – também designado diagrama de causa-efeito ou diagrama de espinha de peixe, é um instrumento gráfico utilizado para identificar possíveis causas para um determinado efeito ou problema, classificando as causas por categorias (mão-de-obra, materiais, máquina, métodos) (Luca *et al.*, 2017);
- **Folha de verificação** – é uma folha de registo utilizada para recolher informação, isto é, determinadas frequências de eventos para, posteriormente, proceder à análise através da conversão da informação em histogramas ou diagramas de *Pareto*. Esta é uma ferramenta que pode ser adaptada a variados propósitos;
- **Diagrama de Pareto** – este diagrama tem a capacidade de expor variados fatores e demonstrar os mais significantes. O princípio de *Pareto* afirma que cerca de 80 % dos defeitos (não conformidades) são gerados por 20 % das causas (Magar e Shinde, 2014);
- **Histograma** – é uma forma de descrição gráfica por via de barras verticais adjacentes, as quais representam dados estatísticos agrupados em classes de frequências (Magar e Shinde, 2014);
- **Cartas de Controle** – são aplicadas para demonstrar as tendências dos pontos observados num período de tempo específico. É um gráfico constituído por um limite superior e um limite inferior, onde se pode verificar a evolução de um determinado valor estatístico (Magar e Shinde, 2014);

- **Diagrama de Dispersão** – permite perceber o comportamento de uma variável à alteração de uma outra variável. Também é uma ferramenta que permite o teste a possíveis relações de causa-efeito (Magar e Shinde, 2014).

## 4. PROJETO DE MELHORIA CONTÍNUA

Neste capítulo é apresentada a descrição pormenorizada do projeto, realizado nas linhas de distribuição do formato *Edge 1 L*. São evidenciadas todas as atividades executadas no decorrer deste e todas as ferramentas necessárias para cumprir os objetivos estabelecidos.

### 4.1 Justificação do Projeto

Após uma monitorização sobre o desempenho das linhas de embalagem da indústria, concluiu-se que o indicador PTU, que corresponde ao tempo de utilização em produção das linhas de embalagem do formato *Edge 1 L*, teve um decréscimo significativo nos últimos anos e, conseqüentemente, uma diminuição no número de embalagens produzidas.

É importante referir que este indicador varia mediante os tempos de “paragem de equipamento” e “outras paragens”.

Este indicador é calculado através da seguinte equação:

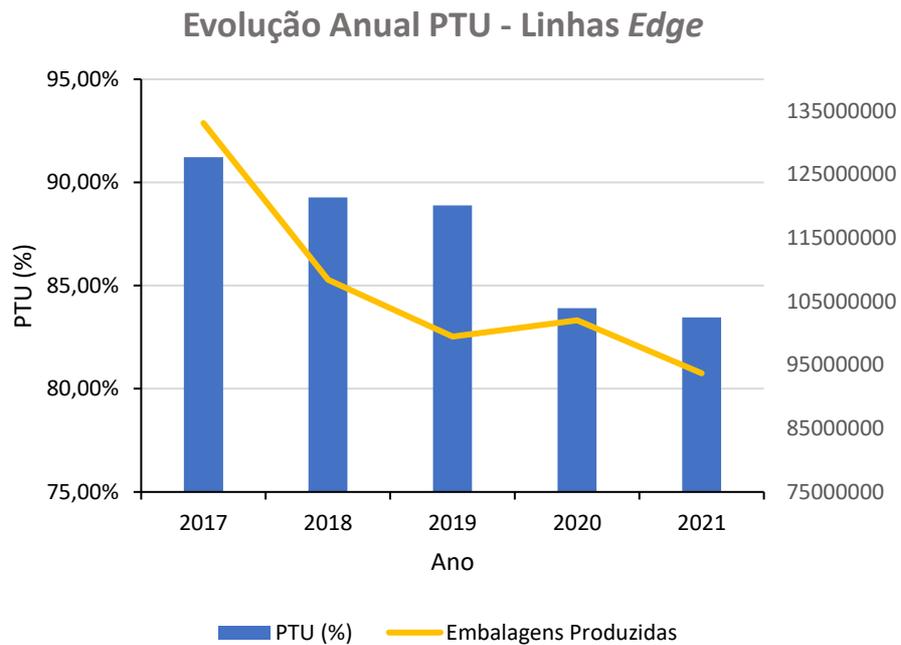
$$PTU = \frac{\textit{tempo produção}}{\textit{tempo produção} + \textit{tempo paragem do equipamento} + \textit{tempo outras paragens}}$$

#### **Equação 1.** Cálculo do PTU

Este indicador permite obter uma análise sobre a eficiência dos processos, pois considera os dois tipos de paragens de linha.

A Figura 16 apresenta os valores de PTU (%) de todas as linhas de embalagem do formato *Edge 1 L* entre 2017 e 2021. Os valores em causa verificaram-se com as linhas de distribuição a operarem em diferentes máquinas de enchimento, isto é, as linhas de distribuição não sendo fixas a uma máquina de enchimento, podendo o operador, sempre que ocorresse uma paragem na linha de distribuição, evitar a paragem da máquina de enchimento através da troca de linha, por via do *multiswitch*.

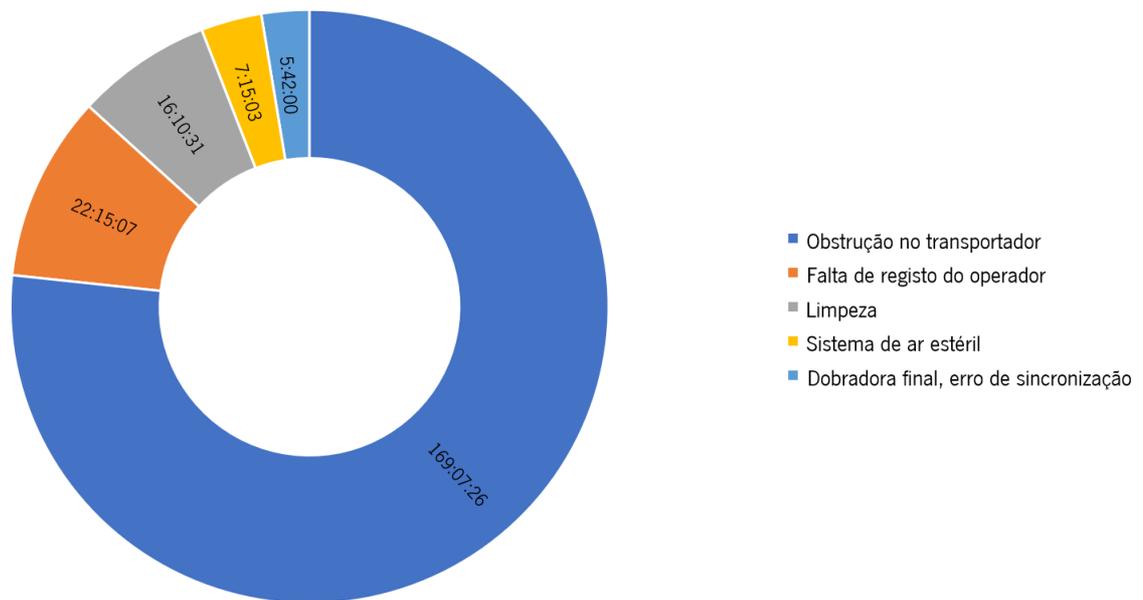
No anexo I é apresentado um exemplo de uma linha de embalagem deste formato, com referência ao *multiswitch*.



**Figura 16** - Gráfico da variação do PTU (%) das linhas de embalagem do formato *Edge* 1 L, entre 2017 e 2021, e respectivas quantidades de embalagens produzidas nesse período.

Deste modo, foi imperativo a tomada de decisão sobre a melhoria destas linhas, de modo a obter novamente valores satisfatórios para este indicador.

Assim sendo, uma vez identificado o macroproblema, tornou-se necessário realizar uma análise no início da linha de embalagem, ou seja, na máquina de enchimento. Após a compilação da informação disponibilizada no software de recolha de dados da máquina de enchimento, elaborou-se um gráfico (Figura 17), de modo a compreender as principais razões de paragem das máquinas de enchimento relativas ao formato *Edge*. A informação apresentada é baseada tendo em conta o fator tempo (horas:minutos:segundos).



**Figura 17** - Gráfico representativo das 5 maiores paragens da máquina de enchimento em relação ao fator tempo (horas:minutos:segundos) durante o mês de fevereiro de 2022.

A paragem mais constante e representativa no conjunto das 4 máquinas de enchimento foi a obstrução do transportador. Esta paragem está inserida na categoria “outras paragens” e traduz-se nas paragens da máquina de enchimento com origem em paragens a jusante da máquina, ou seja, nas linhas de distribuição. Deste modo, o foco principal do projeto centrou-se na zona de distribuição. Contudo, para se obter um PTU máximo (de 100 %), é necessária a melhoria de ambas as zonas, uma vez que no top 5 das principais paragens também constam paragens motivadas pela máquina de enchimento.

De forma a completar a análise, verificaram-se as percentagens de desperdícios de embalagens na zona de distribuição. Para a obtenção destes valores realizou-se o cálculo através da diferença entre o número de embalagens produzidas pelo enchimento e o número de embalagens que dão entrada em armazém de produto acabado, dividindo pelo número de embalagens produzidas na máquina de enchimento. Deste modo, para os meses de janeiro e fevereiro de 2022, a percentagem de desperdício de embalagens na zona de distribuição foi de 0,64 % em ambos. No mês de março, mês de início do projeto, o desperdício neste setor aumentou para 1,96 %.

Este desperdício junto das linhas de distribuição, resultou essencialmente de paragens de linha, nomeadamente encravamentos de embalagens nos diversos equipamentos.

Concluindo, o decréscimo do PTU (enchimento + distribuição) foi afetado pelas diversas paragens que ocorreram na linha de embalagem, ou seja, na zona de enchimento e na zona de distribuição. Contudo, após a análise dos dados, verificou-se ser na zona de distribuição que se encontravam as principais razões para o decréscimo deste indicador. Assim, foi fundamental iniciar a melhoria das linhas de distribuição deste formato.

## **4.2 Definição do Objetivo**

O principal objetivo da dissertação na empresa Lactogal foi a melhoria do desempenho das linhas de embalagem do formato *Edge*. Como já evidenciado no ponto anterior, o indicador de desempenho (KPI) a monitorizar foi o PTU, uma vez que é um indicador que retrata a eficiência do processo. Assim no final do projeto, espera-se obter um valor de PTU de 85 % com as linhas de distribuição fixas a cada máquina de enchimento. Uma vez que as linhas de distribuição não eram fixas à máquina de enchimento, os valores de PTU não representavam verdadeiramente o que acontecia nas linhas de distribuição, pois era possível realizar a troca das linhas, fazendo com que os problemas fossem omitidos.

## **4.3 Análise da situação atual**

Neste ponto são abordados o processo de recolha de dados e os respetivos resultados do diagnóstico inicial e a caracterização do processo através da identificação das fontes de desperdícios.

### **4.3.1 Avaliação das linhas de distribuição**

Uma vez identificada a zona com mais impacto no KPI definido, tornou-se fulcral o estudo pormenorizado dos processos que decorrem na zona de distribuição.

As linhas de distribuição, ao contrário das máquinas de enchimento, não dispõem de um sistema de recolha de dados e informação. Desta forma, elaboraram-se folhas de registo para recolha das micro paragens de linha (Anexo II) e, com a cooperação dos operadores, foi possível obter informação sobre o comportamento das linhas durante os três turnos (manhã, tarde e noite).

Para a elaboração das folhas de registo, realizou-se um inventário dos motivos de paragem mais frequentes em cada equipamento que constitui as linhas de distribuição, de modo a facilitar a análise (Anexo III). As folhas de registo são um ponto importante do projeto, pois dada a impossibilidade de obtenção de dados e informação junto das linhas de distribuição, permitem o diagnóstico da condição das linhas.

De seguida, constam os elementos de análise considerados fulcrais definidos pela equipa do projeto, de forma a analisar todos os componentes e fatores das linhas de distribuição:

- Quantidade de paragens (frequência);
- Motivo das paragens (causa-raiz);
- Momento da paragem (data e hora);
- Local da paragem (equipamento);
- Duração de avarias (tempo);
- Momento da avaria (data e hora);
- Local da avaria (equipamento).

Um fator importante, já abordado anteriormente, foi a fixação de cada linha de distribuição a uma máquina de enchimento. Realizado este passo, procedeu-se à avaliação das linhas de distribuição.

De seguida, definiu-se a fixação das linhas de distribuição com as respetivas máquinas de enchimento, permitindo remover um equipamento do processo (o *multiswitch*) e, conseqüentemente, o posto do operador responsável pela troca das linhas.

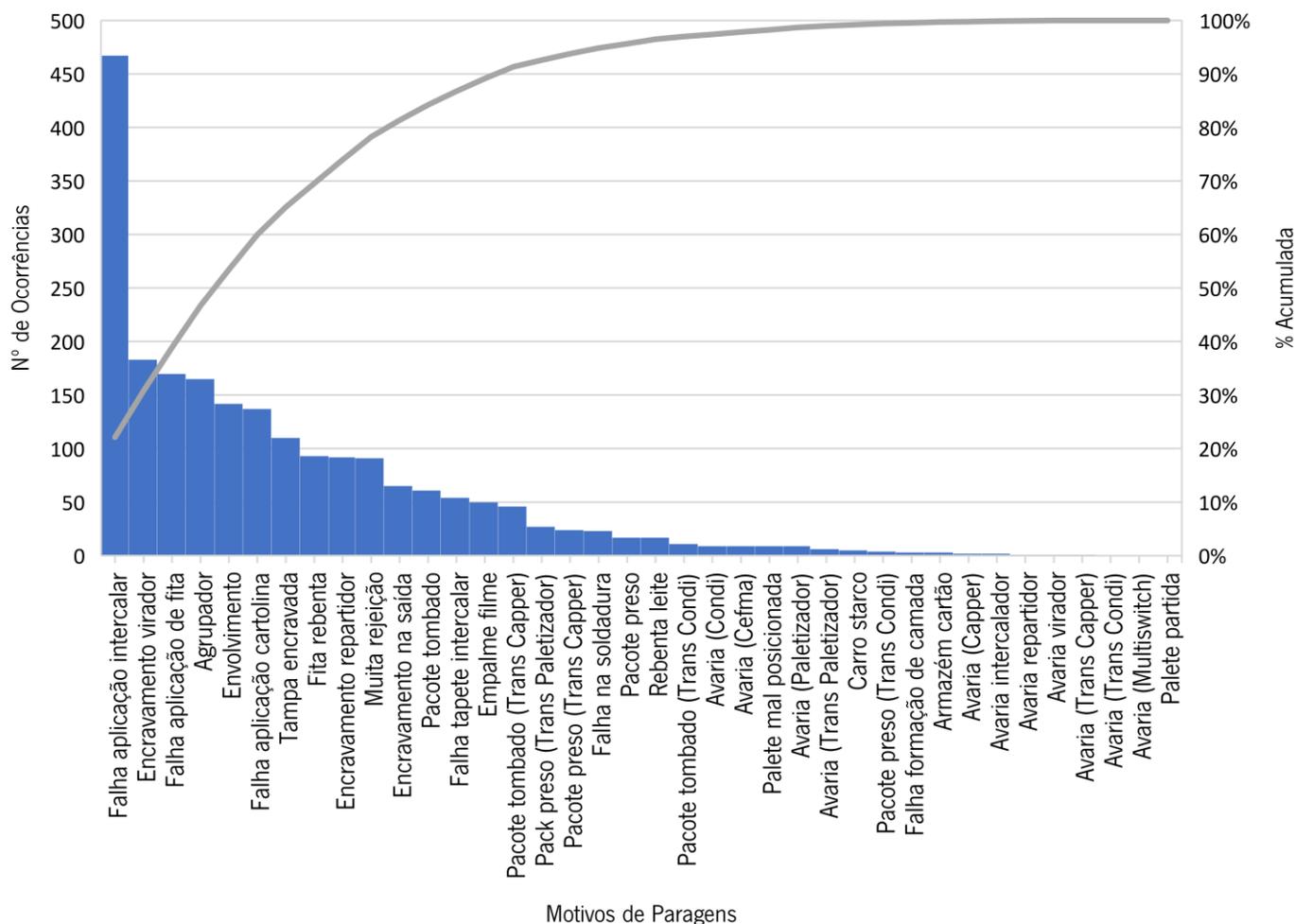
As vantagens de possuir linhas de distribuição dedicadas a uma máquina de enchimento são a possibilidade de aumentar a rastreabilidade do processo, diminuir os custos de manutenção e evitar erros do operador, pois, como dito anteriormente, este será removido daquela zona de trabalho.

O início do estudo ocorreu com a seguinte combinação da máquina de enchimento – linha de distribuição:

- M604 – L6
- M607 – L3
- M619 – L2
- M620 – L1

Desta combinação, a linha de distribuição L4 foi descartada para o projeto, pois na visão dos gestores de produção, esta linha era, até então, utilizada como linha suplente na produção diária. Esta decisão prendeu-se com o comprimento dos transportadores, que variam de linha para linha e a rentabilidade dos transportadores face ao posicionamento das máquinas de enchimento. Durante o período de avaliação da condição das linhas de distribuição, a recolha e tratamento dos dados foi realizada diariamente, recorrendo a ferramentas de análise do Microsoft® Excel®.

A Figura 18 mostra, através de um diagrama de Pareto, as principais ocorrências nas linhas de distribuição relativamente aos motivos das paragens dos equipamentos de linha, após um acompanhamento diário.



**Figura 18** - Gráfico de Pareto representativo das principais ocorrências, por motivos de paragens, nas linhas de distribuição.

A Figura 18 evidencia todos os motivos de paragens de todos os equipamentos que constituem a linha de distribuição, destacando como principal motivo de paragem a “falha aplicação intercalar”. Este motivo refere-se ao cartão que é inserido no interior do *pack* (entre as embalagens), que é inserido pelo equipamento *condi*, por meio de ventosas que puxam o cartão e, por ação de gravidade, é deixado no meio das embalagens. A seguir ao motivo atrás destacado, os motivos que mais ocorrências registaram no período de análise foram o encravamento de embalagens no virador, a falha na aplicação de fita

(equipamento *Cefma*), o agrupador (*Cond*), o envolvimento (*Cond*) e a falha na aplicação de cartolina (*Cefma*).

Posto isto, é primordial aplicar ações de melhoria de modo a minimizar as ocorrências demonstradas no diagrama de Pareto.

Para compreender o desempenho de cada linha de distribuição no que corresponde ao número de paragens, dado que nem todas as linhas têm a mesma taxa de utilização, utilizou-se um indicador para as mesmas. O indicador escolhido foi o MTBF (*Mean time between failure*) que corresponde à divisão do tempo de produção (h) pelo número de paragens, indicando o tempo médio entre paragens. De realçar que este indicador para a zona de enchimento é monitorizado pelo *software* PLMS da *Tetra Pak*.

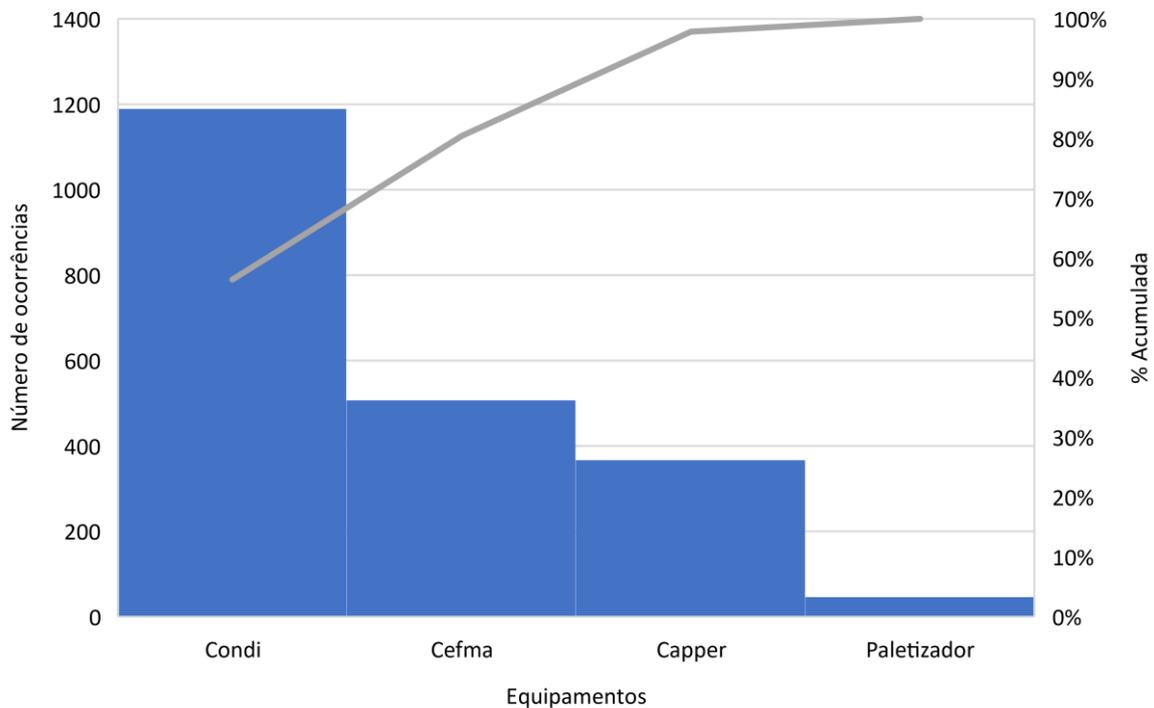
Na Tabela 5 são apresentados os valores de MTBF obtidos para cada uma das linhas de distribuição.

**Tabela 5.** Valores de *Mean time between failure* (MTBF) obtidos para cada linha de distribuição.

<b>Linha de Distribuição</b>	<b>Número de Paragens</b>	<b>Tempo de Produção (h)</b>	<b>MTBF</b>
L1	747	179:56:36	00:14:27
L2	456	175:02:54	00:23:02
L3	504	190:42:30	00:22:42
L6	402	255:18:59	00:38:06

Como se pode verificar pelos dados da Tabela 5, as diferentes linhas têm diferentes tempos de utilização. Assim, foi necessário ter esse fator em conta para determinar quais as linhas com pior e melhor comportamento. Os valores obtidos indicam que a linha 1 foi a que teve um comportamento menos eficiente registando uma elevada quantidade de paragens em função do tempo em que foi utilizada. Por outro lado, a linha 6 foi a que registou valores mais satisfatórios. As linhas 2 e 3 demonstraram um

comportamento muito similar no período de análise. De modo a concluir a análise em relação às paragens das linhas, a Figura 19 mostra os dados obtidos por equipamentos de linha.



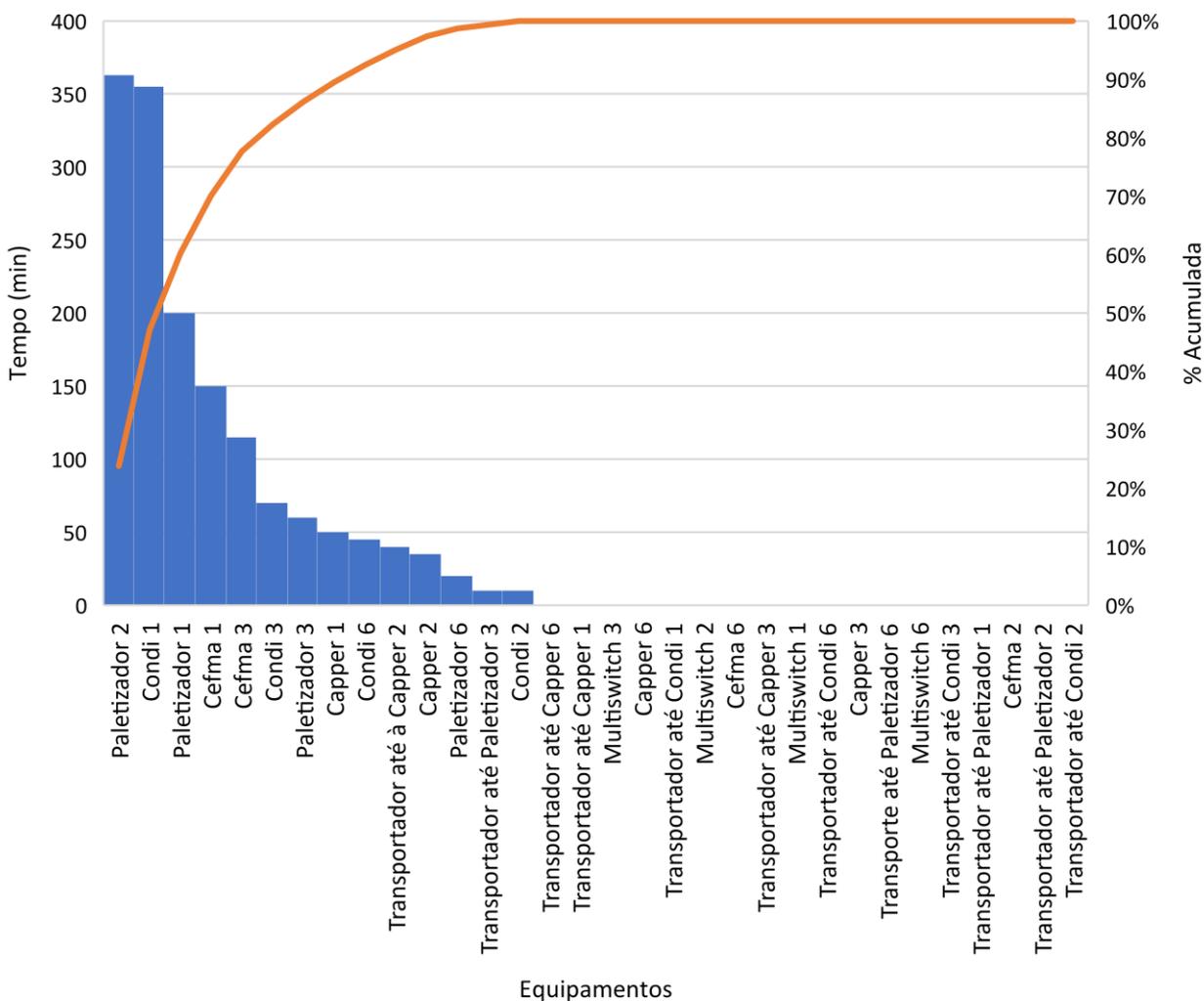
**Figura 19** - Gráfico de Pareto representativo do número de paragens por equipamento da linha de distribuição.

A paragens foram quantificadas em função dos quatro equipamentos que constituem as linhas de distribuição, incluindo os transportadores e os problemas que advêm destes.

O equipamento que obteve mais paragens quantificadas foi a *Condi*. Os dados estão alinhados com o esperado, uma vez que este equipamento é o mais complexo, pois incorpora o repartidor e o virador.

Finalizando o diagnóstico inicial das linhas de distribuição, encontram-se de seguida as principais avarias registadas ao longo de toda a linha de distribuição no mesmo período de análise (Figura 20). Entende-

se por avarias todas as paragens de linhas que necessitem de intervenção das equipas de manutenção e que esta seja reparada em inatividade.



**Figura 20** - Gráfico de Pareto representativo do tempo (min) de avaria de cada equipamento da linha de distribuição.

Comparativamente às paragens de linha, as avarias dos equipamentos da linha de distribuição não acontecem com a mesma frequência. Contudo, quando ocorrem podem provocar tempos de inatividade

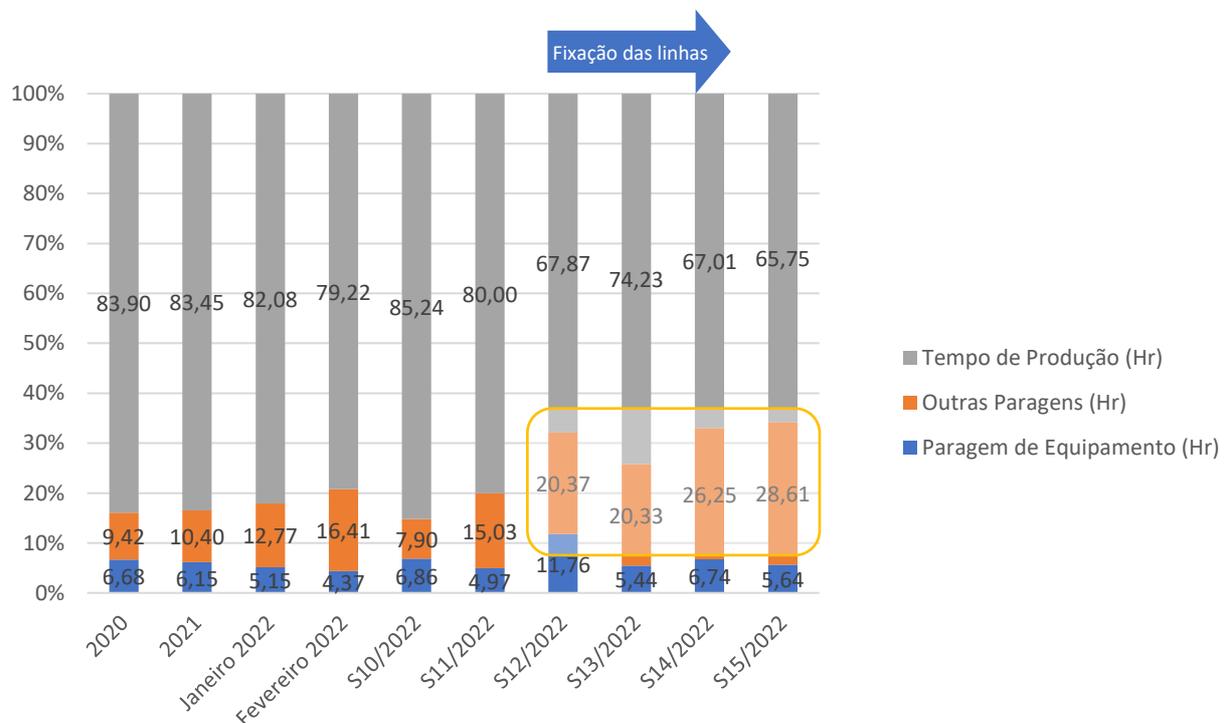
de linha muito elevados. Pela análise dos resultados do gráfico, são de destacar dois equipamentos com o maior tempo de avaria: o paletizador da linha 2 e a Condi da linha 1.

Comparando ambos os gráficos (paragens e avarias), os paletizadores têm baixa frequência de micro paragens, mas possuem elevados tempos de avaria.

### 4.3.2 Análise da divisão do tempo do processo

De forma a obter uma análise completa da situação atual, avaliou-se o comportamento das máquinas de enchimento nos períodos anteriores e após a fixação das linhas de distribuição, de modo a estabelecer uma comparação.

Na Figura 21 estão evidenciados o tempo de produção (PTU), o tempo relativo a outras paragens e o tempo de paragem de equipamento relativos à máquina de enchimento.



**Figura 21** - Gráfico representativo da divisão do tempo total do processo no período anterior e após a fixação das linhas de distribuição a cada máquina de enchimento.

No período correspondente à medição da condição inicial das linhas de produção, compilou-se a informação do software PLMS de modo a completar a informação recolhida nas linhas de distribuição, com o objetivo de ter uma análise completa das linhas de embalagem.

Após a análise do gráfico da Figura 21, constata-se que na semana 12, assim que se fixaram as linhas de distribuição a uma máquina de enchimento específica, removendo o *multiswitch* do processo, ocorreu

um aumento do tempo de paragem relativo a outras paragens. Este aumento deste indicador era esperado, uma vez que existe um problema de falta de eficiência nas linhas de distribuição. Como consequência deste aumento, o tempo de produção baixou consideravelmente, uma vez que estão intimamente ligados.

Realizou-se uma análise sobre os motivos que constituem os tempos de “outras paragens” e, no seguimento do verificado no ponto 4.1 (Figura 17), o motivo “obstrução do transportador” foi o mais representativo com 77,15 % do tempo. Como já referido, este motivo representa paragens a montante da máquina de enchimento, ou seja, nas linhas de distribuição.

Uma vez analisados estes dados, finalizou-se o diagnóstico com o cruzamento de informação da recolha de dados nas linhas de distribuição (paragens e avarias) e os tempos retirados do software PLMS. Deste modo, concluiu-se que do total de tempo obtido por “obstrução do transportador”, 87 % foi relativo a micro paragens e 13 % foi derivado de avarias nos equipamentos das linhas de distribuição.

#### 4.3.3 Desperdícios nos processos do *Gemba*

Após a análise do processo no *gemba*, foi possível identificar as fontes de desperdícios. Assim, elaborou-se a tabela 6, que integra os problemas encontrados com as várias categorias, de acordo com os 7 grandes desperdícios em *lean manufacturing*: movimentação, processamento desnecessário, defeitos, sobreprodução, transporte, esperas e inventário.

**Tabela 6.** Desperdícios em *Lean manufacturing* encontrados nos processos.

<b>Tipo de desperdícios (<i>Muda</i>) em <i>Lean Manufacturing</i></b>	<b>Principais desperdícios (<i>Muda</i>) nos processos derivados de paragens/problemas na linha</b>
Retrabalho	Operadores realizam a triagem de paletes não conformes, introduzindo novamente produtos com qualidade na linha.
Transporte	Transporte de paletes não conformes para junto da linha de distribuição.
Movimentação	Operadores deslocam-se para comunicar problemas que ocorram na linha. Operadores deslocam-se para transportar acessórios, por exemplo, um suporte com degraus para aceder a zonas superiores de equipamentos.
Defeitos	Paragens originam defeitos que, por sua vez, chegam ao cliente final.
Esperas	Tempo de intervenção das equipas de manutenção após problemas. Equipamento <i>Condi</i> espera por embalagens dos equipamentos anteriores (repartidor, virador). Cadência é afetada.

Um dos desperdícios eliminado do processo foi a movimentação por parte dos operadores. A fixação dos *multiswitch* atribuiu maior rastreabilidade ao processo e os operadores já não tinham que se deslocar para perceber qual a linha estava ligada à máquina de enchimento.

#### **4.3.4 Tempo de acumulação nos transportadores**

As linhas de distribuição possuem no seu *layout buffers* que permitem um aumento do tamanho dos transportadores, de modo a armazenar o máximo de embalagens possíveis com a finalidade de absorver paragens de linha.

Após a observação do funcionamento das linhas de distribuição fixas a uma máquina de enchimento, foi evidente que o tempo de acumulação que estes *buffers* atribuem à linha de distribuição é escasso, pois não permite uma margem para, por exemplo, a resolução de uma paragem mais complexa.

Assim, realizou-se um estudo dos tempos de acumulação na linha de modo a perceber quais os tempos de acumulação que a linha possui para a resolução das paragens de linha.

De realçar que os tempos foram calculados através da contabilização desde o momento em que a *Capper* pára (1º equipamento na linha de distribuição) até à paragem da máquina de enchimento.

Os tempos de acumulação obtidos foram os seguintes:

Linha 1 – 2 min e 03 seg;

Linha 2 – 2 min e 25 seg;

Linha 3 – 2 min e 20 seg;

Linha 4 – 1 min e 45 seg;

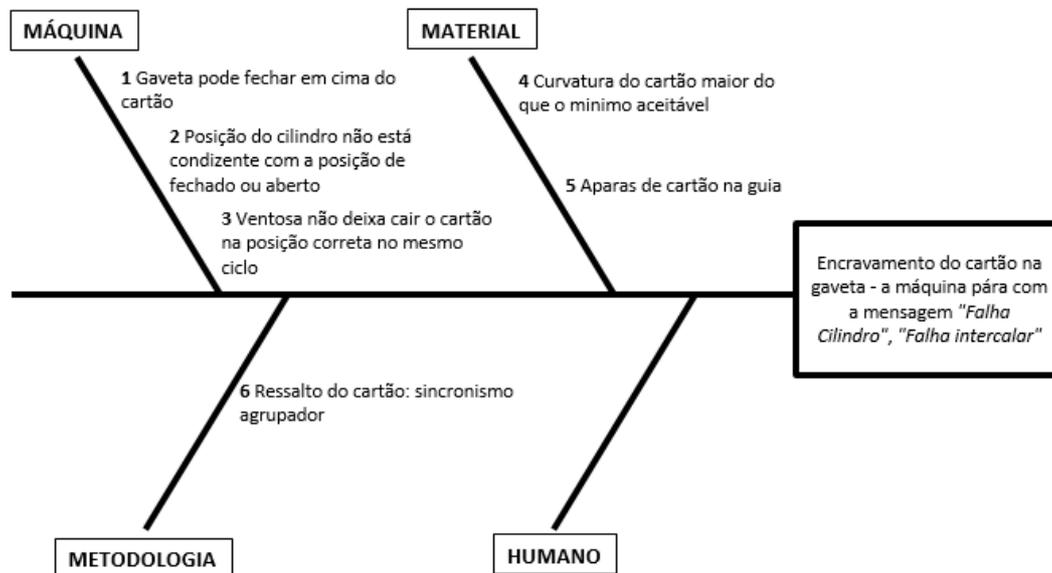
Linha 6 – 2 min e 05 seg.

Como os valores evidenciam, o tempo de acumulação era escasso para a resolução das paragens das linhas de distribuição. Aliado ao tempo de acumulação, encontra-se a falta de capacidade de recuperação da linha de distribuição após uma paragem resultante do mau balanceamento das linhas.

#### **4.4 Análise das Causas-Raiz**

Efetuada a avaliação da condição das linhas de distribuição e a identificação das principais ocorrências é de extrema importância a determinação das causas-raiz de cada problema. Para esta etapa, foram utilizadas duas ferramentas de melhoria contínua, os 4 M's (diagrama de *Ishikawa*) e os 5 porquês. Ambas as ferramentas permitem a determinação das causas-raiz dos problemas para posteriormente a ação de implementação de melhorias ser mais focada e bem-sucedida.

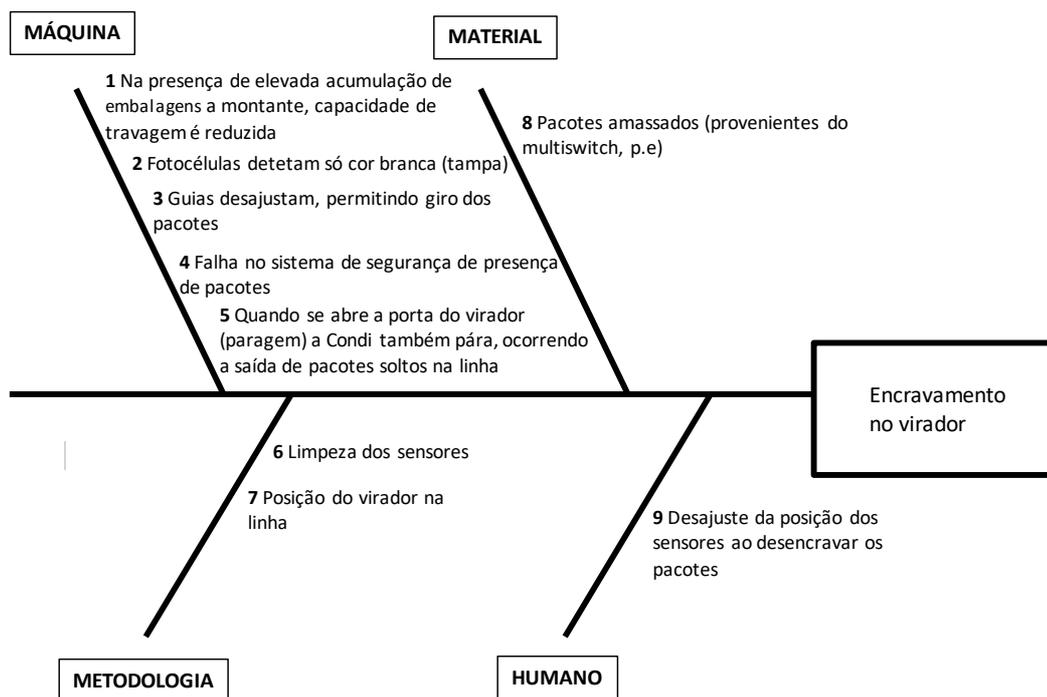
Elaborou-se o diagrama dos 4 M's para cada problema significativo encontrado. Para a concretização desta etapa do projeto foi essencial o envolvimento de todos os membros da equipa, de modo a realizar *brainstormings* para as causas dos problemas. Deste modo, para o maior problema encontrado, que foi a falha na aplicação do intercalar, obteve-se o diagrama da Figura 22.



**Figura 22** – 4 M'S (Diagrama de *Ishikawa*) para a falha aplicação do intercalar.

A definição das causas-raiz teve como base quatro grandes causas (máquina, metodologia, humano e material). Assim, a análise do diagrama, permite identificar causas-raiz em todas as causas, exceto na categoria humano. Para cada causa-raiz identificada, foi planeada a respetiva ação de melhoria.

De seguida, foi elaborado o diagrama dos 4 M's para o encravamento no virador (Figura 23) uma vez que na etapa de diagnóstico foi o segundo maior motivo de paragem na linha.



**Figura 23** - 4 M's (Diagrama de *Ishikawa*) para o encravamento no virador.

Após a execução do diagrama, foi possível constatar que a maioria das causas-raiz se encontravam na categoria “máquina”. Contudo, nas outras categorias também se diagnosticaram causas-raiz. Dado que é neste equipamento onde se verificou a maioria dos rebentamentos de leite, é necessário que os sensores que estão presentes sejam robustos, isto é, possuam um bom contraste na distinção das cores da embalagem de modo a diminuir estes mesmos rebentamentos.

#### 4.5 Proposta e implementação de melhorias

Previamente à implementação das ações de melhoria é primordial o estabelecimento das condições básicas dos equipamentos. Deste modo, foi realizada uma análise de modo a identificar possíveis pontos onde seria necessário fazer ajustes e reparações. Assim, os pontos alvo de reparação/ajuste foram os seguintes:

- Ajuste do tapete de alimentação da *Capper*;
- Reparação da mesa de lubrificação na mesa de envolvimento da *Condi-film* e verificação da funcionalidade das bombas de lubrificação;
- Reparação de fugas de ar existentes;
- Troca dos pressostatos da *Condi-film*, pois estes já apresentavam desgaste.

A definição das ações de melhoria a adotar seguiu um método de melhoria contínua denominado por *Countermeasure Ladder*. Este método consiste numa escala do nível 1 (mais baixo) ao 6 (nível mais alto) onde, por exemplo:

- O nível 1 corresponde à sensibilização dos colaboradores para as práticas que se pretende instalar, e pode ser feita com OPL (*One Point Lesson*) e formação;
- O nível 2 pretende lembrar os operadores da forma correta de fazer uma tarefa com a inspeção de duas vezes através de uma auditoria;
- O nível 3 pretende lembrar constantemente os operadores para a execução de uma tarefa da forma mais correta e pretendida, por exemplo, através de marcas no chão de fábrica ou controlo visual.
- O nível 4 remete para o impedimento de fazer a tarefa de forma incorreta através do uso de ferramentas anti-erro (*poka-yoke*).
- O nível 5 incide sobre a eliminação do fator humano do processo por via da automatização da tarefa (*Jidoka*);
- Por fim, o nível 6 é relativo à eliminação da operação/equipamento do processo, onde é definida a necessidade de fazer esta eliminação e da margem para a fazer, isto é, se é viável para o processo.

#### **4.5.1 *One Point Lessons (OPL)***

A satisfação dos clientes através de uma garantia de qualidade e quantidade de produto é um dos objetivos das indústrias. Atribuir conhecimento aos colaboradores no domínio dos equipamentos que constituem a linha de produção é crucial para a obtenção dos objetivos acima referidos.

Dada a elevada rotatividade de operadores e algum défice de conhecimento sobre alguns pontos específicos dos equipamentos, tornou-se evidente que estes pontos prejudicariam o normal funcionamento da linha de produção, hipotecando qualquer objetivo a atingir e tendo impacto na eficiência da linha de embalagem.

Deste modo, era importante a elaboração de um documento que tornasse todo o processo de manuseamento dos equipamentos (limpeza, funcionamento, etc.) mais ágil, de forma a garantir o bom desempenho dos equipamentos. Criaram-se lições ponto a ponto (*one point lessons, OPL*) com imagens e métodos claros e objetivos para o nível de limpeza, para a correta colocação das matérias-primas no

equipamento, nomeadamente o cartão intermédio, ou para a quantidade de tampas a colocar no alimentador da *Capper*.

Na Figura 24 está representada uma OPL implementada junto da linha de distribuição, que remete para a correta colocação do cartão intermédio no armazém do cartão.



**Figura 24** - OPL implementada junto ao posto de trabalho relativamente à correta colocação do intercalar no equipamento.

#### 4.5.2 Eliminação do equipamento do processo

Paralelamente ao projeto realizou-se um ensaio dinâmico com vista à alteração da palete e por sua vez do formato do *pack*. O ensaio teve como objetivo analisar a possibilidade de remover equipamentos do processo e, por conseguinte, a simplificação dos mesmos. Assim, o ensaio incidiu sobre os dois maiores motivos de paragens de linha, a aplicação do intercalar e o virador e consistia na realização do transporte das paletes com as devidas alterações e verificação do comportamento da paleta e dos *packs* no final do transporte (avaliação da qualidade).

Após o ensaio, os resultados foram distintos entre os dois equipamentos. Por um lado, constatou-se que durante o transporte, a falta do intercalar no *pack*, provocou um amassamento elevado nas filas inferiores da paleta provocando assim perdas na integridade das embalagens. Relativamente ao virador, os resultados foram positivos. A integridade das embalagens foi mantida e a paleta não apresentou alterações na sua formação.

Uma vez que o ensaio indicou que não é possível remover a aplicação do intercalar, realizou-se a alteração apenas no virador, desativando-o. Inicialmente, aplicou-se esta melhoria apenas em uma linha de modo a perceber a reação do mercado ao novo formato do *pack* e a medir o impacto na linha de produção sem o equipamento.

Como verificado na fase de diagnóstico das linhas, o virador constitui a segunda maior causa de paragens na linha de distribuição representando aproximadamente 10 % do total de paragens. Deste modo, era expectável que esta melhoria provocasse um impacto positivo no PTU da linha de embalagem. Para além disso, o virador é uma fonte de encravamento de embalagens que na sua maioria resultam em rebentamento. Assim, com a sua remoção reduziu-se a quantidade de embalagens com anomalia. O virador é uma fonte de *muda* e a eliminação de *muda* de um processo é um dos objetivos da melhoria contínua.

Na Figura 25 está representado o formato do *pack* antes e depois da ação de melhoria.

#### Antes da ação de melhoria



#### Depois da ação de melhoria



**Figura 25** - Imagem ilustrativa da ação de melhoria gerada pela remoção do virador de embalagens do processo.

#### 4.5.3 Alteração da gaveta do cartão

Uma das ações que, no entender da equipa do projeto poderia ter impacto na redução das micro paragens correspondentes à falha na aplicação do intercalar foi a alteração da conceção da gaveta (corte do comprimento). A gaveta tem a função de receber o cartão que é largado pelas ventosas na parte superior, e de seguida deixar o intercalar cair por gravidade no meio do *pack*. Com a alteração da gaveta, reduzindo o comprimento desta, a área de contacto com o intercalar será reduzida.

O maior problema nesta zona é devido ao ressalto do intercalar quando este entra em contacto com o transportador (que se encontra em movimento). Ao ocorrer o ressalto do intercalar, a gaveta ao fechar, encrava no intercalar (figura 26).



**Figura 26** - Imagem ilustrativa do problema de falha na aplicação do intercalar. A gaveta fecha em cima do cartão.

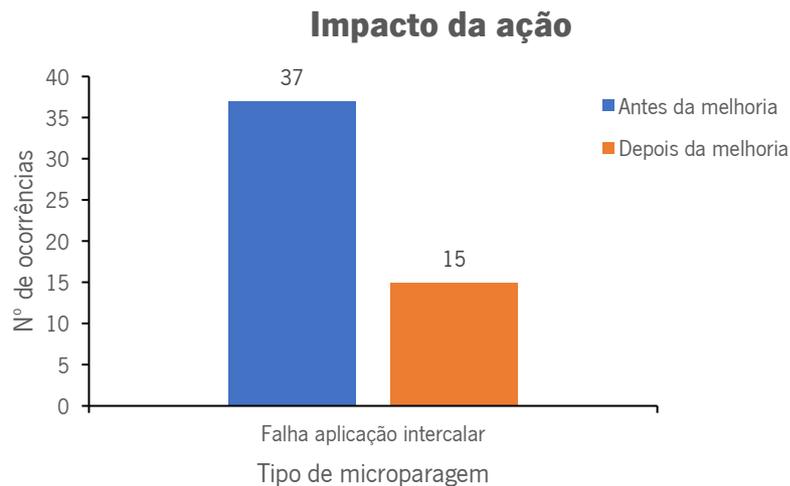
Assim, de modo a minimizar a ocorrência de paragens por encravamento do intercalar, realizou-se a ação de melhoria acima descrita. Uma imagem exemplificativa da ação de melhoria está representada na Figura 27.



**Figura 27** - Ação de melhoria (redução do comprimento da gaveta) realizada na gaveta da linha de distribuição nº 6 (antes da ação - imagem à esquerda; Depois da ação - imagem à direita).

Uma vez executada a ação monitorizou-se o número de ocorrências desta. Assim, com os dados recolhidos depois da ação foi possível efetuar uma comparação entre o antes e o depois da ação de melhoria (Figura 28).

A comparação teve como base um período temporal com horas de produção semelhantes da linha de embalagem, de modo a evitar que a redução do número de paragens estivesse relacionada com um menor tempo de produção da linha.



**Figura 28** - Comparação do número de paragens registadas antes e depois da execução da ação de melhoria (redução do comprimento da gaveta).

Verificou-se uma redução de 57 % das paragens causadas pela falha na aplicação do intercalar na linha nº 6. Assim, conclui-se que a ação gerou um impacto positivo neste problema identificado na linha.

#### 4.5.4 Aplicação de 5 S

Um dos problemas identificados na análise efetuada no chão de fábrica foi o défice de limpeza dos equipamentos juntamente com uma organização ineficiente junto das linhas de distribuição. Assim, a ferramenta 5 S foi utilizada com o propósito de promover a limpeza e organização do espaço de trabalho, minimizar a possibilidade de ocorrência de acidentes de trabalho, através de uma maior organização do espaço e limpeza do chão de fábrica e de aumentar a eficiência dos equipamentos por via de uma correta limpeza destes.

Uma limitação para a implementação desta ferramenta foi o desconhecimento desta entre os operadores da fábrica. Numa etapa prévia foi necessária a realização de formações aos operadores sobre esta ferramenta de modo a facilitar a sua implementação.

Para a sua implementação, seguiram-se as devidas etapas desta ferramenta, iniciando com a eliminação de tudo o que não era necessário à produção junto das linhas de distribuição como por exemplo, utensílios ou a própria sujidade presente no chão. Depois colocou-se tudo no seu devido lugar, por exemplo não havia um suporte para colocar a fita cola que é essencial na troca do rolo de plástico na *Condi-film*. Após estas duas etapas iniciais, e com a linha mais evidente, o operador era capaz de identificar o que não era essencial e mediante a elaboração de padrões era possível proceder à limpeza

e inspeção do espaço e equipamento, promovendo assim um ambiente mais limpo e organizado. O 4ºS refere-se à normalização, para os quais se criaram padrões de modo que os operadores tomassem conhecimento do estado ótimo da linha de distribuição. O 5ºS refere-se à disciplina que por sua vez exige o envolvimento de todos no cumprimento dos passos anteriores. Deve-se salientar que esta ferramenta foi aplicada apenas numa linha de distribuição (nº 6). Mais tarde será abrangida a todas as linhas da fábrica.

Sendo esta ferramenta a base para qualquer conceito a ser aplicado, a manutenção autónoma de equipamentos está intimamente ligada a esta. A primeira etapa da manutenção autónoma inicia precisamente no 3ºS desta ferramenta, a limpeza e inspeção. Assim, com a implementação de 5 S o primeiro nível de manutenção autónoma foi concluído.

A imagem representada evidencia as marcações realizadas no chão de fábrica de modo a definir a zona de aplicação da ferramenta 5 S, neste caso incidiu na linha de distribuição nº6.



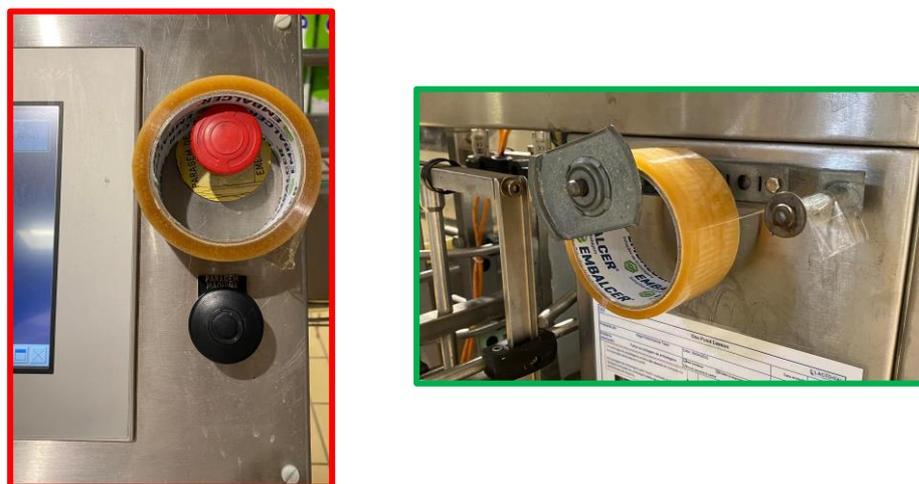
**Figura 29** - Marcação da zona piloto no chão de fábrica (linha de distribuição nº 6).

De modo a ilustrar as ações de 5 S executadas na linha, encontram-se nas figuras seguintes exemplos de ações tomadas. O 1ºS, que diz respeito à eliminação de tudo o que não é útil à produção está demonstrado na Figura 30.



**Figura 30** - Imagem da aplicação do 1ºS: eliminação de material desnecessário na linha. Imagem à esquerda, eliminação das aparas de cartão e na imagem à direita eliminação de um utensílio de limpeza e de um outro utensílio pertencente a outra linha de distribuição.

O 2ºS diz respeito à definição de ordem na zona 5 S. Assim, depois de efetuada a etapa de eliminação, alocou-se o material necessário à produção no local, que na visão da equipa, é o mais indicado. Neste sentido, nas Figuras 31 e 32 estão exemplos práticos da execução deste passo no chão de fábrica.



**Figura 31** - Imagem representativa do 2ºS. Alocar cada material no devido lugar. Na imagem à esquerda, encontra-se um problema de segurança uma vez que a colocação da fita cola no botão de emergência impede o acesso a este.



**Figura 32** - Colocação das paletes de cartão junto da máquina e definição das quantidades necessárias.

Com a marcação do espaço, tornou-se mais evidente a localização do material e o operador sempre que fizesse a análise ao local de trabalho podia identificar se alguma paleta estava fora do lugar ou se faltava material no espaço apropriado para este.

Com o 1ºS e o 2ºS implementados, seguiu-se para o 3ºS. Esta fase diz respeito à limpeza e inspeção na linha e permite contribuir para uma linha mais limpa e, por sua vez, é possível o operador detetar mais facilmente alguma anomalia, através da inspeção (ver figura 33).



**Figura 33** - Imagem representativa da aplicação do 3ºS na linha de distribuição. Os operadores procedem à limpeza e inspeção de modo a manter o padrão desejado na linha.

Por fim, de modo a concluir a aplicação da ferramenta 5 S na linha de distribuição, implementou-se o 4ºS e 5ºS. Enquanto os primeiros 3S são de implementação prática, estes caracterizam-se pela normalização e sustentação que consiste sobretudo na definição do mapa 5 S de modo que todos os

operadores que estiverem naquela linha sigam todos o mesmo padrão. A última etapa, 5º S, refere-se à sustentação da ferramenta. Esta aborda o treino dos operadores e uma boa comunicação com todos, de modo a garantir a aplicação completa de 5 S. O principal desafio deste S é manter todos os padrões definidos nas etapas anteriores. Para isso, a realização de auditorias é fundamental. Neste passo também são identificados pontos de melhoria na ferramenta 5 S sendo, posteriormente, atualizado o padrão 5 S da linha.

#### **4.5.5 Outras melhorias**

Neste ponto são descritas outras melhorias para o processo. Estas melhorias não foram implementadas, contudo no entender da equipa do projeto são melhorias que terão impacto no desempenho da linha de embalagem. Assim, propõe-se à empresa a sua execução.

##### **→ Rejeitadores mecânicos**

Em toda a linha de distribuição existem rejeitadores mecânicos que têm como função a rejeição dos pacotes que venham tombados na linha. Estes caem no cesto por ação da gravidade. O problema que se detetou foi que assim que a linha possui acumulação, um pacote que venha tombado entre dois pacotes em posição correta não cai no cesto por via da força que advém da acumulação. Após a análise na linha, detetou-se que estes rejeitadores mecânicos encontram-se posicionados em zonas de acumulação. Por esta razão, sugere-se a alteração da posição destes para uma zona funcional, ou seja, fora das zonas de acumulação.

Por motivos de confidencialidade da empresa, não é possível a apresentação de uma imagem que exemplifique o caso descrito.

##### **→ Multiswitch**

Um dos problemas que reside no *multiswitch* é o encravamento das embalagens na agulha. Os pacotes ficam presos e as paragens na máquina de enchimento são rápidas tendo em conta a proximidade.

Outro problema que advém deste sistema são os pacotes tombados. Isto acontece sobretudo quando existe uma acumulação antes da curva do multiswitch e assim que ocorre um desencravamento derivado da pressão exercida pelas embalagens, estas deslizam com rapidez pela rampa do *multiswitch* e oscilam, provocando a sua queda. A remoção deste equipamento foi parcialmente conseguida com a fixação das linhas, contudo o problema maior continua no processo que resulta da curva e da rampa deste equipamento.

→ **Alteração da posição da pega no *pack***

Outra sugestão de melhoria surge no seguimento da alteração da formação do *pack*. Uma vez já implementada a ação da remoção do virador do processo sugere-se a colocação da pega de forma transversal no *pack* ao invés da forma longitudinal. Até à data, para a colocação da pega, o *pack* após a saída da *cefma* executava uma rotação de 90 ° de modo a entrar na posição correta no transportador de acesso aos paletizadores. Com a colocação na forma transversal a rotação à saída da *cefma* é eliminada, passando a rotação do *pack* a ser executada à saída da *Condi*.

Como consequência desta ação de melhoria espera-se reduzir o custo uma vez que a quantidade de fita cola e de cartolina será menor e os encravamentos na saída da *cefma* serão eliminados. Apesar de não representar uma quantidade elevada de paragens na fase de diagnóstico efetuada, é um equipamento que exige ao operador um tempo elevado de correção de erros, tempo esse muitas vezes suficiente para originar acumulação na linha e consequentemente paragens na máquina de enchimento.

Assim, após a implementação desta ação de melhoria, o *pack* irá apresentar no mercado a forma que consta na Figura 34.



**Figura 34** - Alteração da posição da pega no *pack*. Pega longitudinal (esquerda) e pega transversal (direita).

→ **Instalação de *Helix* nas linhas de distribuição**

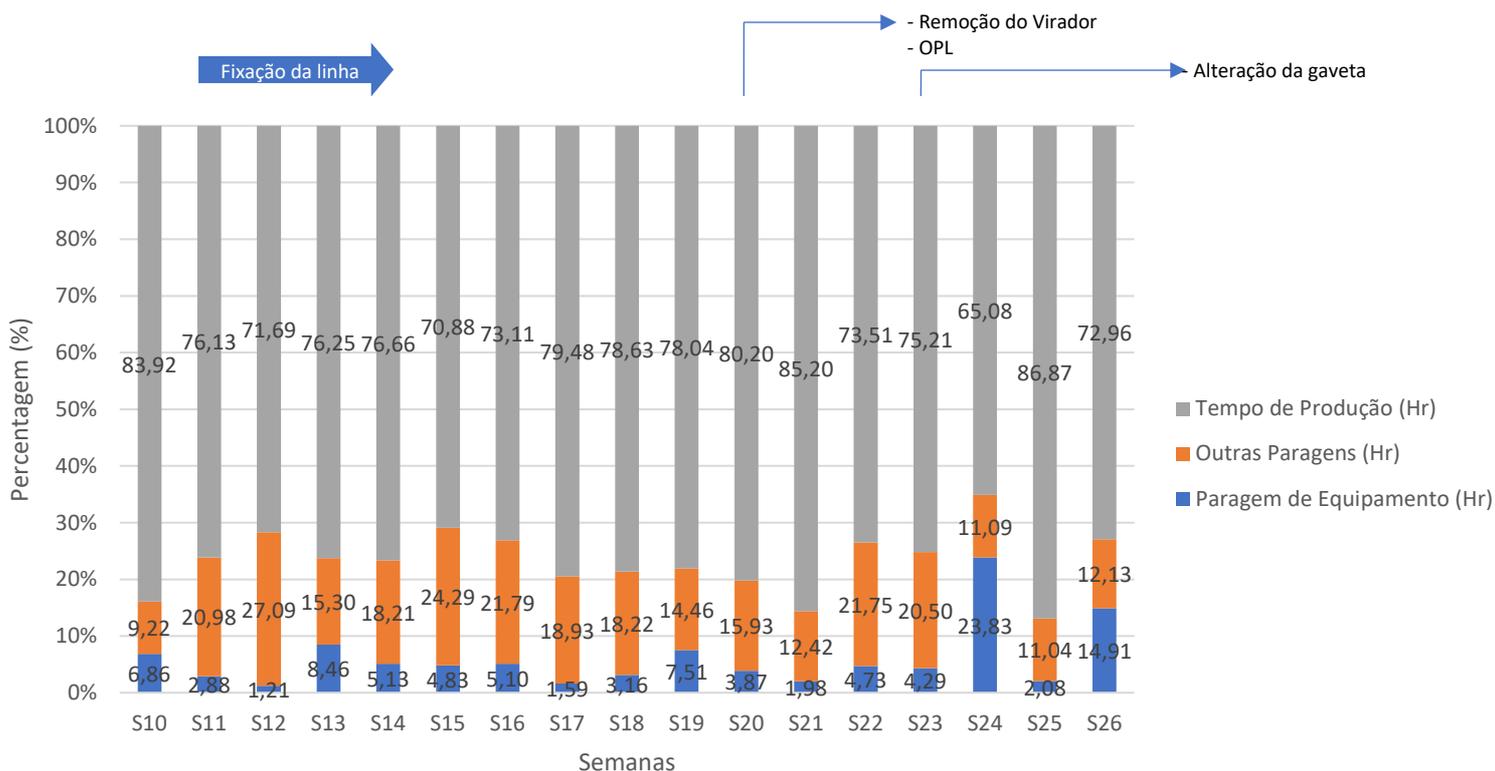
Como descrito anteriormente, as linhas de distribuição carecem de maior tempo de acumulação. Os *Helix* são equipamentos Tetra Pak, que a Lactogal já tem implementado em algumas linhas de distribuição na secção dos 200 mL. Assim, de modo a atribuir um maior tempo de resolução de paragens sem que a linha de embalagem pare, sugere-se a instalação destes equipamentos.

### 4.6 Medição do impacto das melhorias no tempo de produção

Uma vez definidas as melhorias, é importante verificar se a sua aplicação resulta em ganhos de produtividade. Dada a diferente complexidade entre as melhorias definidas, a totalidade das ações de melhorias descritas no ponto anterior não foram possíveis de acompanhar no período de estágio.

Assim, foi possível apenas acompanhar algumas das melhorias definidas anteriormente. As melhorias foram agregadas na linha de distribuição nº 6, pois tendo em conta que foi a linha com melhor desempenho, por sua vez é a linha de embalagem que possui melhor PTU. Assim, o objetivo da agregação das melhorias na linha nº 6 será atingir o melhor valor de tempo de produção possível para posteriormente replicar nas restantes linhas.

Após a implementação de algumas melhorias na linha de distribuição, foi construído o gráfico da Figura 35 que representa a evolução do PTU ao longo das semanas. Os acontecimentos em cada semana, encontram-se também assinalados no gráfico.



**Figura 35** - Gráfico representativo da divisão do tempo de processo ao longo do tempo.

Constatou-se que, de forma geral, a percentagem atribuída a “outras paragens” diminuiu ao longo do tempo. Uma vez que “outras paragens” diz respeito a eventos que ocorrem junto das linhas de distribuição de forma geral era expectável que as melhorias aplicadas tivessem impacto na redução deste

mesmo tempo. Um facto importante é o aumento verificado nas semanas 22 e 23. Este aumento deveu-se às manutenções preventivas na linha em estudo que não ocorreram conforme esperado uma vez que dada a necessidade de produzir as manutenções na linha foi realizada espaçadamente o que não ajudou na melhoria do desempenho.

Resumindo, o objetivo de 85 % de PTU foi atingido na semana 21 e 25. Uma vez que a linha de embalagem engloba a zona de enchimento e zona de distribuição, com os resultados obtidos é visível que a zona de enchimento apresenta instabilidade. Apesar de a zona de distribuição apresentar redução da percentagem, existem semanas que em a zona de enchimento foi um fator impeditivo para o alcance dos 85 % de PTU, por exemplo na semana 24.

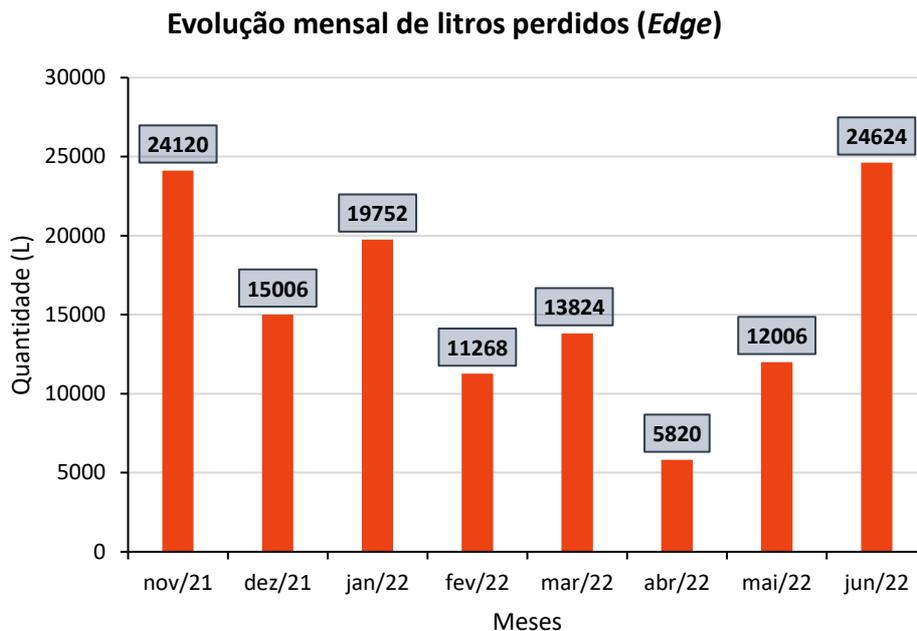
## **4.7 Evolução mensal dos indicadores da qualidade do produto final**

Apesar de não ter sido o objetivo principal do projeto, a qualidade do produto final é um parâmetro que está intimamente ligado à eficiência dos processos. Assim, e com uma periodicidade mensal, estudou-se o impacto que o défice de qualidade tem na organização. Os abates mensais e o número de paletes não conformes com entrada no armazém de reaproveitamento (S04) constituem dois indicadores que permitem aferir esse mesmo impacto.

### **4.7.1 Abates**

Os abates dizem respeito às perdas de produto, ou seja, perdas de embalagens não conformes que não é possível o seu reaproveitamento. Se uma paleta de produto acabado dá entrada no armazém de reaproveitamento é sinal de que possui alguma anomalia (produto não conforme). É recorrente um produto não conforme dar origem a vários produtos não conformes na mesma paleta, pois este contagia os restantes produtos envolventes através de leite derramado, mau posicionamento ou contaminação. Assim, um produto não conforme que inicialmente seria abatido pode dar origem a vários produtos não conformes que por sua vez serão alvo de abate. O indicador “número de abates” terá assim um número maior.

A Figura 36 ilustra a evolução mensal do número de abates executados (em litros perdidos).



**Figura 36** - Gráfico da evolução mensal de litros perdidos.

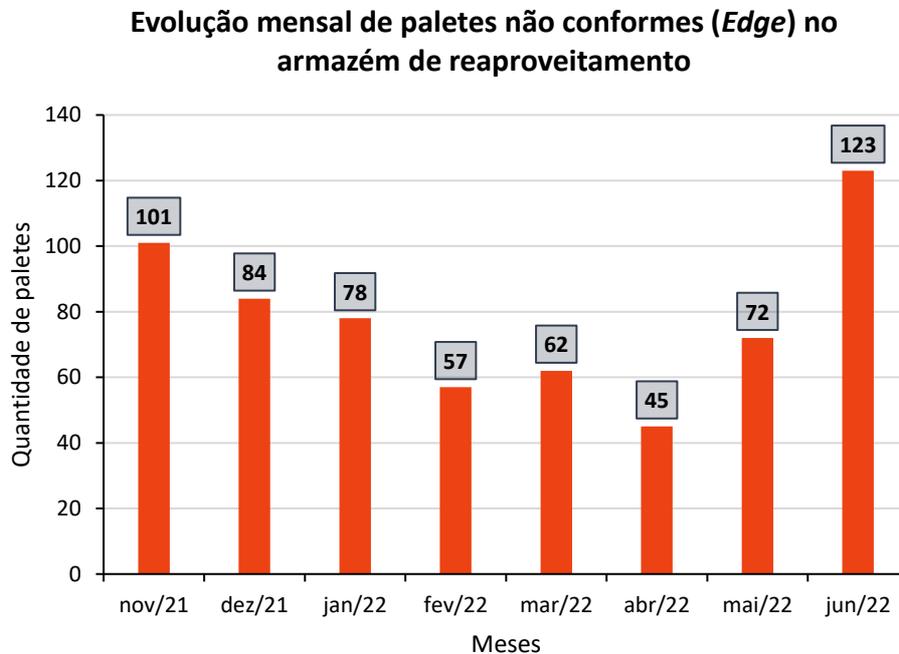
#### 4.7.2 Paletes de produto não conforme

As paletes não conformes dizem respeito às paletes de produto acabado que deram entrada naquele respetivo mês no armazém de reaproveitamento. Enquanto o número de litros perdidos pode evoluir mediante o aumento ou diminuição de operadores no armazém (mais operadores, mais paletes escolhidas que por sua vez traduzir-se-á em maior número de litros perdidos) este indicador de entrada de paletes não conformes não tem a influência dessa variável. A Figura 37 ilustra a evolução mensal da entrada de paletes não conformes no armazém de reaproveitamento.

O gráfico evidencia uma diminuição do número de paletes não conformes no armazém de reaproveitamento ao longo dos meses. Esta diminuição pode ser explicada pela colocação de equipamentos de rejeição de produtos não conformes, nomeadamente falta de embalagens, falta de tampa e embalagens mal posicionadas. Até à data do início do projeto, apenas as linhas de distribuição N° 1 e N° 2 continham estes equipamentos, no decorrer do projeto a empresa instalou nas restantes linhas de distribuição.

Como o foco principal deste projeto de melhoria foi a eficiência do processo, a qualidade não foi alvo de ações, pelo que apenas se monitorizou os indicadores ao longo dos meses. Contudo, uma vez que a eficiência está intimamente ligada com a qualidade, é expectável que a diminuição do número de paletes não conformes possa também estar relacionada com as ações de melhoria na eficiência e com o facto

de as linhas de distribuição operarem sempre com a mesma máquina de enchimento, diminuindo alguma variabilidade existente uma vez que poderão existir variações entre máquinas de enchimento (por exemplo, altura do pacote).



**Figura 37** - Gráfico da evolução mensal da quantidade de paletes não conformes que deram entrada no armazém de reaproveitamento.

Verificou-se que houve um decréscimo da quantidade de paletes com anomalias até ao mês de abril, o que está de acordo com a evolução do número de abates. Contudo, nos meses de maio e junho ocorreu um aumento que pode ser explicado pela alteração do formato do *pack* uma vez que o rejeitador da linha de distribuição nº 6 foi desligado durante o ensaio. Uma vez que o projeto se focou na eficiência, não foram realizadas ações diretas no parâmetro da qualidade, apesar de a eficiência estar ligada à qualidade. Assim, sugere-se a implementação de um sistema de verificação de paletes à entrada para o armazém de produto acabado de modo a identificar possíveis paletes com anomalias, reduzindo o número de paletes no armazém de reaproveitamento (S04).

## 5. CONCLUSÃO, LIMITAÇÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

A melhoria contínua é um tema bastante atual no mundo empresarial, sendo aplicadas várias metodologias (ex: *Lean*, *Kaizen*, *TPM*) que permitem melhorias significativas quando aplicadas com sucesso numa organização. O projeto desenvolvido permitiu obter uma componente prática da utilização de ferramentas de melhoria contínua que auxiliam na análise e melhoria dos processos.

O projeto de melhoria contínua permitiu, numa fase inicial, a realização de um diagnóstico às linhas de embalagem do formato *Edge*. Nesta fase de diagnóstico, o problema de falta de eficiência nas linhas de distribuição foi evidenciado, uma vez que constituía a maior percentagem de paragens na máquina de enchimento. Também na zona de distribuição era onde acontecia a maior perda de embalagens comparativamente à zona de enchimento. A linha de distribuição N° 1 foi a linha que apresentou um menor padrão de eficiência enquanto no sentido inverso a linha de distribuição N° 6 apresentou indicadores de eficiência muito positivos. Em relação aos equipamentos que constituem as linhas de distribuição, a *Condi-film* foi o equipamento responsável pela maior quantidade de paragens constituindo o gargalo do processo. No que diz respeito aos motivos de paragens, a falha de aplicação do intercalar (25 % do total das falhas), constituía a principal razão das paragens da linha de distribuição, seguida do encravamento no virador e problemas no agrupador. Os tempos de acumulação obtidos revelaram-se insuficientes para a resolução de uma grande parte de problemas que surgiam nas linhas de distribuição. Através das ações de melhoria implementadas foi possível obter um aumento de produtividade na linha de distribuição N° 6 com o alcance de 86 % de PTU na semana 21. A remoção do virador do processo contribuiu não só para a simplificação do *layout* da linha de distribuição, mas também para a redução no desperdício de embalagens que resultavam de encravamentos neste equipamento. O bloqueio dos *multiswitch* permitiu reduzir a variabilidade do processo nomeadamente nas *Capper* (sensíveis a alterações na altura as embalagens). Por outro lado, a ação de bloqueio permitiu também reduzir o número de linhas a operar e no futuro, com o bloqueio definitivo será possível reduzir os custos de manutenção de uma linha. Em relação aos produtos não conformes, estes apresentaram uma redução gradual no decorrer do estágio. Por fim, a alteração da conceção da gaveta do cartão gerou um impacto positivo com uma redução em 57 % do número de ocorrência. No que corresponde ao desperdício que o setor de distribuição representa, com o projeto, foi possível minimizar a percentagem de desperdício. No mês de março, mês que indicou o início do projeto, o desperdício foi de 1,96 %. No final do projeto, no mês de junho, a percentagem obtida foi de 0,39 %.

A produção e a manutenção realizam diariamente reuniões. No decorrer do estágio foi possível alterar o *layout* do quadro de reunião, inserindo neste um plano de ações a realizar com os responsáveis de cada ação. Assim, alterou-se a comunicação entre os dois departamentos que até então era menos eficiente.

As principais limitações do trabalho assentaram na dificuldade de obter dados na zona de distribuição, uma vez que não possuía até ao início do projeto qualquer sistema de recolha de dados. As etapas das ações de melhoria também constituíram uma limitação, pois não foi possível a concretização da totalidade das ações definidas devido à dificuldade na obtenção de peças, recursos e disponibilidade para a sua implementação assim como ao início tardio desta etapa no período do projeto. Outra limitação encontrada foi a falta de conhecimento entre os operadores do significado de melhoria contínua e tudo que esta acarreta.

Apesar do foco deste projeto de melhoria ser o formato *Edge*, a metodologia escolhida poderá ser aplicada aos restantes produtos da empresa.

Com a execução deste projeto, foram identificados inúmeros problemas nas linhas de embalagem. Desta forma, as melhorias definidas que ainda não foram implementadas assumem-se como favoráveis para a melhoria dos processos produtivos da empresa. Uma melhoria descrita que ainda não foi implementada diz respeito à instalação de *helix's* nas linhas de distribuição. O impacto desta melhoria espera-se muito positivo uma vez que aumentará o tempo de acumulação para mais do dobro do tempo de acumulação atual. Outras ações de melhoria que poderão ter impacto no PTU é o aumento do tempo de resposta do operador sénior no arranque das máquinas de enchimento e ainda a formação de mais operadores para estes estarem capacitados para arrancar as máquinas de enchimento após paragens.

Com a ferramenta 5 S já implementada e uma vez que a manutenção autónoma se inicia no 3º S da ferramenta 5 S, é de extrema importância dar continuidade à implementação deste conceito na empresa e dotar os operadores de um maior conhecimento do processo.

Por fim, sugere-se uma revisão dos planos de manutenção pois existem componentes das máquinas que não constam nos planos. Propõe-se a alteração dos planos de manutenção, incluindo os componentes em falta e um estudo dos ciclos de vida de cada componente (em horas).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

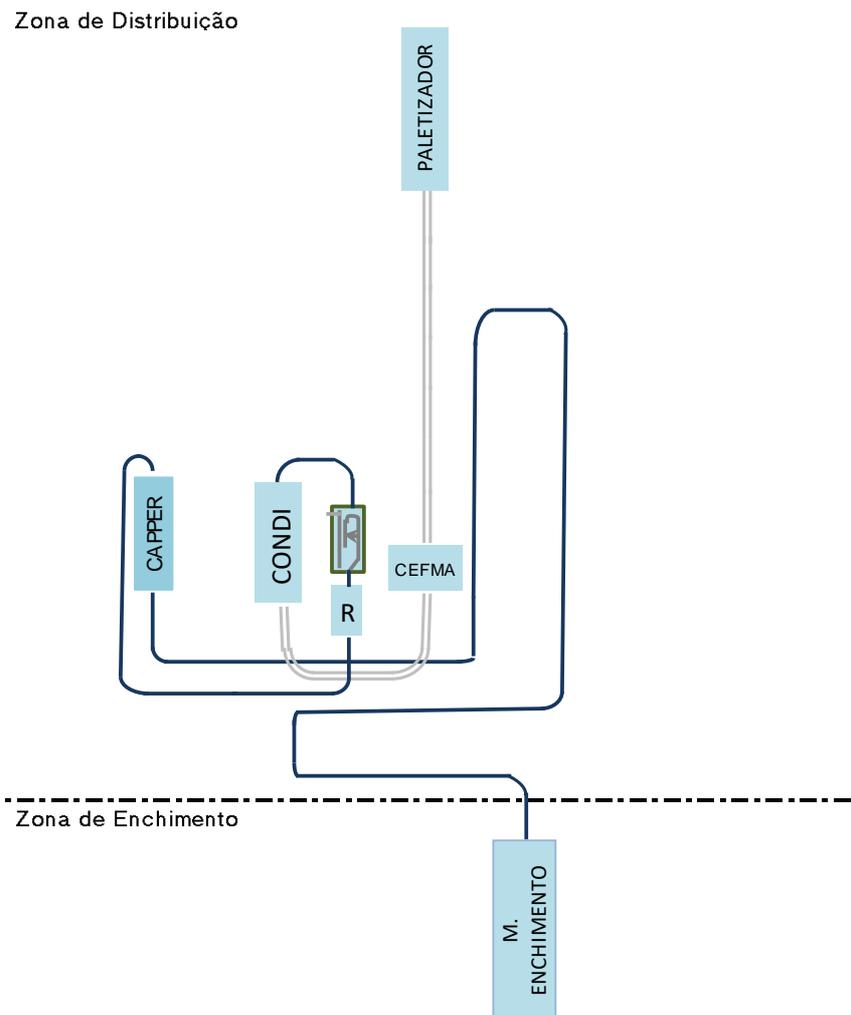
- Agroportal. (2019). Agroportal - a porta para a agricultura e o mundo rural. <https://www.agroportal.pt/nova-embalagem-da-tetra-pak-e-lancada-no-mercado-pela-lactogal-que-mostra-assim-o-seu-compromisso-com-a-sustentabilidade/>
- Aoki, K.: Transferring Japanese KAIZEN activities to overseas plants in China. *Int J Oper Prod Manag* 28(6):518–539, 2008.
- Astutik, W., Aris, A. A., & Bahri, S. (2020, July). Quality Improvement Using PDCA Methodology in the Beverage Industry. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 885, No. 1, p. 012068). IOP Publishing.
- Aurel, T. M., Andreea, R., & Simina, T. S. (2015). Continuous quality improvement in modern organizations Trough Kaizen management. *Godina (Volume) 12, Broj (Number) 1-2, Januar-Juni (January-June) 2015.*, 13.
- Chan, C. O., & Tay, H. L. (2018). Combining lean tools application in kaizen: a field study on the printing industry. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- Cheser, R. N. (1998). The effect of Japanese Kaizen on employee motivation in US manufacturing. *The international journal of organizational analysis*.
- Cierniak-Emerych, A., e Golej, R. (2020). Changes in Safety of Working Conditions as a Result of Introducing 5S Practices. *IBIMA Business Review*, 2020, 1-13.
- Collier. DA, Evans. J. (2009) *Administración de operaciones*. Cengage Learning, México, pág 828.
- Costa, P. L. (2013). *A Qualidade: a evolução do conceito*.
- Dahlgard, J. J., & Dahlgard-Park, S. M. (2006). Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. *The TQM magazine*.
- Deuse, J., Dombrowski. U., Nohring, F., Mazarov. J., & Dix. Y. (2020). Systematic combination of Lean Management with digitalization to improve production systems on the exemple of Jidoka 4.0. *International Journal of Engineering Business Management*, 12, 1-9.
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization Development Journal*.
- García-Alcaraz, J. L., Oropesa-Vento, M., & Maldonado-Macias, A. A. (2017). *Kaizen planning, implementing and controlling*. Springer International Publishing.
- Imai, M. *Gemba Kaizen: a commonsense low-cost approach to continuous improvement strategy*, 2<sup>a</sup> ed.; McGraw-Hill, 2012.
- Jacobs, F. R., Chase, R. B., & Lummus, R. R. (2014). *Operations and supply chain management*. New York, NY: McGraw-Hill Education.

- Johanson, A. e Nafisi, M. 2020. Process Mapping in Industry – the self-centred phenomenon and how it effects continuous improvements. Pág. 718-723.
- Kaizen Institute, s.d. Daily Kaizen – Programa de Desenvolvimento de Equipas [Power Point Slides].  
Kaizen Institute, s.d. O que é Kaizen. Acedido a 2 de dezembro de 2021 em [https://pt.kaizen.com/o-que-e-kaizen#core\\_kaizen](https://pt.kaizen.com/o-que-e-kaizen#core_kaizen).
- Kuendee, P. (2017). Application of 7 quality control (7 QC) tools for quality management: A case study of a liquid chemical warehousing. 4th. International Conference on Industrial Engineering and Applications.
- Lactogal. (2015). Lactogal, relatório de responsabilidade corporativa Lactogal. Acedido em 5 de novembro de 2021 em [http://www.matinal.com.pt/ResourcesUser/Responsabilidade\\_Social/RRC\\_Lactogal\\_2015\\_sit e.pdf](http://www.matinal.com.pt/ResourcesUser/Responsabilidade_Social/RRC_Lactogal_2015_sit e.pdf)
- Lactogal. (2019). Lactogal. Acedido a 5 de novembro de 2021 em <https://www.lactogal.pt/homepage.aspx>
- Liebengood, S. M., Cooper, M., & Nagy, P. (2013). Going to the gemba: identifying opportunities for improvement in radiology. *Journal of the American College of Radiology*, 10(12), 977-979.
- Luca, L., Pasare, M., Stancioiu, A., & Brancu, C. (2017). Study to determine a new model of the Ishikawa diagram for quality improvement. *Fiability & durability*, 1, 249-54.
- Magar, V. M., & Shinde, V. B. (2014). Application of 7 quality control (7 QC) tools for continuous improvement of manufacturing processes. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 2(4), 364-371.
- Matos, D.V.D. (2016). Evolução do sistema de gestão e de garantia da qualidade na área de alimentação dos serviços de ação social do instituto politécnico de viana do castelo (Master's Thesis).
- Obolewicz, J. (2017). Evolution of quality in technique. *Inżynieria Bezpieczeństwa Obiektów Antropogenicznych*.
- OECD. (2020). OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029. Organisation for Economic Co-operation and Development. [https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2020-2029\\_1112c23b-en](https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2020-2029_1112c23b-en).
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity 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.
- Proleite. (2017). Proleite, Acedido a 5 de Novembro de 2021 em <https://www.proleite.pt/visita-dos-associados-da-proleite-as-instalacoes-fabris-da-lactogal-em-modivas/>

- Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study. *Applied Sciences*, 8(11), 2181.
- Romero, D., Giardelli, P., Powell, D., Wuest, T., & Thurer, M. (2019). Rethinking Jidoka systems under automation & learning perspectives in the digital lean manufacturing world. *IFAC*, 52(13), 899-903.
- Ruiz, C., Castillo, T., e Paredes, M. (2020). Effects of implementation of 5S in heavy equipment maintenance workshops. *IGLC 28 – 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2020*, 577-588.
- Sousa, A. (2019). REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: Sousa, A., Martins, C., Pinto, D., Silva, F., Ferreira, L., Santos, V.(2019) Quality Management in Nursing, *Journal of Aging & Innovation*, 8 (1): 35-48. *Innovation*, 8(1), 35-48.
- Suárez-Barraza, M.F., Ramis-Pujol, J., e Kerbache, L. (2011). Thoughts on Kaizen and its evolution: Three diferente perspectives and guiding principles. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(4), 288-308.
- Suzaki. K. (2010). *Gestão de Operações Lean - Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*. LeanOp. Mansores.
- Tetra Pak, (s.d.). Tetra Brick Aseptic 1000 *Edge*. Acedido a 25 de Outubro de 2021, <https://productexplorer.tetrapak.com/packaging/package/tetra-brik-aseptic-1000-Edge>.
- Villalba-Diez. J., Gutierrez, M., Grijalvo Martín, M., Sterkenburgh, T., Losada, J., & Benito, R. M. (2021). Quantum Jidoka. Integration of Quantum Simulation on a CNC Machine for In-Process Control Visualization. *Sensors*, 21(15), 5031.
- Yang, C. C. (2017). The evolution of quality concepts and the related quality management. In *Quality Control and Assurance-An Ancient Greek Term Re-Mastered*. IntechOpen.

## **ANEXOS**

## ANEXO I – LAYOUT DA LINHA DE EMBALAMENTO *EDGE*



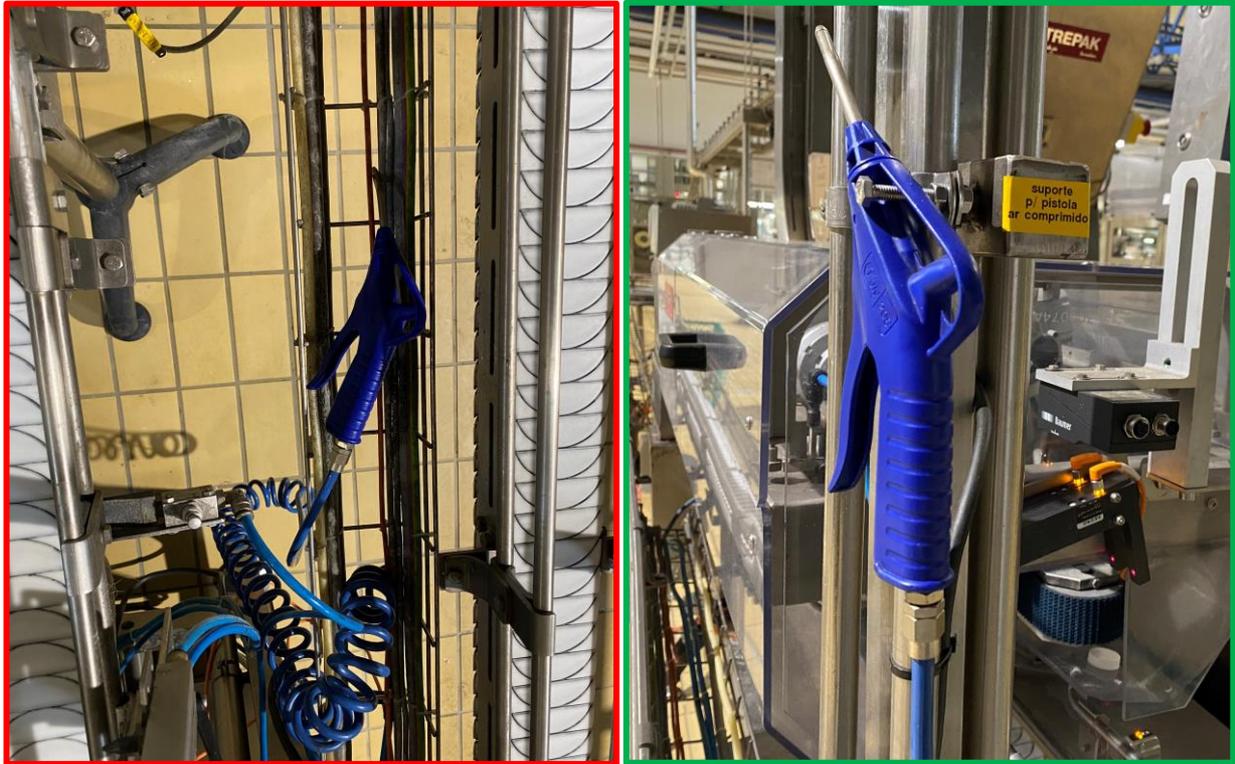
## ANEXO II – FOLHA DE REGISTOS DAS PRINCIPAIS PARAGENS NA LINHA

<i>Short Interval Control Template Example</i>																						
Data:		Maquina:																				
T1		05:30	06:00	07:00	07:00	08:00	08:00	09:00	09:00	09:00	10:00	10:00	11:00	11:00	11:00	12:00	12:00	13:00	13:30	Time in		
		45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	Total
código numérico dos motivos	Lista dos principais motivos de paragens existentes																					
T2		13:30	14:00	15:00	15:00	16:00	16:00	17:00	17:00	18:00	18:00	19:00	19:00	20:00	20:00	21:00	21:00	21:30	Time in			
		45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	Total
código numérico dos motivos	Lista dos principais motivos de paragens existentes																					
T3		21:30	22:00	23:00	23:00	00:00	00:00	01:00	01:00	02:00	02:00	03:00	03:00	04:00	04:00	05:00	05:30	Time in				
		45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	Total				
código numérico dos motivos	Lista dos principais motivos de paragens existentes																					
Avaria Turno 1																						
Avaria Turno 2																						
Avaria Turno 3																						

### ANEXO III – INVENTÁRIO DAS PRINCIPAIS CAUSAS DE PARAGEM DOS EQUIPAMENTOS

Inventário das Causas de Paragem – Linha X	
Equipamentos	Descrição
<i>Multiswitch</i>	Pacote preso
	Avaria ( <i>Multiswitch</i> )
Transportador até à <i>Capper</i>	Pacote preso
	Pacote tombado
	Avaria (Transportador até à <i>Capper</i> )
<i>Capper</i>	Tampa encravada
	Pacote tombado
	Muita rejeição
	Avaria ( <i>Capper</i> )
Transportador até à <i>Condi</i>	Pacote tombado
	Pacote preso
	Avaria (Transportador até à <i>Condi</i> )
<i>Condi</i>	Encravamento Repartidor
	Avaria Repartidor
	Encravamento Virador
	Avaria Virador
	Falha tapete cartão
	Falha aplicação do intercalar
	Avaria Intercalador
	Agrupador
	Envolvimento
	Empalme filme
	Falha soldadura
	Avaria ( <i>Condi</i> )
<i>Cefma</i>	Fita rebentou
	Falha na aplicação de fita
	Falha na aplicação de cartolina
	Encravamento na saída
	Avaria ( <i>Cefma</i> )
Transportador até Paletizador	<i>Pack</i> preso
	Avaria (Transportador até ao Paletizador)
Paletizador	Rebenta leite
	Armazém do cartão
	Falha na formação da camada
	Palete mal posicionada
	Palete partida
	Carro <i>starco</i>
	Avaria (Paletizador)

## ANEXO IV – IMAGENS DA APLICAÇÃO DE 5 S NA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO



**Figura A1** - Exemplo ilustrativo de aplicação do 2ºS na linha de distribuição.



**Figura A2** - Paletes com caixas de tampas para colocação na *Capper*.



**Figura A3** - Banco auxiliar para colocação do cartão na *Condi*.