



TÉCNICO
LISBOA



Aplicação dos princípios de Lean Manufacturing a uma empresa da indústria alimentar (II)

Tiago Martins Gonçalves

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Paulo Miguel Nogueira Peças

Júri

Presidente: Prof. Rui Manuel dos Santos Oliveira Baptista

Orientador: Prof. Paulo Miguel Nogueira Peças

Vogais: Prof.^a Inês Esteves Ribeiro

Eng.^a Cláudia de Freitas da Trindade Pargana

Novembro 2017

Agradecimentos

A parte mais complicada de uma tese é sem duvida alguma os agradecimentos, até porque é difícil mencionar todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram a terminar esta longa etapa na minha vida, o período acadêmico.

Começando pelas pessoas mais importantes na minha vida, a minha magnífica família, especialmente os meus pais e o meu irmão pelo apoio inesgotável, suporte e compreensão que tiveram durante todas as etapas desta longa caminhada. Esta dissertação é para vocês!

Ao Excelentíssimo Professor Paulo Peças, pela excelente orientação, pela disponibilidade, suporte e acima de tudo motivação perante todas as adversidades que enfrentei ao longo da elaboração da presente dissertação. O meu muito obrigado!

À Eng^a Cláudia Pargana por todos os conhecimentos transmitidos a nível académicos e profissionais. A todos os momentos de boa disposição partilhados, pelo seu apoio e amabilidade demonstrados ao longo deste processo. Foi sem dúvida alguma um grande privilégio trabalhar consigo!

A todos os meus amigos, em especial ao Jonny, Saldanha e Covas que sempre me acompanharam neste percurso.

Resumo

No mundo atual a competitividade exigida pelos mercados globais e em particular pelos consumidores, obriga as empresas a melhorarem constantemente de forma a poderem adaptar-se rapidamente e com mais eficiência aos novos desafios, sob risco de não sobreviverem.

Torna-se então necessário dotar a empresa de políticas viradas para a melhoria. Nesta perspetiva, surgem os princípios *Lean* que recorrem a um conjunto de metodologias e ferramentas que orientam processos e pessoas para a eliminação de desperdícios e para a criação de valor. Esta dissertação pretende estudar um caso prático, desenvolver um diagnóstico e implementar e desenvolver soluções de melhoria com base nas ferramentas do *Lean*.

O caso de estudo realizou-se na unidade industrial um de uma empresa do setor alimentar, mais concretamente na linha produtiva quatro, responsável pela produção de tortas. A dissertação inicia-se com uma revisão bibliográfica sobre o tema. Segue-se uma análise de diagnóstico a uma linha com recurso ao estudo dos métodos, tempos e à ferramenta de registos da empresa. Este diagnóstico é feito com base no *Overall Equipment Effectiveness* da linha e dos custos operacionais - desperdício e sobrepeso. Segue-se uma fase dedicada à análise do diagnóstico onde são identificadas as limitações do sistema produtivo e das suas fontes de desperdício. Com base na análise ao diagnóstico são desenvolvidas soluções de melhoria integradas como o 5S, método *kanban* e melhorias pontuais.

Foram implementadas muitas das soluções apresentadas possibilitando assim a produção de produtos com maior valor acrescentado.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing; Overall Equipment Effectiveness; Kanban; 5 Whys; Gestão da Produção;*

Extended Abstract

In today's world, the competitiveness demanded by global markets and consumers forces companies to constantly improve in order to be able to adapt quickly and efficiently to new challenges, under the risk of not surviving.

Based on this current situation, companies are forced to adopt policies related to improvement. From this perspective, Lean principles that uses a set of methodologies and tools to guide processes and people to eliminate waste and create value. This dissertation aims to study a practical case, develop a diagnosis and implement and develop improvement solutions based on Lean tools.

The case study was carried out in the industrial unit one of a food company, more specifically in the production line four, responsible for the production of pies. The dissertation begins with a small literature review of the study area in question. The diagnostic phase for production line four is followed by the study of methods, times and the company registration tool. This diagnosis was made according to the method & times study, the Overall Equipment Effectiveness of the line and the operational costs specifically waste and overweight. This is followed by a phase dedicated to the analysis of the diagnosis where the limitations of the productive system and its sources of waste are identified. Based on diagnostic analysis, integrated improvement solutions such as 5S, Kanban method and punctual improvements are developed.

Many of the proposed solutions were implemented, enabling the production of products with higher added value.

Key Words: Lean Manufacturing; Overall Equipment Effectiveness; Kanban; 5 Whys; Production Management;

Índice:

Agradecimentos.....	iii
Resumo	iv
Extended Abstract	v
Abreviaturas	xii
1. Introdução.....	1
2. Estado de Arte.....	3
2.1. Importância da Gestão de Produção.....	3
2.2. Toyota Production System	4
2.3. Lean Manufacturing.....	6
2.4. As três fontes de ineficiência do sistema produtivo	7
2.5. Ferramentas e metodologias Lean.....	10
2.5.1. PDCA.....	10
2.5.2. Check list (Folha de Verificação).....	11
2.5.3. 5Whys.....	11
2.5.4. Diagrama de Pareto	11
2.5.5. OEE	12
2.5.6. 5S	13
2.5.7. O sistema kanban.....	14
3. Caso de Estudo e Metodologia	15
3.1. Objetivos.....	15
3.2. Enquadramento do caso de estudo	15
3.3. Metodologias de análise.....	16
3.3.1. Estudo métodos.....	19
3.3.2. Estudo dos tempos.....	20
3.3.3. KPIs da empresa - SGD	20
3.4. Fase Plan - Ciclo PDCA	21
3.4.1. Objetivos e restrições ao projeto de melhoria	22
3.4.2. Linha quatro.....	22
3.5. Diagnóstico (Fase Plan – Ciclo PDCA)	32
3.5.1. Tempo calendário.....	33

3.5.2.	Tempos de paragem - perdas independentes	33
3.5.3.	Disponibilidade:	34
3.5.4.	Performance	36
3.5.5.	Qualidade	38
3.5.6.	Cálculo do OEE	41
3.6.	Análise do OEE	42
3.6.1.	Setups.....	42
3.6.2.	Perdas no processo.....	45
3.6.3.	Tempo avarias	48
3.6.4.	Micro-paragens.....	49
3.6.5.	Desperdício.....	49
3.6.6.	Variabilidade	58
4.	Soluções (Fase Do – Ciclo PDCA).....	59
4.1.	Estabilização.....	59
4.1.1.	Dos recursos humanos.....	59
4.1.2.	Dos processos - Ferramenta 5's:	62
4.1.3.	Dos equipamentos:.....	64
4.2.	Normalização.....	66
4.2.1.	Gemba Walks	66
4.3.	Propostas de melhoria sugeridas	66
4.3.1.	Kanban	66
4.3.2.	Mudança da posição das lâminas de corte	71
4.3.3.	Identificador falta papel	72
4.3.4.	Check list de arranque.....	73
5.	Resultados e estimativas da aplicação das soluções (Fase Check – Ciclo PDCA):	74
5.1.	Resultados da aplicação das soluções aplicadas na linha produtiva	74
5.2.	Resultados estimados da aplicação das soluções desenvolvidas	75
5.2.1.	Solução Kanban	75
5.2.2.	Solução identificador de falta de papel	76
5.2.3.	Solução check list de arranque	77
5.3.	Resultados Globais das Soluções.....	77

6. Conclusões (Fase Act/Adjust – Ciclo PDCA):	78
6.1. Trabalho futuro	79
7. Referências.....	80
Anexos.....	83

Lista de Figuras

Figura 1 - Principais bases do sistema TPS [3]	4
Figura 2 – Sistema de produção Push vs Produção Pull. Adaptado de [8]	5
Figura 3 – Exemplo ilustrativo dos problemas devido ao excesso de inventário [9].....	6
Figura 4 – Os 3 tipos de desperdício no chão de fábrica. Adaptado de [17].	9
Figura 5 – Exemplo de aplicação da ferramenta 5 Whys. [25]	11
Figura 6 – As 5 práticas da ferramenta 5S.....	14
Figura 7 – Tipos de bolos nas duas unidades industriais.	16
Figura 8 – Principais processos na linha produtiva em estudo.....	17
Figura 9 – Metodologia adotada no presente estudo.....	19
Figura 10 – Exemplo relatório SGD (dia 18/08/2016).	21
Figura 11 – Gráfico com valor médio do OEE no primeiro trimestre de 2016 relativa às linhas de produção na unidade industrial um. O traço vermelho representa o OEE objetivo da empresa.	23
Figura 12 - Valor médio do tempo planeado, quilogramas produzidos, %desperdício e %sobrepeso no primeiro trimestre de 2016 relativa às linhas de produção na unidade industrial um.....	23
Figura 13 – Gráfico com a evolução da produção da linha quatro no primeiro trimestre do ano 2016	24
Figura 14 – Imagem real da zona das pesagens	25
Figura 15 – Imagem real da zona das massas – zona A.....	26
Figura 16 – Da esquerda para a direita. Imagem real do primeiro corte da massa (as setas na figura indicam as tiras de massa que servem para a preparação da granela). Imagem real dos baldes com fitas de granela (vista por baixo do tapete rolante).	26
Figura 17 – Da esquerda para a direita. Imagem real do segundo corte da massa com indicação do corte efetuado na massa. Imagem real do equipamento 13 – deposição de cremes/chantili/ doce. ...	27
Figura 18 – Imagem real da zona dos cremes – Zona C.....	27
Figura 19 – Imagem real da zona dos enroladores. Pormenor do enrolamento da massa.....	28
Figura 20 - Imagem real da zona dos enroladores. Pormenor dos vários ajustadores de posição.....	28
Figura 21 - Imagem real da máquina de fita de embalagem.	29
Figura 22 - Imagem real da máquina de papel canelado.....	29
Figura 23 - Esquema representativo dos valores calculados anteriormente para cálculo da disponibilidade da linha.	36
Figura 24 - Esquema representativo dos valores calculados anteriormente para cálculo da performance da linha.	38
Figura 25 - Esquema representativo dos valores calculados anteriormente para cálculo da qualidade da linha.	40
Figura 26 – Gráfico representativo do OEE da linha.	42
Figura 27 - Esquemática da ferramenta “5 whys” para adereçar “root causes” de problemas inerentes ao tempo excessivo no Setup	43
Figura 28 – Imagem real da desorganização das ferramentas na linha.....	44
Figura 29 – Gráfico relativo ao número de Setups da linha produtiva.	45
Figura 30 – Diagrama de Pareto relativo aos problemas relacionados com o processo de fabrico.....	45

Figura 31 - Esquematização da ferramenta “5 whys” para adereçar “root causes” de problemas inerentes ao tempo excessivo no reembalamento de produto	46
Figura 32 - Esquematização da ferramenta “5 whys” para adereçar “root causes” de problemas inerentes ao tempo excessivo no arranque da linha.....	47
Figura 33 - Diagrama de Pareto relativo às perdas relacionadas com as avarias da linha.....	48
Figura 34 – Gráfico dos custos da linha produtiva quatro no período de diagnóstico.....	51
Figura 35 – Imagem real do ecrã do computador presente no final da zona de embalagem para o controlo de pesagem.....	52
Figura 36 – Gráfico da constituição da torta de cobertura de cacau.	52
Figura 37 – Imagem real do 2º corte da massa para definir as 3 tortas.	53
Figura 38 – Esquema ilustrativo dos problemas causados pela oscilação da tela.....	53
Figura 39 – Imagem real dos problemas causados pelas folgas na depositadora.....	54
Figura 40 - Esquematização da ferramenta “5 whys” para adereçar “root causes” de problemas inerentes ao elevado sobrepeso	55
Figura 41 –Discretização do desperdício da linha no período de diagnóstico.....	56
Figura 42 – Imagem real do enrolamento defeituoso de duas das três tortas com consequente má formação da torta	56
Figura 43 - Imagem real. Colaborador recolhe massa de maneira a ajustar os enroladores. Massa considerada desperdício.	57
Figura 44 – Imagem real. Situação de mau ajuste dos enroladores com consequente má qualidade das tortas.....	57
Figura 45 – Imagens que evidenciam os problemas relacionados com excesso de tempo na troca de fita embalagem/papel canelado.	58
Figura 46 – War room com o quadro de acompanhamento e quadro equipas autónomas de trabalho.	61
Figura 47 – Imagem real da organização efetuada às ferramentas necessárias ao setup.	63
Figura 48 – Imagem real dos ajustes realizados pelos colaboradores na depositadora na zona das massas.	65
Figura 49 – Imagem real da ajuda visual presente nas ferramentas de enrolamento para o seu ajuste	66
Figura 50 – Cartão kanban para a linha produtiva quatro.....	70
Figura 51 – Nomenclatura para a posição das matérias-primas nos supermercados	71
Figura 52 – Imagem real da melhoria implementada no corte da massa.....	72

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Mix dos produtos da linha produtiva quatro e suas especificidades.....	31
Tabela 2 – Tempo, em horas, de calendário disponível para a linha.	33
Tabela 3 – Tempo, em horas, relativo ao tempo não alocado da linha (fins-de-semana e feriados)...	33
Tabela 4 - Tempo, em horas, relativo ao tempo não planeado da linha.....	34
Tabela 5 - Tempo, em horas, relativo ao tempo planeado da linha.....	35
Tabela 6 - Tempo, em horas, relativo ao tempo trabalhado da linha.	36
Tabela 7 – Tempo, em horas, relativo ao tempo produtivo da linha.	37
Tabela 8 – Produção atual e teórica da linha produtiva 4 no período de diagnóstico	37
Tabela 9 - Tempo, em horas, relativo ao tempo desperdício da linha.....	39
Tabela 10 – Produção de produtos conforme e não conforme no período de diagnóstico	40
Tabela 11 – Tabela utilizada para o cálculo do OEE	41
Tabela 12 - Percentagens de sobrepeso e desperdício da linha quatro.	50
Tabela 13 – Principais indicadores da empresa no período de diagnóstico estudado.....	59
Tabela 14 – Quantidade de embalagens necessárias por hora para massas e cremes.....	69
Tabela 15 - Valores dos principais KPIs no período de diagnóstico (mês 1 a 6) e posterior a aplicação das soluções (mês 7 a 11).	75
Tabela 16 – Valores médios dos principais KPIs no período de diagnóstico (mês 1 a 6) e posterior a aplicação das soluções (mês 7 a 11)	75
Tabela 17 – Soluções propostas e desenvolvidas e o seu impacto na linha produtiva.....	77

Abreviaturas

JIT – Just in Time

KPI - Key Performance Indicator

OEE – Overall Equipment Efficiency

PDCA – Plan-Do-Check-Act

SGD – Sistema de gestão documental

SOP – Standard Operation Procedures

TPS – Toyota Production System

TQM – Total Quality Management

WIP – Work in progress

1. Introdução

No mundo económico atual, as empresas só conseguem subsistir se obtiverem margens de lucro sustentadas. Todavia na economia de mercado, que corresponde à conjuntura atual, ganhar mais vendendo mais caro é difícil devido à elevada concorrência que se observa atualmente. Resta, portanto, a solução de reduzir custos atuando ao nível dos custos associados à produção.

Face à competitividade exigida pelos mercados, as empresas do setor industrial e, em particular, algumas do setor alimentar necessitam de redefinir e redesenhar os seus sistemas de produção. Desta forma, é essencial que existam mecanismos que apoiem a reorganização dos processos de produção.

Ao longo dos anos foram desenvolvidas várias teorias e ferramentas de modo a que cada empresa consiga oferecer produtos que correspondem perfeitamente às expectativas dos clientes, a custos substancialmente reduzidos e com uma qualidade de excelência. É neste sentido que surge a melhoria contínua - uma estratégia de longo prazo.

O presente estudo pretende, através da aplicação do “Pensamento *Lean*” e das suas ferramentas, contribuir para tornar o sistema produtivo da unidade industrial mais flexível, eficiente e competitivo, sendo a linha quatro o objeto de aplicação/estudo.

Para a realização deste estudo foi necessário a permanência na empresa durante, aproximadamente seis meses, com o objetivo de conhecer com maior rigor a realidade da empresa e, em concreto, a linha de produção quatro. Durante este período fez-se um diagnóstico da linha e procedeu-se à sua análise. Durante a permanência na empresa procedeu-se ao desenvolvimento de soluções de melhoria tendo por base o método *Plan-Do-Check-Act* (PDCA).

Esta dissertação de mestrado encontra-se dividida em seis capítulos sendo que numa primeira fase são apresentadas, as metodologias de análise adotadas, seguindo-se a caracterização do sistema produtivo atual e conseqüente análise do diagnóstico resultante. Este trabalho termina com o desenvolvimento de soluções de melhoria estimando também o seu impacto.

Assim, a dissertação será apresentada e dividida da seguinte forma:

- No capítulo dois será apresentado um resumo do estado da arte ao nível dos principais conceitos *Lean* e das suas ferramentas;
- No capítulo três é feito um enquadramento da dissertação, onde é descrito a metodologia de análise aplicada e os objetivos da mesma. Neste Capítulo é desenvolvido a primeira etapa do ciclo PDCA onde se define os objetivos e restrições ao projeto de melhoria e onde se descreve o sistema produtivo e seus produtos;
- No capítulo quatro é feita uma análise de toda a fase de diagnóstico que foi desenvolvida na linha, posteriormente são analisados vários indicadores relevantes e resumidas as limitações e oportunidades de melhoria do sistema produtivo;
- No capítulo cinco são desenvolvidas e integradas várias soluções de melhoria e estimados, sempre que possível, os seus impactos;

- Finalmente no capítulo seis é feito um resumo das principais conclusões da dissertação e identificação de possíveis áreas de trabalho futuro no seguimento da dissertação aqui desenvolvida;

2. Estado de Arte

2.1. Importância da Gestão de Produção

Nos dias de hoje, a melhoria contínua coloca-se no centro da estratégia de qualquer empresa, muito por culpa da evolução das condições de competitividade económica. Segundo Courtois *et. al.*, 2006 desde um passado recente (meados do século XX), é possível distinguir três fases de evolução da gestão de produção dentro das empresas. Consoante o setor de atividade, o encadeamento destas três fases no tempo pode ser diferente. [1]

A primeira fase representa um período de acentuado crescimento, com o mercado a permitir margens confortáveis e uma oferta de bens inferior à procura. Nesta fase tudo o que se produzia era vendido.

Uma vez equilibrada a procura e a oferta, chegou-se a uma segunda fase em que o cliente podia escolher livremente o seu fornecedor. Tratava-se de produzir o que podia ser vendido. Nesta fase surgiram novos conceitos como as previsões comerciais, controlo de *stocks* ou limite de prazos.

Muito rapidamente se passou à fase seguinte, a era atual, na qual a oferta excedentária gera uma concorrência implacável entre as empresas face a clientes cada mais exigentes. Segundo Courtois *et. al.*, 2006, esta competitividade obriga a empresa a:

- Uma otimização dos custos;
- Uma qualidade irrepreensível;
- Prazos de entrega curtos e respeitados;
- Pequenas séries de produção customizadas;
- Uma renovação de produtos cuja vida útil se tornou mais curta;
- Uma adaptabilidade à evolução da conceção dos produtos e das técnicas de fabrico.

O grande desafio deste século é adotar, na empresa, estratégias de melhoria contínua a longo prazo de maneira a conseguir um crescimento e sucesso sustentado, abdicando da procura de estratégias a curto prazo, que apenas apresentam resultados imediatos e tangíveis - as chamadas *quick wins*. [1]

É neste sentido que surge o envolvimento da gestão de topo, que deve ser decisivo para tornar um programa de melhoria contínua uma prioridade estratégica. Deste modo, se a gestão de topo apontar o caminho do *Kaizen* e da Excelência Operacional, esse é o caminho que a organização irá seguir. [2]

Todas estas transformações só são possíveis se toda a organização participar nelas. Deste modo, a melhoria contínua só é possível se todos os colaboradores estiverem envolvidos e motivados, pois sem as pessoas não há melhoria, e, conseqüentemente, não há resultados.

No âmbito da gestão da produção é difícil dizer ao certo quando se começou quais as suas origens, porém as grandes obras realizadas no passado surgem como os primeiros sinais de um processo produtivo a envolver, explicitamente, técnicas de gestão da produção para a sua construção. No âmbito desta dissertação é de especial interesse os desenvolvimentos nesta área através do TPS – *Toyota Production System* e do *Lean Manufacturing*.

2.2. Toyota Production System

Entre 1950 e o ano 2000, surgiu na Toyota uma nova forma de gestão de produção, o TPS – *Toyota Production System*. Desenvolvido pelo engenheiro Taiichi Ohno na Toyota e mais tarde por Shigeo Shingo, marcou o início da filosofia *Lean Manufacturing*, ao permitir responder às necessidades dos clientes, no momento desejado, no menor e mais eficiente tempo possível, com a maior qualidade possível a um preço acessível. [3]

O Sistema de Produção Toyota (TPS) foi estabelecido tendo como base vários princípios, Liker (2004) resume da seguinte maneira [4] [5] :

- Basear as decisões de gestão numa filosofia de longo prazo, mesmo que à custa de resultados financeiros no curto prazo;
- Criar processos/fluxos contínuos de forma a tornar os problemas evidentes;
- Usar o sistema *pull* para evitar excessos de produção – *Just-In-Time*;
- Nivelar a carga de trabalho – o chamado *Mura*;
- Criar o hábito de interromper os processos para resolver os problemas – *Jidoka*;
- Uniformização é a base da melhoria contínua e o *empowerment* das pessoas;
- Usar controlos visuais para que os problemas não se escondam;
- Usar apenas tecnologia fiável e já testada que suporte as pessoas e os processos;
- Facilitar o desenvolvimento de líderes que verdadeiramente conheçam o trabalho, vivam uma filosofia e ensinem aos outros;
- Desenvolver pessoas e equipas excepcionais que sigam a filosofia da sua empresa;
- Respeitar e estender isto à rede de parceiros (incluindo fornecedores), desafiando-os e apoiando-os a melhorar;
- “Vá e veja por si e verdadeiramente perceba a situação” – *Genchi Genbutsu*;
- Tomar decisões consensuais – considerando todas as opiniões; implementar as decisões rapidamente;
- Fomentar a criação de uma *learning organization* através da reflexão segura (*hanse*) e da melhoria contínua.

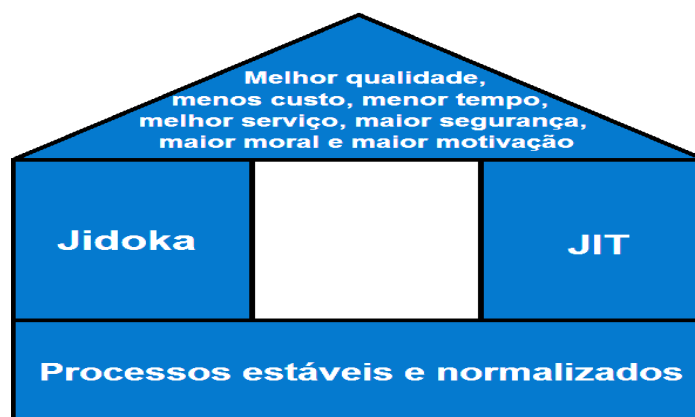


Figura 1 - Principais bases do sistema TPS [3]

De entre os princípios referidos existem dois pilares que estão na base da origem do TPS [6] [7]:

- *Jidoka* - Um conceito que confere às máquinas a capacidade de julgamento autónomo. Significa que quando surgem condições anormais, tais como defeitos da ferramenta ou acabam as peças na alimentação, a máquina deve parar e lançar um aviso de auxílio ao colaborador. A máquina tem de ser inteligente o suficiente para detetar estas condições e informar os operários para que tomem a ação apropriada;
- *Just-in-Time* - É uma técnica de produção puxada (*pull*) segundo a qual todos os outputs são realizados no momento certo, na quantidade pedida e no local combinado, recorrendo ao paradigma *pull* e ao *kanban* para controlar e disciplinar o fluxo de materiais, pessoas e informação.

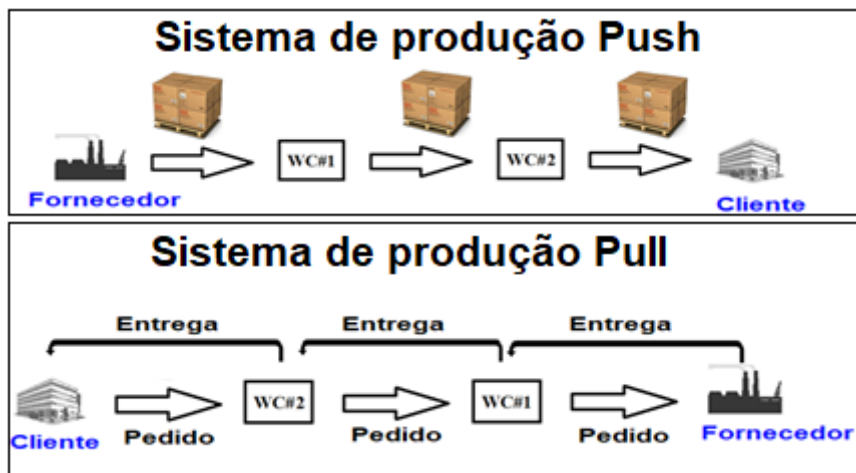


Figura 2 – Sistema de produção *Push* vs Produção *Pull*. Adaptado de [8]

Para trabalhar em regime *Just in Time* (JIT) uma organização precisa de adotar o paradigma *pull*, isto é, todo e qualquer processo só é ativado quando o processo a jusante o permite, por oposição ao *push*, onde o que se produz é “empurrado” para os clientes na expectativa de, mais cedo ou mais tarde, aqueles serem vendidos, levando a excessos de inventário.

Segundo a filosofia Toyota o excesso de inventário, muitas vezes resultante de uma filosofia de tipo *push*, esconde certos problemas da empresa levando a que alguns passos essenciais num processo de melhoria contínua não sejam realizados. Na Figura 3 é possível ver alguns dos problemas que o excesso de inventário pode ter numa empresa. Os problemas são representados pelas diversas pedras no fundo do mar que impedem a navegação do barco/empresa onde a única solução para navegar/produzir nestas condições é aumentar o nível da água, isto é, aumentar os *stocks*. [8] [9]

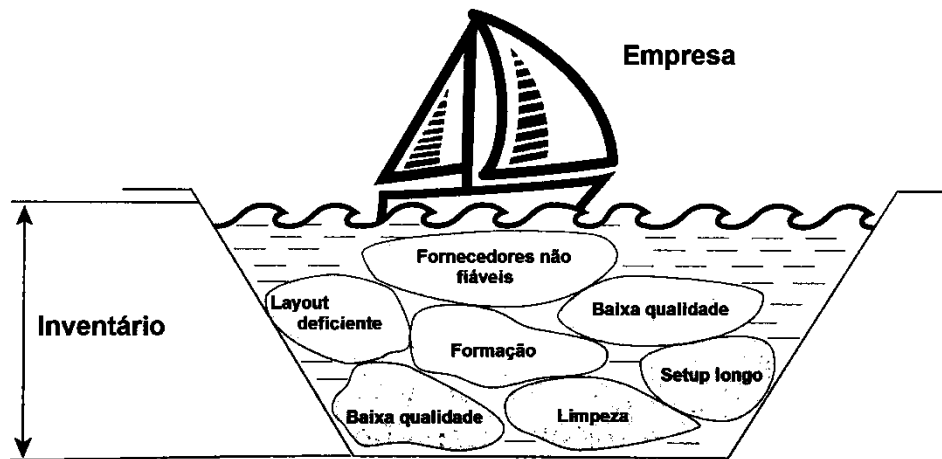


Figura 3 – Exemplo ilustrativo dos problemas devido ao excesso de inventário [9]

Torna-se então necessário trabalhar nas diversas ferramentas e técnicas que constituem o TPS como os *Kanbans*, os 5 *Why's*, os 5's, entre outras. É com base nestes princípios que é possível maximizar a utilização dos recursos dentro de uma empresa tendo em vista a redução dos desperdícios. Estas e outras ferramentas serão explicadas com maior detalhe no subcapítulo 2.5 da presente dissertação.

2.3. *Lean Manufacturing*

O TPS foi revolucionário não só pela grande variedade de adaptações que introduziu na indústria e nos serviços, mas também uma chave para o Japão ter conseguido de forma tão categórica adaptar-se às circunstâncias económicas da época. Mas foi só durante a primeira crise petrolífera, em 1973 (ano em que o preço do barril de crude disparou para valores altíssimos) que a filosofia TPS e TQM (Total Quality Management) despertou o interesse mundial pela forma como em tão pouco tempo o Japão conseguiu recuperar de uma grave crise económica. [10]

Inspirada nestas duas filosofias nasce o conceito *Lean Manufacturing*, onde o conceito “*Lean*” significa “magro”, ou seja, eliminação de desperdício. A origem do pensamento *Lean* surge pela primeira vez através de James P. Womack, Daniel T Jones e Daniel Roos no livro “*The machine that changed the world*”. Este livro é o resultado de uma investigação de cinco anos realizado no *Massachusetts Institute of Technology*, MIT, sobre a evolução da indústria automóvel. [10]

Segundo Womack e Jones (2006) no seu livro “*Lean Thinking*”, um guia de ação transversal a todas as indústrias, os princípios do *Lean* são simplificados em apenas cinco grandes considerações: [11] [12] [13] [14]

- **Definir o valor** – O valor do produto é determinado pelo cliente. O “valor” é definido como a capacidade de providenciar ao cliente no momento exato e ao preço adequado, o produto que este pretende. Mas não é só o cliente que deve ser satisfeito, existem um conjunto de partes interessadas como, colaboradores, acionistas e a sociedade em geral, que devem ser satisfeitas para garantir um futuro próspero para a empresa. Surge então uma nova abordagem que classifica algumas atividades, antes classificadas como desperdício, como valor-

acrescentado. Exemplo disso são todos os esforços que a organização desenvolve para valorizar os seus recursos humanos, como formações, ou empresas que incluem nas suas preocupações a responsabilidade social procurando criar valor para todas as partes;

- **Definir fluxo de valor** – A cadeia de valor ou fluxo de valor é definido pelo conjunto de todas as atividades que criem, ou não, valor. Deve ser feita uma análise ao fluxo de valor, identificar quais as etapas que acrescentam valor e eliminar todas as etapas que não o fazem (desperdício). A cadeia de valor deverá ser vista na perspetiva do cliente, devendo a sua análise começar do final para o início. Eliminar cada fonte de perdas irá remover barreiras e suavizar o fluxo, ao mesmo tempo que o torna contínuo e flexível;
- **Otimizar o fluxo** – Procurar sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes, desde fluxos de materiais, pessoas, informação e capital. Devem ser eliminadas as etapas sem valor acrescentado levando à criação de um fluxo contínuo de modo a produzir sem interrupções quando necessário. Criar e manter um fluxo contínuo é o modo mais eficiente de produção e deve ser usada toda a criatividade e envolvimento da organização na procura de o atingir;
- **Implementar o sistema *pull*** – Deve-se procurar sincronizar a produção com a procura. Baseada no *Just-in-time*, corresponde a um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permite a uma empresa produzir com reduzidos *lead times* de forma a satisfazer a necessidade dos clientes e não a previsões;
- **Procura da perfeição** – A melhoria contínua é a base do pensamento *Lean*. O incentivo à melhoria contínua a todos os níveis da organização, ouvindo constantemente a voz do cliente, permitirá uma melhoria continuada da organização. Por outro lado, os interesses, as necessidades e as expectativas das diferentes partes interessadas estão em constante evolução pelo que, a inovação e a busca da perfeição deve sempre existir.

2.4. As três fontes de ineficiência do sistema produtivo

Para a aplicação dos princípios *Lean* é necessário que o foco da empresa seja na eliminação de desperdício na cadeia de valor. Segundo Womack e Jones no seu livro “A máquina que mudou o mundo”, qualquer atividade que não acrescente valor ao cliente é considerada desperdício. Todos os desperdícios adicionam custos e tempo, pelo que todo desperdício é um sintoma e não uma causa do problema, devendo ser eliminado. [11]

É importante então definir os tipos de desperdício existentes. Nas empresas existem pessoas, processos, materiais e tecnologia para produzir a quantidade certa do produto/serviço que foi pedido para entregar a tempo ao cliente. Sempre que existe desequilíbrio entre a carga e capacidade resultam perdas para a empresa. Para a gestão empresarial japonesa, isto é expresso em termos de “muda” (desperdício), “mura” (desigualdade) e “muri” (excesso). [15]

Muda – Desperdício

É todo o trabalho que consome recursos sem acrescentar valor ao produto, aos olhos do cliente. As sete categorias de desperdícios mais conhecidas foram identificadas por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo

no decorrer do desenvolvimento do TPS. As sete formas de desperdício identificadas por Ohno e Shingo são as seguintes: [8] [16] [17]

- **Excesso de Produção** – Sempre que se produzir mais do que o necessário, quando não é necessário ou em quantidades desnecessárias. Se aumentar o inventário, impulsiona os transportes e a ocupação de pessoas, máquinas e espaço levando a custos de aprovisionamento que podem ser bastante prejudiciais à empresa. Este é considerado o mais penalizante para a empresa, uma vez que poderá fazer aumentar outros desperdícios;
- **Inventário** – Qualquer matéria-prima, *Work-in-progress* (WIP) ou produtos finais em excesso durante o processo de fabrico ou que tenha de esperar entre tarefas. Como foi previamente explicado no Capítulo 2.2 os inventários denunciam a presença de vários problemas dentro da empresa. Na grande generalidade, elevados inventários implicam maior imobilização de capital e maior capacidade de armazenamento. A redução dos inventários permite a identificação de problemas a par com a redução de custos de armazenamento;
- **Tempos de Espera** – Referem-se ao tempo que as pessoas ou os equipamentos perdem sempre que estão à espera de algo. Por exemplo, autorização, falta de matéria-prima ou avarias nas máquinas. Numa fábrica isto ocorre quando os produtos não estão em movimento nem estão a ser trabalhados, afetando tanto os produtos como os trabalhadores que gastam tempo à espera. O estado ideal deverá ser aquele para o qual não existe tempo de espera, consequentemente o fluxo de bens deve ser mais veloz;
- **Transportes** – Desperdício no transporte é qualquer movimentação desnecessária de matéria-prima, produtos em fabrico ou produtos finais. Levado ao extremo, qualquer movimentação na fábrica pode ser vista como desperdício e deve ser procurada a sua minimização;
- **Movimentos excessivos** – Movimentos que não são realmente necessários para executar as operações. Surge quando os operadores têm que se esticar, dobrar ou transportar algo quando estas ações podem e devem ser evitadas. Muitas vezes a falta de treino, *layouts* mal delineados que impliquem movimentação desnecessária de uma pessoa ou máquina pode desencadear desperdícios deste tipo;
- **Defeitos** – São todos os produtos que não estão de acordo com os requisitos do cliente. A este desperdício estão associadas perdas ao nível das matérias-primas, máquinas, transporte e armazenamento. A estes estão também associados os custos de inspeção e custos associados à correção dos erros;
- **Reprocessamento** - São operações adicionais que não acrescentam valor ao produto final do ponto de vista do consumidor. Ocorre muitas vezes em situações em que existem soluções demasiado complexas e são adotados procedimentos simples, o que encoraja a sobreprodução para compensar tempos e investimentos perdidos.

Mais tarde, Womack identificou um oitavo desperdício, a subutilização do potencial das pessoas, como talento, habilidades ou ideias. Isto ocorre quando os colaboradores não são envolvidos nem ouvidos quando é necessário resolver um problema dentro da empresa. [18] Um dos objetivos principais da melhoria contínua é aumentar as capacidades e conhecimento de todos os colaboradores, deste modo qualquer um tem o poder e o conhecimento para, dentro da empresa, encarar um problema com uma

estratégia de *problem solving* racional. O facto de se transmitir este poder de mudança a todos os funcionários de uma empresa fará com que a empresa vá continuamente melhorando quase autonomamente.

Mura - Irregularidades no processo ou inconsistências

Representa o desnivelamento do trabalho ou máquinas. É eliminado através da adoção do sistema JIT procurando fazer apenas o necessário e quando pedido. Este é aplicado através do sistema *pull*, deixando o cliente puxar os produtos ou serviços. [19]

Muri - Sobrecarga ou irracionalidade no processo

Sobrecarga ou irracionalidade causada na organização, equipamentos ou pessoas devido ao Muda e Mura. É eliminado pela uniformização do trabalho, garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, tornando os processos mais previsíveis, estáveis e controláveis. [19]

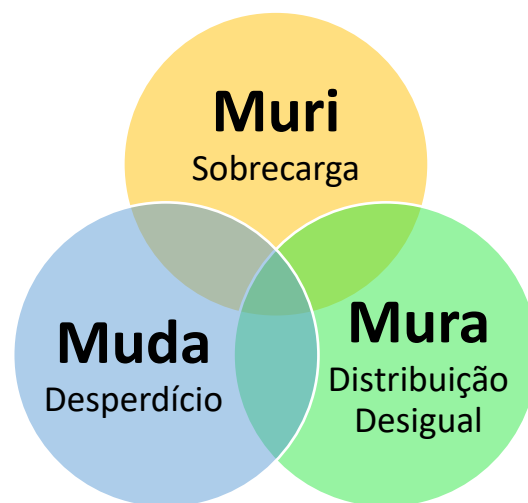


Figura 4 – Os 3 tipos de desperdício no chão de fábrica. Adaptado de [17].

Os princípios *Lean* devem ser aplicados e adaptados aos processos industriais, com isso conseguimos eliminar muitos dos desperdícios. No entanto, para uma organização se tornar verdadeiramente *Lean*, não chega apenas reduzir os desperdícios das atividades operativas, não chega aplicar o grande leque de princípios, práticas, técnicas e ferramentas que o *Lean* nos proporciona. É necessário envolver toda a organização e desenvolver competências permitindo delegar poder e conhecimento a todos os colaboradores.

É importante compreender que o *Lean* não é um conjunto de ferramentas e técnicas para aplicar exclusivamente no chão de fábrica (*gemba* – Termo japonês que significa “local real”) mas antes uma transformação cultural profunda nas pessoas e na organização. As ferramentas que se atribuem ao *Lean* são apenas a face visível das consequências desta filosofia aplicada a uma organização. A grande preocupação, num programa que se pretende impactante e sustentável prende-se então com o delicado equilíbrio entre os processos (ferramentas), a mobilização e o alinhamento. [2]

2.5. Ferramentas e metodologias *Lean*

Todas estas teorias e filosofias estão orientadas para os processos, apoiando-se na implementação de ferramentas no chão de fábrica (*gemba*) de maneira a identificar e reduzir os desperdícios de um sistema produtivo. Neste sentido e na presente dissertação foram estudadas e aplicadas um conjunto de ferramentas que irão ser analisadas no presente capítulo.

2.5.1. PDCA

Dentro de todas as teorias e ferramentas, o foco de um programa de melhoria deverá ser na maneira como este é orientado, nomeadamente na definição de objetivos e métodos na resolução de um determinado problema. Muitas destas metodologias têm o propósito de envolver as várias equipas responsáveis por aparecer o produto final, desde os altos cargos de chefia até aos colaboradores no chão de fábrica. Muitas delas nascem das teorias já aqui faladas como o, TPS e *Lean Management*. [8]

O método PDCA é conhecido como ciclo de melhoria contínua ou ciclo de Deming. A sua origem remonta aos anos 30, no entanto só a partir dos anos 50, pela mão de W.E. Deming, no Japão, é que o ciclo começa a ser popularizado. Trata-se de uma metodologia de melhoria baseado no método científico de propor uma mudança num processo, implementando a mudança, medindo resultados e tomando as medidas apropriadas. [20]

O nome PDCA é um acrónimo das iniciais dos 4 passos do método: [21] [22]

- *Plan* – Primeira etapa do ciclo. Deve-se definir objetivamente o problema em causa e investigar a situação através da realização da análise 5W para identificar as causas-raiz. Nesta etapa é feito um brainstorming¹ de contramedidas e hipóteses para as testar;
- *Do* – Nesta etapa deve-se desenvolver e implementar um plano de ação baseado nas informações recolhidas no passo anterior. É bastante importante o empenho e o treino de todos os colaboradores no processo de maneira a implementar da melhor maneira as melhorias no processo;
- *Check* – Nesta etapa faz-se a avaliação das melhorias feitas na etapa anterior. Se necessário deve-se desenvolver medidas para melhorar a solução proposta. Muitas vezes encontramos alguns desvios em relação àquilo que foi planeado e os resultados obtidos, pelo que devem ser encontradas as respostas a estes desvios;
- *Act* – A quarto etapa é o mais importante uma vez que faz a ponte entre a melhoria e estabilização do processo. Se as contramedidas forem eficazes deve-se criar um padrão que possa ser auditado e mantido. Caso as contramedidas não forem eficazes, deve-se iniciar de novo o ciclo começando pelo *Plan*.

¹ Brainstorming - modelo de reunião em que os participantes, geralmente pertencentes a áreas de especialidades diferentes, apresentam espontaneamente as suas ideias e propostas para resolver determinado problema; [2]

A simplicidade do PDCA é tão grande que a sua aplicação não requer nenhum grau académico ou conhecimento de alguma ciência ou tecnologia sendo, portanto, um meio disponível a todos. O PDCA não é mais do que uma aproximação sistemática à resolução de problemas com base na observação dos desvios à norma (ou ao esperado), num diagnóstico, na identificação das causas raiz, do teste de viabilidade de soluções, e na implementação definitiva da solução final, no maior respeito pelos factos. Para a aplicação deste método deve-se reunir os membros envolvidos no processo, de maneira a potenciar a análise ao problema e a procura de soluções tangíveis e credíveis. [23]

2.5.2. **Check list (Folha de Verificação)**

São folhas de registo de ocorrências constituídas por tabelas, que permitem recolher informação em tempo real da ocorrência de eventos (como avarias e reclamações). O seu funcionamento é bastante simples, consistindo na colocação de um certo (check) cada vez que um dos acontecimentos presentes na tabela acontece.

2.5.3. **5Whys**

O método do 5 *Whys* é um processo que consiste em perguntar “Porquê?” (*Why?*) sucessivamente até se encontrar uma possível causa raiz. O número de vezes que a pergunta deve ser feita depende do caso e da complexidade do problema. [24] [25]

Na Figura 5 é apresentado um exemplo da aplicação deste tipo de método

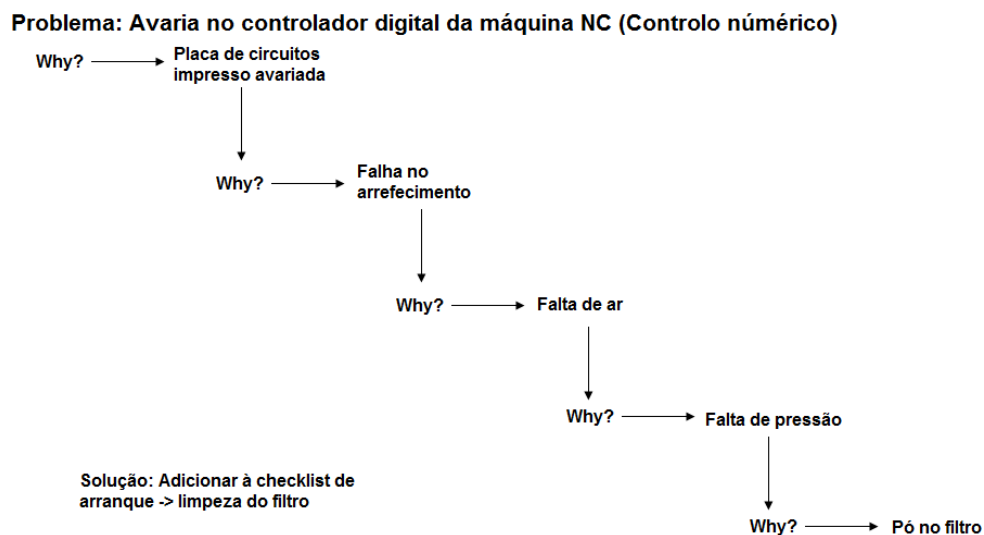


Figura 5 – Exemplo de aplicação da ferramenta 5 Whys. [25]

2.5.4. **Diagrama de Pareto**

Nesta fase de descrição do problema é bastante importante construir paretos relativamente às ocorrências do problema. Os gráficos de Pareto são uma ferramenta de análise estatística do Six Sigma. A análise é baseada na regra dos 80/20, também conhecida como Lei do Pareto, que diz que 80% dos defeitos são provocados por 20% das causas, ou seja, são poucas as causas que originam a maioria dos defeitos. Assim, pretende-se organizar os dados disponíveis de forma a ordenar os

problemas e resolve-los de acordo com prioridade e importância. Para construir um gráfico de Pareto, devem ser organizados os dados num gráfico de barras onde cada barra representa um problema que dá origem a defeitos. A altura da barra representa a percentagem de defeitos provocados por cada problema, estando ordenadas da maior para a mais pequena. Na maioria dos casos as primeiras barras serão muito mais altas que todas as restantes, significando que a maioria dos defeitos podem ser eliminados se forem concentrados esforços na resolução destes problemas. [26]

2.5.5. OEE

A eficiência global ou OEE (Overall equipment efficiency) mede o desempenho global de um processo ou sistema. Esta ferramenta permite medir e analisar a performance de um processo produtivo através de uma análise detalhada da sua eficiência. É avaliada consoante três elementos envolvidos na criação de valor: disponibilidade, performance e qualidade. [27] [28]

- Disponibilidade – Tempo que a linha devia estar a funcionar, mas está parada. É dado pela razão entre o tempo que a linha está a funcionar (Tempo trabalhado) e o tempo que a linha tem disponível (Tempo planeado). É afetada principalmente por:
 - Avarias – Falhas esporádicas relacionadas com o estado do equipamento, problemas nas ferramentas ou nos métodos de trabalho dos colaboradores, ou falhas crónicas associadas a defeitos escondidos nos equipamentos
 - Setup e ajustes - Mudança de ferramenta ou mudança de produto, sendo necessário fazer paragem com o devido ajuste, teste e medição na linha

$$\% \text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Trabalhado}}{\text{Tempo Planeado}} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

- Performance – Tempo perdido devido à linha estar a funcionar a uma velocidade inferior em relação à velocidade máxima projetada. A performance é afetada sobretudo por:
 - Perda de velocidade – Quando a velocidade real da linha é menor que a velocidade estabelecida como alvo;

$$\% \text{Performance} = \frac{\text{Produção atual [Qtd produtos bons + Qtd produtos maus]}}{\text{Produção teórica}} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

- Qualidade – Tempo que a linha está a produzir produtos que não respeitam os padrões de qualidade. Neste sentido surgem dois problemas, o desperdício e o sobrepeso:
 - Retrabalho – Perdas de volume relacionadas com retrabalho de produtos;
 - Desperdício – Perdas de volume devido a defeitos no produto. Muito do desperdício existente ocorre devido à falta de estabilização no início do processo. Está normalmente associado a erros de operadores, falta de *standards*, materiais inconsistentes, entre outros;

$$\% \text{Qualidade} = \frac{\text{Quantidade produtos bons}}{\text{Produção atual [Qtd produtos bons + Qtd produtos maus]}} \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

O OEE pode ser calculado aplicando a seguinte equação:

$$OEE = \%disponibilidade \times \%performance \times \%qualidade \quad \text{Equação 4}$$

Apesar de o OEE ser uma ferramenta bastante útil para perceber os índices explicados no presente capítulo existe, no entanto, uma grande limitação na descrição geral da linha uma vez que omite uma série de perdas planeadas que ainda assim não deixam de ter impacto na performance da linha.

O OEE permite a identificação de problemas que comprometem o fluxo, sendo esta a área de maior incidência, é neste sentido que na presente dissertação iremos abordar mais dois parâmetros de análise à performance da linha, o sobrepeso e o desperdício.

2.5.6. 5S

Os 5S são um conjunto de práticas que procuram a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos através da procura das condições ótimas dos locais de trabalho, isto é, garantir a organização, limpeza e disciplina no local de trabalho.

Os 5S são cinco palavras que, em japonês, começam por “S”, ou seja: [29] [30]

- *Seiri* (Eliminar) – Consiste em separar o útil do inútil. Identificar ferramentas e materiais desnecessários no posto de trabalho;
- *Seiton* (Organizar) – Definir um local para cada coisa. Deve-se colocar à mão as coisas de uso mais frequente e verificar que cada ferramenta/matéria-prima está no seu local correto;
- *Seiso* (Limpar) – Proceder à limpeza em cada zona do posto de trabalho assim como da área envolvente. Definir normas de limpeza para cada zona do posto de trabalho;
- *Seiketsu* (Normalizar) – Definir uma norma geral de arrumação e limpeza para o posto de trabalho e dar formação aos colaboradores para que normalizem as regras e tarefas operativas, desta forma os colaboradores são capazes de identificar situações anómalas;
- *Shitsuke* (Autodisciplina) – Garantir que os princípios de organização, sistematização e limpeza estão a ser cumpridos por todos. Etapa de controlo onde se deve:
 - Estabelecer procedimentos de controlo visual;
 - Verificar se está tudo no seu lugar;
 - Verificar o estado de limpeza;
 - Verificar se as ações e inspeções estão a ser realizadas corretamente;
 - Desenvolver um sistema de verificação (check list) e de ajudas visuais.

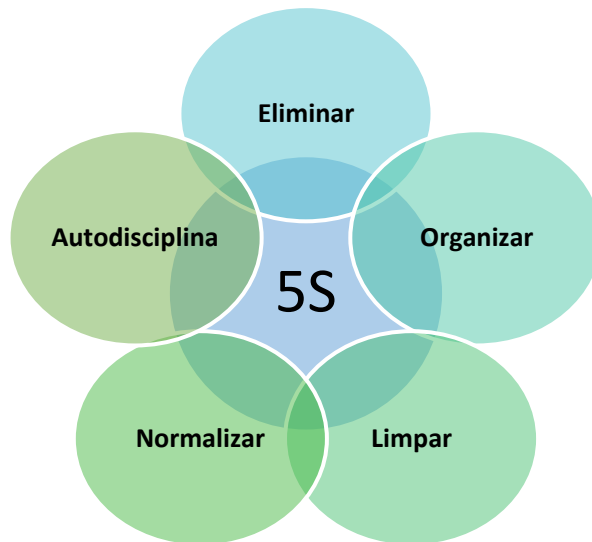


Figura 6 – As 5 práticas da ferramenta 5S.

Os 5S formam a base necessária, o terreno ideal, para a implementação de um número significativo de soluções *Lean*, garantindo um sistema de produção com maior flexibilidade, menor variabilidade e com menor desperdício. [31]

2.5.7. O sistema *kanban*

O sistema *kanban* foi desenvolvido pela Toyota, na década de 50, por Taiichi Ohno, de forma a implementar o conceito JIT. *Kanban* significa, em japonês, “placa visível” e permite controlar e disciplinar o fluxo de materiais, pessoas e informação. É um sistema visual que informa os operadores sobre o que, quanto e quando produzir, funcionando sempre das estações finais para as iniciais (isto é, do cliente para o fornecedor) e puxando deste modo a produção. O *kanban* é também um disciplinador ao evitar que sejam feitos produtos não requisitados, eliminando *stocks* e excessos de produção. [32]

Na prática o *kanban* é um sinal que autoriza a produção ou levantamento de bens, contendo na sua maioria informações como: [33]

- O fornecedor da peça ou produto;
- O cliente;
- Para onde o transportar;
- Como o transportar (i.e., a quantidade e o método de transporte).

Este sistema, para além de reduzir custos por via da redução de inventários, tem ainda um papel importante no controlo e melhoria da qualidade. Antes de serem transferidos para as operações subsequentes todos os produtos devem atingir um determinado nível de qualidade. Desta forma é possível a produção de produtos de alta qualidade ao mesmo tempo que se reduzem os recursos utilizados - nomeadamente com a prevenção, inspeção e deteção de falhas internas e externas.

3. Caso de Estudo e Metodologia

A presente dissertação teve como principal objetivo a aplicação de alguns conceitos da filosofia *Lean Manufacturing* na linha de produção número quatro, com o intuito de potenciar a sua performance e, conseqüentemente, a tornar mais competitiva. Foi feita uma análise cuidada ao estado atual da linha com o intuito de diagnosticar aspetos menos positivos no seu processo produtivo, apresentando, posteriormente, soluções válidas. Sempre que possível foram apresentados os impactos dessas soluções na linha.

Este capítulo inicia-se com a apresentação dos objetivos da dissertação tanto a nível académico como pessoal. Faz-se uma apresentação da empresa com a descrição do funcionamento do sistema produtivo atual e uma abordagem às metodologias de análise usadas.

3.1. Objetivos

Pretende-se com recurso a conceitos e ferramentas do *Lean Manufacturing* caracterizar o estado atual da linha quatro, analisar o diagnóstico resultante e apresentar soluções concretas que melhorem o funcionamento e os resultados produtivos da linha.

A presente dissertação vai ao encontro dos objetivos da empresa que pretende a criação de uma equipa responsável pelo desenvolvimento de um programa de melhoria que promova a mudança dentro da empresa. O ponto de partida para a implementação do programa foram as linhas quatro e sete, sendo que, no futuro, deveria ser replicado para as restantes linhas. A escolha das linhas produtivas não foi feita aleatoriamente, teve em conta um conjunto de características que irão ser explicadas no capítulo 3.4.2.

3.2. Enquadramento do caso de estudo

A presente dissertação foi desenvolvida em parceria com uma empresa do ramo alimentar na unidade industrial um, mais concretamente na linha quatro, responsável pela produção de tortas.

Por motivos de confidencialidade não será mencionada o nome da empresa. Trata-se de uma empresa familiar com uma experiência sólida, a operar na indústria de *bakery*, que visa oferecer uma extensa gama de produtos utilizando tecnologias diferentes desde biscoitos, bolachas, tostas, bolos e outros produtos de pastelaria. Na Figura 7 são mencionados os principais produtos nas duas unidades industriais da empresa.

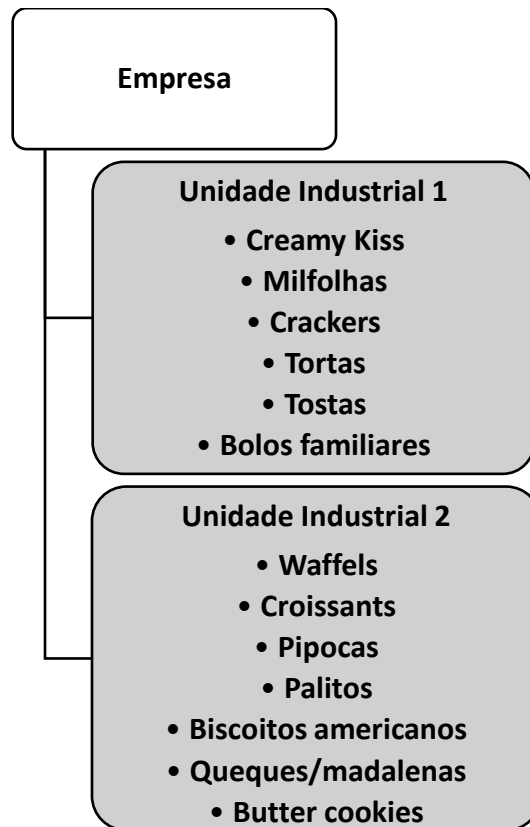


Figura 7 – Tipos de bolos nas duas unidades industriais.

No total a empresa apresenta 19 linhas de produção distribuídas por duas unidades industriais com uma capacidade instalada de 55 toneladas, exportando para mais de 80 países. As duas unidades industriais têm beneficiado de vários investimentos efetuados na modernização das suas instalações, bem como na reorganização de novos métodos de trabalho, visando a melhoria da performance bem como o reforço da atividade industrial.

Ao nível da produção, nota-se que tem existido uma busca no sentido de introduzir soluções tecnológicas num setor produtivo muito competitivo e muito dependente de mão-de-obra intensiva. Em 2013 a empresa contava com cerca de 700 colaboradores distribuídos pelas duas unidades industriais.

3.3. Metodologias de análise

Para a realização desta dissertação foi necessário a permanência na empresa durante um período de cerca de seis meses, com o objetivo de obter um conhecimento detalhado da realidade da unidade industrial, assim como a familiarização com os colaboradores da mesma.

Apesar da unidade fabril de Lisboa possuir várias linhas produtivas este estudo apenas se foca numa, a linha quatro, responsável pela produção de todo o tipo de tortas. Como esta linha vai ser analisada no próximo capítulo apresenta-se, de seguida uma visão macro desta linha produtiva e os processos presentes na mesma (Figura 8):

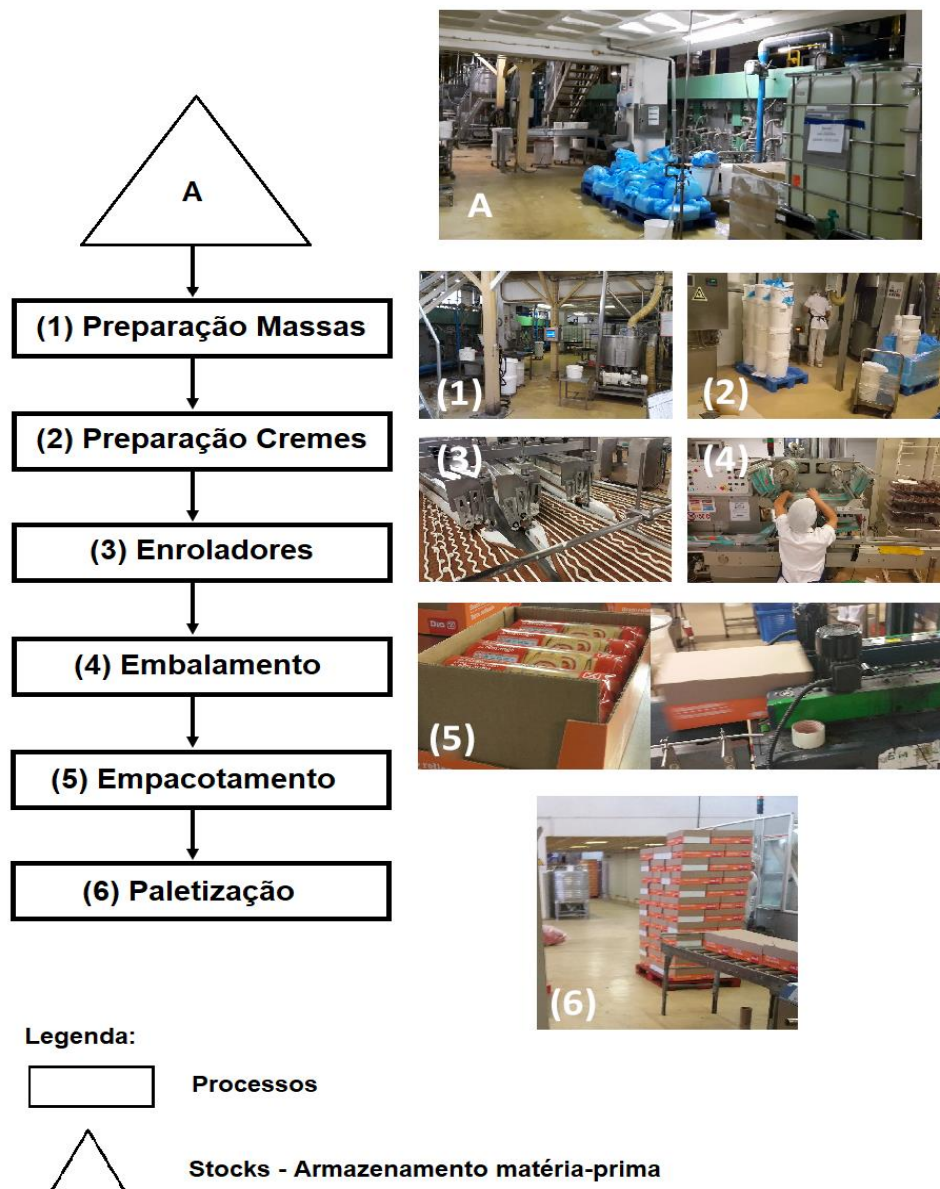


Figura 8 – Principais processos na linha produtiva em estudo.

A metodologia adotada neste estudo englobou as quatro fases de um ciclo PDCA, sendo este o ciclo que serviu de guia ao programa de melhoria dentro da empresa. Iniciámos este trabalho com uma parte dedicada ao *Plan* onde:

- São apresentados os objetivos explícitos e implícitos e as restrições ao projeto de melhoria e ainda desta dissertação;
- KPIs (Key Performance Indicators) da empresa e sua importância no diagnóstico;
- Escolha da linha, a explicação do processo produtivo da mesma e o *mix* de produtos;

De seguida é feito um diagnóstico à linha onde é analisado o *current state* da linha:

- Análise dos dados recolhidos no SGD (Sistema de gestão documental, Ferramenta informática interna que regista toda a informação da linha) com recurso ao estudo dos métodos e ao estudo dos tempos. Análise tendo em conta o gap para a performance esperada;
 - OEE;
 - Sobrecustos Operacionais: Sobrepeso e desperdício;

Com base no diagnóstico e com a utilização de metodologias *Lean*, desenvolveram-se soluções de melhoria. Esta fase encontra-se subdividida em três subcapítulos, sendo chamada de fase *DO* no ciclo PDCA:

- Estabilização
 - Dos recursos humanos: a alocação de equipas e o desenvolvimento das suas competências como equipa voltada para um bem comum; o desdobramento de objetivos e de recursos;
 - Dos processos: Aplicação da ferramenta 5's e a construção dos modos operatórios (*SOP – Standard Operation Procedures*) como medidas para uniformizar o processo.
 - Dos equipamentos: redução da variabilidade dos processos que dão origem às questões do peso;
- Normalização
 - Desenvolver a cultura de observação das normas: os *gemba walks*;
- Melhoria
 - Eliminar o processo de pré-pesagens introduzindo supermercados no bordo da linha, reduzir transportadores aproximando operários facilitando a comunicação e a redistribuição de tarefas; A introdução das rotas de entrega e da reposição das materiais primas via cartões *kanban*;
 - Melhorias pontuais como o dispositivo para identificar falta de papel.

De seguida é analisado para cada solução o seu impacto na linha tendo em conta os resultados esperados. Trata-se da fase *Check* no ciclo PDCA.

Por fim nas conclusões surge a fase *Act/Adjust*:

- A importância da estabilização;
- A importância da mobilização quer do chão de fábrica quer das chefias;
- A importância da manutenção preventiva;

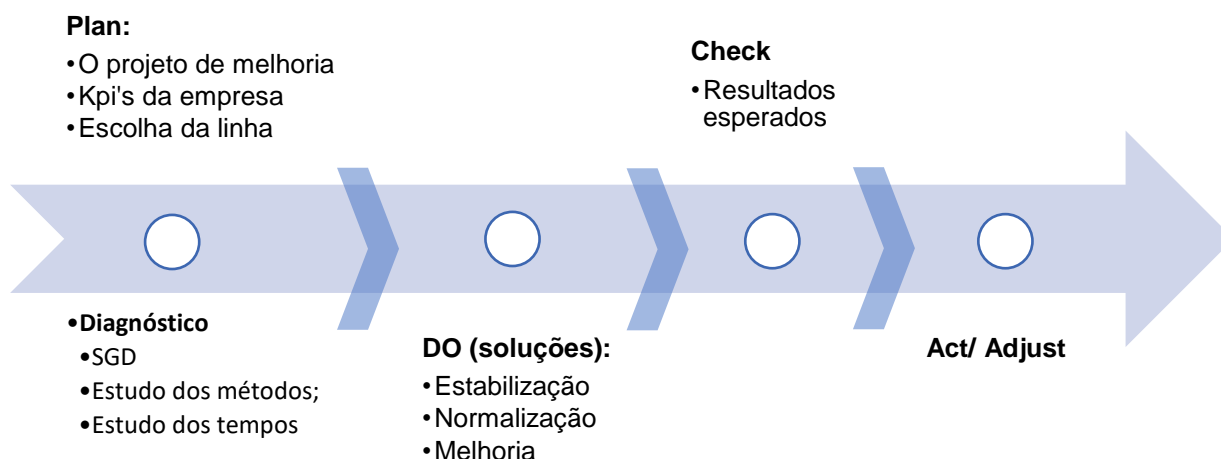


Figura 9 – Metodologia adotada no presente estudo.

Para a elaboração dos capítulos dedicados à fase *Plan* e *DO* foi importante a utilização de algumas técnicas que fazem parte do estudo dos métodos e dos tempos assim como o uso da ferramenta SGD da empresa.

3.3.1. Estudo métodos

Ao longo desta dissertação, foram utilizadas várias técnicas de análise que contribuíram para uma melhor compreensão do processo produtivo e uma análise qualitativa tanto das operações como dos procedimentos em cada setor da linha.

Análise visual

A análise visual é um método de observação que foi bastante importante no início desta dissertação uma vez que possibilitou uma primeira abordagem ao processo de produção e às diversas interligações que existem nas diversas etapas do processo. A utilização deste método foi essencial na fase de diagnóstico do presente estudo assim como o conhecimento do *modus operandi* de cada posto de trabalho, do *layout* da linha e as funções e comportamentos de cada colaborador.

A habituação dos colaboradores a pessoas de fora nem sempre é bem aceite, por se sentirem de alguma forma observados, pelo que este método foi sempre aplicado a uma distância aceitável de cada colaborador.

Entrevistas informais

Através das entrevistas informais foi possível melhorar os conhecimentos sobre o funcionamento de cada posto de trabalho ao completar informações que se revelaram insuficientes apenas com a observação visual. Esta etapa foi importante uma vez que existem pormenores na linha que só com alguma experiência no processo produtivo é que são possíveis de serem observados. Muitas das entrevistas tiveram também a função de melhorar a comunicação entre os colaboradores que

trabalhavam no chão de fábrica e a equipa de melhoria. Foram entrevistados ao longo deste trabalho operadores, chefes de linha e outros colaboradores.

3.3.2. Estudo dos tempos

O estudo dos tempos é de extrema importância pois permite obter o desempenho e/ou eficiência do sistema através da análise dos tempos produtivos e não produtivos. A análise qualitativa da linha foi feita com base na ferramenta SGD da empresa e apoiada em duas técnicas de estudo dos tempos: as cronometragens e as observações instantâneas.

Cronometragens

As cronometragens são uma técnica que permite a medição direta e contínua da operação que se pretende estudar. Através desta técnica foram obtidos os tempos inerentes a cada atividade ao longo da linha, os tempos de alimentação das máquinas, tempos de transporte, tempos de produtivos e não produtivos. Todas estas observações foram conduzidas discretamente de modo a evitar alteração de motivação por parte dos operadores permitindo representar, de forma mais real possível, o dia-a-dia desta linha e o rigor e eficácia nos resultados. [34]

Observações instantâneas

As observações instantâneas fazem parte de uma técnica de observação direta do trabalho permitindo a contabilização de forma discreta de uma atividade para, posteriormente, materializar em percentagens de tempo dedicadas a cada elemento da atividade. As observações instantâneas permitiram quantificar os tempos produtivos e não produtivos e desta maneira melhorar a taxa de trabalho e de inoperação em cada posto. Foi especialmente importante na fase de arranque da linha onde algumas atividades são muito demoradas e como tal tornam as cronometragens desapropriadas.

3.3.3. KPIs da empresa - SGD

Os KPI utilizados na empresa estavam agrupados e documentados numa ferramenta informática, o SGD. Toda a produção regista os dados recolhidos durante o período de trabalho da linha no chamado “Dossier de Lote” que contém informação detalhada por ordem de fabrico das quantidades, paragens, desperdícios e número de operadores. Estes registos são posteriormente introduzidos na base de dados SGD, permitindo o cálculo do OEE, sobrepeso e desperdício de cada linha por turno.

Na Figura 10 é possível ver um exemplo de um relatório diário do dia 18/08/2016. Neste relatório estão presentes todas as linhas da unidade industrial 1 representados pela Tabela 1. Na Tabela 2 é apresentado a performance de cada linha naquele dia específico, nomeadamente através do OEE (utilização, performance e qualidade), percentagem de sobrepeso e desperdício. Na Tabela 3 é quantificado os quilogramas de sobrepeso e desperdício de cada uma das linhas assim como a percentagem do plano que é cumprida dada por:

$$\text{Cumprimento do plano} = \frac{\text{Produção real}}{\text{Produção planeada}}$$

Na Tabela 4 é apresentado o número de colaboradores a trabalhar no chão de fábrica relativamente ao *standard* e ao real. $Desvio = MOD Real - MOD Standard$ e por fim na Tabela 5 é feito uma totalização dos dados relativos a todas as linhas em relação aos objetivos da empresa.

Semana: 33		Data: 18/08/2016					
5ª feira							
	1	2	3	4	7	8	10
Tempo Calendário	1 440	1 440	1 440	1 440	1 440	1 440	1 440
Paragem planeada	960	960	1 440	480	1 440	540	1 440
Tempo Planeado	480	480		960		900	
Setups				160			
Processo	240	125		10			
Avarias				20			
Outros				10			
Tempo Trabalhado	240	355		760		900	
Microparagens	-10	-51		83		33	
Tempo Produtivo	250	406		677		867	
Desperdiço	94	112		30		50	
Tempo Efetivo	155	294		647		817	
Utilização	50%	74%		79%		100%	
Performance	104%	114%		89%		96%	
Qualidade	62%	72%		96%		94%	
OEE	32%	61%		67%		91%	
OEE - Target	73%	70%	81%	60%	59%	86%	81%
% Sobre peso	2,2%	6,2%		4,3%		1,0%	
% Desperdiço	62,1%	40,8%		4,9%		6,2%	
Sobrepeso (kg)	32	122		601		54	
Desperdiço (Kg)	903	796		680		321	
Produção Planeada (Kg)	2 117	2 223		11 340		5 103	
Produção Real (kg)	1 454	1 954		13 977		5 205	
Cumprimento do Plano	69%	88%		123%		102%	
MOD Standard	17	14		22		16	
MOD Real	17	14		21		14	
Desvio	0	0		-1		-2	

TOTAL		
Real	Obj	Dif.
11 520		
8 700		
2 820	2 820	0
160	119	41
375	215	160
20	172	-152
10	45	-35
2 255	2 269	-14
55	23	32
2 200	2 246	-46
286	214	72
1 914	2 032	-118
80,0%	80,5%	-0,5%
97,6%	99,0%	-1,4%
87,0%	90,5%	-3,5%
67,9%	72,1%	-4,2%
3,6%	3,2%	0,4%
12,0%	10,7%	1,3%
809		
2 700		
20 783		
22 590		
109%		
69		
66		
-3		

Figura 10 – Exemplo relatório SGD (dia 18/08/2016).

Através do SGD foi possível descrever melhor a fase de diagnóstico e avaliar se as melhorias implementadas no processo produtivo estavam a surtir efeito (fase *Check*).

3.4. Fase Plan - Ciclo PDCA

Neste capítulo é descrita a etapa *Plan* no ciclo PDCA sendo uma etapa bastante importante pois é aquela que define os objetivos e restrições ao projeto de melhoria que irá eventualmente ser implementado na empresa e. Foi de especial interesse para esta dissertação saber as restrições ao projeto de melhoria uma vez que esta também fica limitada na aplicação prática de algumas soluções.

É também explicado neste capítulo as razões que levaram à escolha da linha quatro como linha pioneira para a implementação do projeto de melhoria assim como uma descrição do processo produtivo com o respetivo *layout* da linha. Por fim é apresenta-se o *mix* de produtos que a linha produz com a respetiva percentagem de encomendas no período de diagnóstico de cada um.

Por fim é feito o diagnóstico à linha com recurso aos três principais KPI da empresa, o OEE, %desperdiço e %sobrepeso.

3.4.1. Objetivos e restrições ao projeto de melhoria

O desafio proposto pela empresa consistiu na criação de um programa de melhoria contínua, capaz de promover a mudança dentro da empresa. Este projeto assentou em determinados pressupostos, nomeadamente:

- Que a estratégia estava bem definida e devidamente comunicada, que o *mix* de produtos se iria manter e se deveria apontar para volumes próximos da capacidade instalada;
- Que os conceitos básicos de *Lean* faziam parte do conhecimento geral dos colaboradores e que estariam cimentados devido a presença de dois consultores externos em duas alturas diferentes da história recente da empresa, concretamente na formação elementar dos princípios *Lean*, no desenvolvimento do indicador fabril (o OEE) e na implementação de reuniões diárias com a equipa de fábrica;
- Que o campo de ação seria limitado aos processos fabris, excluindo então questões que se prendessem nomeadamente com as funções de suporte, mesmo as mais próximas, como o planeamento de produção e a gestão de materiais;
- Que temas relacionados com a manutenção deveriam ser comunicados com outra equipa e deveriam ser excluídos do âmbito do trabalho proposto;
- A equipa de trabalho seria constituída por um engenheiro de processo, dois estagiários académicos sob a supervisão do diretor fabril e a orientação técnica de uma consultora em regime de um, cinco dias presenciais por semana;
- Outros recursos que viessem a ser necessários seriam reconduzidos pelas vias em funcionamento na fábrica.

O ponto de partida para a implementação do programa foi a linha de tortas quatro e linha de bolos sete, sendo que, no futuro, deveria ser replicado para as restantes linhas de produção. A presente dissertação foca-se nas melhorias implementadas na linha quatro.

3.4.2. Linha quatro

A escolha da linha

A escolha da linha piloto para implementar o programa de melhoria contínua não foi feita ao acaso. Para esta escolha foi necessário consultar alguns *KPIs* da empresa como o OEE, percentagem de desperdício e percentagem de sobrepeso. Foi igualmente analisado os quilogramas produzidos pelas linhas produtivas no período de diagnóstico. Para a recolha desta informação recorreu-se ao *SGD* da empresa.

Para um programa como este é necessário que a linha escolhida tenha uma grande disponibilidade, pois apenas desta forma era possível analisar e propor soluções sem o risco de a linha não funcionar durante um período muito grande de tempo. Neste sentido foram analisados indicadores de tempo planeado e quilogramas produzidos. Do ponto de vista de performance, era necessária uma linha que

apresentasse valores abaixo daqueles que a empresa tinha como objetivos. Neste sentido foram então utilizados os indicadores de percentagem de sobrepeso e desperdício assim como OEE.

Foram elaborados cinco gráficos com informações das sete linhas de produção na unidade industrial um relativas aos dois primeiros trimestres de 2016, sendo este período o escolhido para a fase de diagnóstico da presente dissertação.

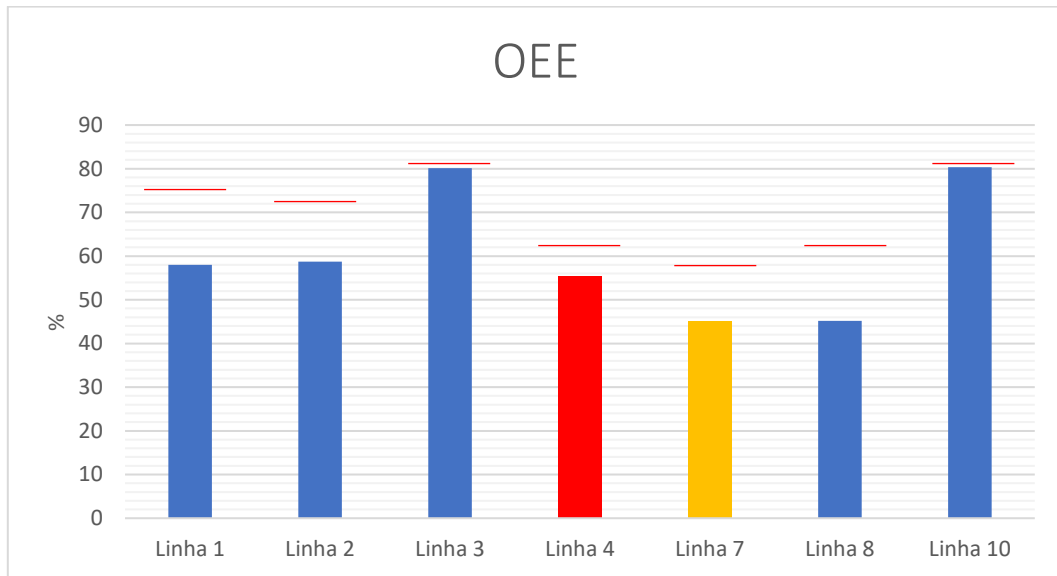


Figura 11 – Gráfico com valor médio do OEE no primeiro trimestre de 2016 relativa às linhas de produção na unidade industrial um. O traço vermelho representa o OEE objetivo da empresa.

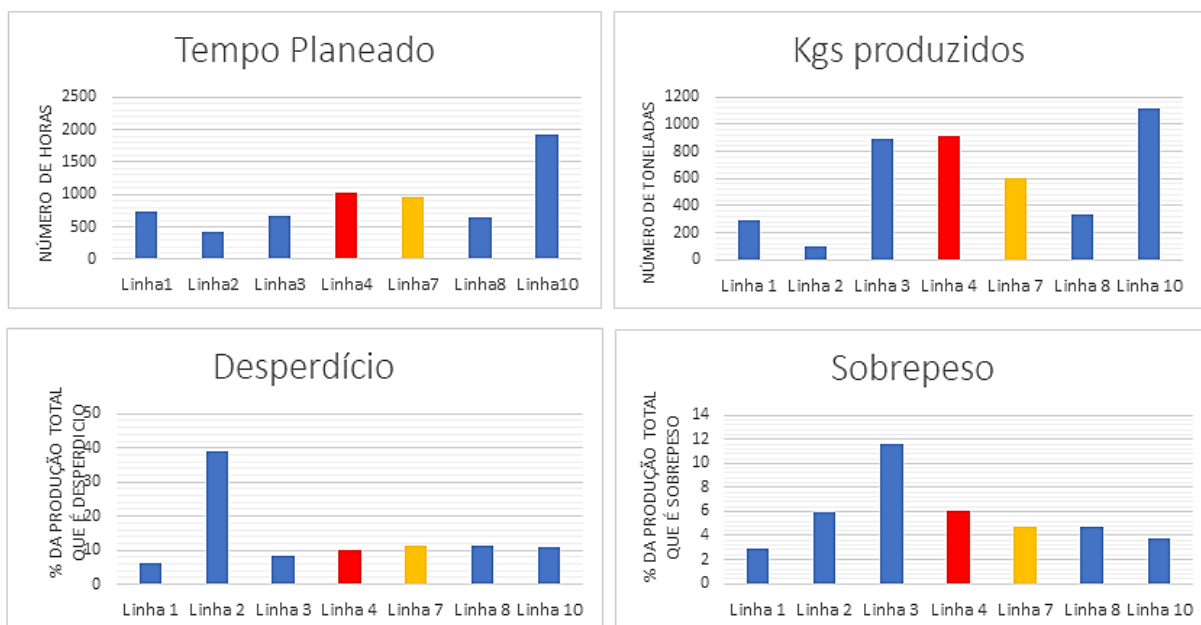


Figura 12 - Valor médio do tempo planeado, quilogramas produzidos, %desperdício e %sobrepeso no primeiro trimestre de 2016 relativa às linhas de produção na unidade industrial um.

Da análise aos gráficos das Figuras 11 e 12, e escolhendo apenas o indicador de tempo planeado e quilogramas produzidos, a escolha da linha piloto deveria recair pelas linhas dez ou três por apresentarem melhores indicações nestes dois indicadores. Apesar disso são as duas linhas que apresentam melhor performance na fábrica, cerca de 80%, estando este valor acima dos objetivos da empresa. Por esta razão decidiu-se não escolher estas duas linhas como linhas piloto para o arranque do processo de melhoria.

Consultando todos os gráficos é notório que a linha quatro é aquela que apresenta maiores oportunidades de melhoria uma vez que apresenta percentagens de desperdício e sobrepeso muito elevados em relação aos quilogramas de tortas que produz. Por outro lado, o seu OEE é bastante reduzido em relação aos objetivos definidos pela empresa e, ao contrário das restantes linhas, esta é uma linha com um volume de produção crescente (como pode ser visto na Figura 13), por ser das poucas linhas em Portugal capazes de produzir este tipo de produto sendo necessário minimizar ao máximo os custos de produção e maximizar o OEE de forma a responder a esta crescente procura por produtos desta linha.

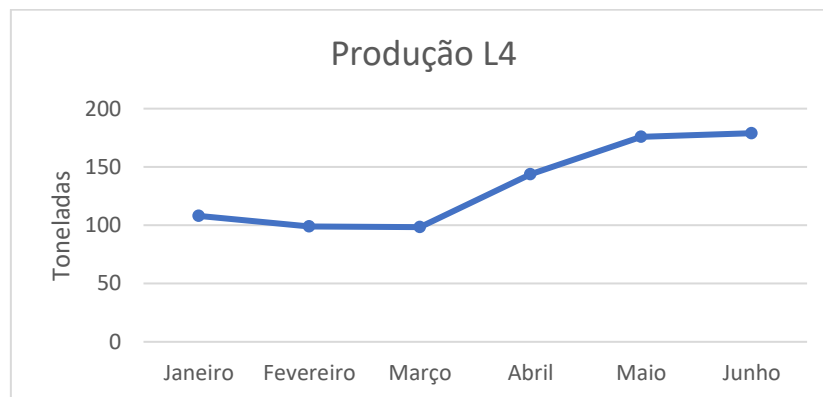


Figura 13 – Gráfico com a evolução da produção da linha quatro no primeiro trimestre do ano 2016

A linha quatro e a linha sete partilhavam a mesma equipa, isto é, só era possível trabalhar uma linha em cada turno sendo uma vantagem bastante grande uma vez que, partilhando a mesma equipa iríamos trabalhar em duas linhas ao mesmo tempo. Muitas vezes as ações de melhoria com base em alterações de *layout* ou pequenos ajustes na linha eram feitas numa das linhas enquanto a outra estava em funcionamento.

Layout da linha 4

Foi esquematizada, de forma simplificada, a linha quatro no anexo A. Neste esquema estão presentes o fluxo de matéria-prima, a disposição das máquinas/equipamentos e a sequência de operações.

A matéria-prima usada nesta linha é transportada desde a zona de pesagens geral até à zona das massas (**zona A**), onde se confeciona a massa da torta.

A zona de pesagens geral é assim chamada por ser uma zona comum para todas as linhas de Lisboa onde, seguindo o planeamento do dia de produção, faz-se a pesagens de todas as matérias-primas que cada linha precisa para os três turnos de produção.



Figura 14 – Imagem real da zona das pesagens

Esta pesagem torna-se necessária por não existir um supermercado para cada linha, mas um para todas as linhas de produção. No final desta pesagem, os dois colaboradores fixos na zona das massas são responsáveis pelo transporte até à **zona I** e pela preparação da massa, desta vez, seguindo uma receita.

Toda a preparação da massa é feita com auxílio das ferramentas presentes na mesa (**equipamento 2**). Nesta zona a pesagem é feita massa-a-massa até encher uma panela (**máquina 4**) com capacidade para 3 massas. Quando a panela está cheia programa-se a **máquina 3**, e começa o processo de amassagem. Ao fim de algum tempo dá-se a deposição de massa através da depositadora (**máquina 5**) sobre o tapete rolante até ao forno, **máquina 6**. A depositadora (**máquina 5**) podia sofrer ajustes, podendo-se aumentar ou diminuir as quantidades depositadas. Durante a produção estes dois colaboradores estão sempre a preparar massa.



Figura 15 – Imagem real da zona das massas – zona A

No final do forno existem duas lâminas que fazem o corte da massa, resultando em duas tiras armazenadas em dois baldes (**equipamento 9**) sendo usadas para produzir granela. A granela é bastante importante no processo uma vez que a sua colocação sobre a massa antes de ir ao forno evita que esta se queime. Nesta zona de preparação da granela (**zona B**) existe sempre um colaborador responsável pelo abastecimento da granela, peneiração, armazenamento, moagem do produto e transporte das fitas.



Figura 16 – Da esquerda para a direita. Imagem real do primeiro corte da massa (as setas na figura indicam as tiras de massa que servem para a preparação da granela). Imagem real dos baldes com fitas de granela (vista por baixo do tapete rolante).

No final do arrefecimento natural da massa, onde a massa sobe 1 piso e volta novamente a descer, esta passa por duas lâminas (**equipamento 12**) que efetuam um segundo corte definindo as 3 tortas.



Figura 17 – Da esquerda para a direita. Imagem real do segundo corte da massa com indicação do corte efetuado na massa. Imagem real do equipamento 13 – deposição de cremes/chantili/ doce.

De seguida é feita a deposição sobre a massa do xarope e o creme/chantili/doce dependendo do tipo de torta que se está a produzir (**equipamento 13**). Este equipamento podia sofrer ajustes, podendo-se aumentar ou diminuir as quantidades depositadas de creme/chantili/doce e xarope. A preparação do xarope de açúcar, creme, cobertura e decoração é toda feita por dois colaboradores na **zona C** sendo para isso utilizadas as **máquinas 10 e 11** onde se faz a programação da receita. O xarope de açúcar e os produtos da cobertura e decoração são feitos no início de cada dia de produção sendo necessário abastecer cada contentor turno a turno, já os cremes necessitam de ser preparados de 30min em 30min (média em relação aos sete tipos de cremes existentes) sendo este o tempo para esvaziar um tanque.



Figura 18 – Imagem real da zona dos cremes – Zona C.

A **zona D** é a zona dos enroladores onde um colaborador faz constantemente ajustes às ferramentas de enrolar (**equipamento 14**), de maneira a garantir que as tortas são enroladas de modo correto. Trata-se de uma zona problemática e fonte de muito desperdício como vai ser mais tarde analisada.



Figura 19 – Imagem real da zona dos enroladores. Pormenor do enrolamento da massa.



Figura 20 - Imagem real da zona dos enroladores. Pormenor dos vários ajustadores de posição.

Segue-se o corte no sentido transversal da massa e uma zona de decoração (**máquina 15**) e cobertura (**máquina 16**), caso o produto tenha alguma destas especificidades.

Desde a decoração até à zona de embalagem existe um equipamento responsável pelo arrefecimento forçado da torta (**equipamento 17**). No final desta etapa as tortas passam pelo alinhamento, por via da utilização de sensores (**equipamento 18**).

Depois do alinhamento as tortas chegam a zona do embalagem (**zona E**). Nesta etapa existe sempre um colaborador, responsável pela mudança de hora a hora do papel canelado e do rolo de película do **equipamento 19 e 20**, respetivamente.



Figura 21 - Imagem real da máquina de fita de embalagem.



Figura 22 - Imagem real da máquina de papel canelado.

No final do embalamento da torta, esta passa pela deteção de metais e pelo controlo de peso (**máquina 21**), sendo armazenado na **zona II** todas as tortas que, por falta de qualidade, são consideradas desperdício.

Na zona F é feito todo o processo de empacotamento e paletização. As tortas ao saírem da máquina de controlo de peso caem sobre uma mesa rotativa onde constantemente dois colaboradores emparelham quatro tortas na entrada da máquina formadora de caixas (**máquina 22**).

De seguida as caixas são armazenadas e empilhadas numa palete localizada na **zona III**, para esta tarefa estão sempre destacados dois colaboradores que têm também a função de abastecer a máquina formadora de caixas com cartão, transportar a palete, quando completa, ao armazém (**zona IV**), e recolher uma palete da **zona V** para a **zona III**.

A **zona V** contém todo o material necessário ao embalamento, empacotamento e paletização sendo o chefe de linha de cada turno responsável pelo abastecimento do material de embalamento e empacotamento na linha e ao abastecimento de paletes para esta zona da linha.

No piso 1 mais propriamente na **zona G** faz-se a verificação dos silos de açúcar, farinha, entre outros, que por serem utilizados em grandes quantidades são abastecidos por colaboradores do armazém. No entanto, a verificação fica a cargo da/o chefe de linha.

Tipos de produto

A linha quatro apresenta uma grande diversidade de produtos que fazem desta uma linha única no mercado nacional. No total temos oito tipos de tortas possíveis de serem produzidas, podendo algumas diferenciarem-se por apresentarem uma embalagem diferente caso seja para o mercado nacional ou internacional.

Dado a grande variedade de tortas que a linha produz tornou-se necessário analisar o tipo de produto que a linha produzia com maior frequência de maneira a que, por um lado não estejamos um período muito alargado de tempo à espera que aquele tipo de torta em particular volte a ser produzida, para verificar que uma determinada melhoria tenha surtido efeito, e por outro que a fase de diagnóstico seja coerente com um, e apenas um tipo de torta. Deste modo garantimos que os resultados observados são coerentes para apenas um tipo de torta, não existindo variações dos resultados devido à troca do tipo de produto.

Na Tabela 1 é analisado o *mix* de produtos da linha de tortas com especificidade de cada uma. É também feita uma análise às encomendas de tortas nos dois primeiros trimestres do ano 2016 com o objetivo de diferenciar as tortas com maior produção.

Tabela 1 - *Mix* dos produtos da linha produtiva quatro e suas especificidades.

Produto	Massa	Creme	Doce	Cobertura	Decoração	% Encomendas
Torta Recheio Baunilha	Branca tipo 1	Baunilha tipo 1	Não	Não	Sim. Sucedâneo	3%
Torta Recheio de Morango	Branca tipo 1	Baunilha tipo 1	Morango	Não	Não	2%
	Branca tipo 2	Baunilha tipo 2	Morango	Não	Sim. Sucedâneo	2%
Torta Recheio Morango com cobertura	Branca tipo 1	Baunilha tipo 1	Morango	Sim	Não	22%
Torta cobertura de cacau	Escura tipo 1	Leite tipo 1	Não	Sim	Sim. Decoração de leite	26%
	Escura tipo 2	Leite tipo 2	Não	Sim	Sim. Decoração de leite	2%
	Escura tipo 3	Baunilha tipo 3	Não	Sim	Não	26%
Torta recheio cacau	Escura tipo 1	Cacau com leite	Não	Não	Sim. Sucedâneo	2%
Torta recheio cacau-avelã	Branca tipo 1	Cacau com avelã	Não	Não	Sim. Sucedâneo	7%
Torta frutos vermelhos	Branca tipo 1	Baunilha tipo 1	Frutos Vermelhos	Não	Sim. Sucedâneo	6%
Torta maçã-canela	Branca tipo 1	Baunilha tipo 1	Maçã-canela	Não	Não	1%

Da análise à Tabela 1 podemos distinguir dois tipos de **massa**, massa escura e massa branca. O modo de preparação das massas é relativamente parecido, alterando apenas as receitas com consequência no tipo de matérias-primas que são utilizadas. De salientar que é sempre necessário haver um processo de higienização na zona de preparação das massas sempre que se altera a produção de uma massa escura para uma massa branca e vice-versa.

Os **cremes** são um elemento bastante importante na conceção da torta pois são o elemento mais diferenciador do tipo de torta e seu sabor. Existem sete tipos diferentes de cremes. Sempre que se altera o tipo de torta pode ou não haver alteração do tipo de creme, caso exista alteração é sempre necessário alterar as ferramentas de alimentação, e consequente higienização do tapete rolante na zona dos enroladores. Cada tipo de creme tem a sua receita e uma necessidade diferente de preparação de creme podendo uma panela da máquina de creme variar entre 25min e 35min até ser necessário voltar a reabastecer.

As tortas com **doce** representaram apenas 33% das encomendas no período de diagnóstico considerado, existindo três tipos de doce que embora não sejam produzidos na fábrica necessitam das devidas ferramentas para fazer a ligação entre os silos e a alimentação.

Existe apenas um tipo de **cobertura**, a de chocolate de sucedâneo e representa cerca de 76% das encomendas, pelo que deve ser garantido que existe quantidade suficiente no depósito intermédio para a cadência da linha.

Por fim existem dois tipos de **decoração**, a de chocolate sucedâneo, igual à da cobertura, e a decoração de leite. Sempre que existe mudança na decoração deve haver higienização neste setor da linha.

Com base nos dados relativos ao número de **encomendas** nos primeiros seis meses do ano de 2016 podemos dizer que a torta que apresentou maior produção foi a torta de cobertura de cacau, uma vez que representou 52% da produção total da linha. Apesar de estarmos a englobar dois tipos de torta, uma destinada ao mercado nacional e outra internacional, todo o processo de produção (ferramentas, número de pessoas, o facto de ser massa escura, entre outros fatores) é igual apenas sofrendo uma ligeira alteração na receita da massa e no tipo de fita de embalagem.

De referir ainda que muitas das operações e processos que ocorrem ao longo da linha como, a preparação da massa, granela e cremes bem como enroladores e paletização são operações que são feitas de maneira semelhante independentemente do tipo de torta que está em produção pelo que no Capítulo 4.1.2, onde se fala da documentação dos modos operatórios, é feito o estudo em relação a qualquer tipo de torta.

3.5. Diagnóstico (Fase Plan – Ciclo PDCA)

O período de diagnóstico da presente dissertação teve a duração de seis meses de trabalho na linha produtiva quatro, sendo que os cálculos efetuados pretendem simular o período de produção que decorreu nos seis meses em que marquei presença na unidade produtiva.

A utilização de um KPI, mais propriamente o OEE, no diagnóstico realizado à linha permitiu perceber a origem dos tempos não produtivos, permitindo assim comparar o desempenho atual da linha produtiva com o seu potencial máximo, algo especialmente importante e útil na identificação de possibilidades de melhoria do desempenho do processo. [36]

O estudo dos métodos e tempos tem especial importância na recolha de causas raiz de alguns dos problemas recolhidos nesta fase, apesar de, nem todos serem alvo de estudo no capítulo das soluções. Para esses, apenas são indicadas algumas sugestões de melhoria.

O cálculo do OEE foi feito tendo em conta todos os produtos da linha uma vez que as operações ao longo da linha eram realizadas de maneira semelhante independentemente do tipo de torta em produção.

Neste capítulo é feita a análise dos dados recolhidos na ferramenta SGD necessários ao cálculo do OEE da linha.

3.5.1. Tempo calendário

Para o caso em estudo e considerando que a linha funcionava 24h por dia dividido por três turnos, o tempo de calendário é dado pela seguinte equação:

$$\text{Tempo calendário (horas)} = \text{Número de dias} \times 8H \times 3 \text{ turnos}$$

São apresentadas, em forma de tabela, todo o tempo de calendário disponível para a linha quatro durante o período de diagnóstico estudado.

Tabela 2 – Tempo, em horas, de calendário disponível para a linha.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
<i>Tempo calendário (h)</i>	744	696	744	720	744	696

3.5.2. Tempos de paragem - perdas independentes

Os tempos de paragem correspondem a horários para os quais a linha não pode funcionar. Pode ser dividido em dois tipos: horário não planeado e horário não alocado. Relativamente às perdas por horário não planeado, referem-se aos tempos em que a produção está parada por razões de manutenção, falta de demanda ou pelo facto da linha sete estar a funcionar, enquanto as perdas de horário não alocado referem-se a dias de fim de semana e feriados.

De salientar mais uma vez que a linha quatro e sete partilhavam a mesma equipa motivo pelo qual as linhas não podiam funcionar em simultâneo.

Horário não alocado:

As perdas por horário não alocado referem-se a dias de fim-de-semana e feriados dado por:

$$\begin{aligned} \text{Horário não alocado (horas)} \\ &= (\text{Dias fim - de - semana} \times 24h) + (\text{dias feriado} \times 24h) \\ &+ (\text{Número de turnos linha 7 a trabalhar} \times 8h) \end{aligned}$$

São apresentadas na Tabela 3, todas as perdas por horário não alocado durante o período de diagnóstico estudado.

Tabela 3 – Tempo, em horas, relativo ao tempo não alocado da linha (fins-de-semana e feriados).

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
<i>Fim-de-semana (h)</i>	240	192	192	216	216	192
<i>Feridos (h)</i>	24	0	24	24	48	24
<i>Linha 7 trabalhar (h)</i>	80	128	200	216	128	152
<i>Horário não alocado (h)</i>	344	320	416	456	392	368

Horário não planeado:

As perdas por horário não planeado são dadas pela seguinte equação:

$$\begin{aligned} \text{Horário não planeado (horas)} \\ &= (\text{número de turnos em manutenção programada} \times 8h) \\ &+ \text{falta de demanda (horas)} \end{aligned}$$

Recorreu-se à ferramenta SGD da empresa para contabilizar todos os tempos recorrentes de perdas por horário não planeado. De salientar que durante os períodos em que a linha não produzia por falta de procura ou falta de manutenção programada, tanto a linha quatro como a linha sete estavam paradas, distribuindo-se os colaboradores da equipa 47 (Nome dado à equipa que trabalhava na linha quatro e sete) pelas restantes linhas da fábrica.

As perdas por horário não planeado durante o período de diagnóstico são apresentados Tabela 4.

Tabela 4 - Tempo, em horas, relativo ao tempo não planeado da linha.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho
<i>Manutenção programada (h)</i>	56	80	48	28	20	32
<i>Falta de demanda (h)</i>	190	173	147	35	99	103
<i>Horário não planeado (h)</i>	246	253	195	63	119	135

3.5.3. Disponibilidade:

A disponibilidade é dada pela relação entre o tempo que a linha esteve efetivamente a produzir (tempo trabalhado), sendo este tempo independente da qualidade ou cadência, e o tempo total disponível da linha (tempo planeado). É afetada principalmente por:

- Avarias - Falhas esporádicas relacionadas com o estado do equipamento, problemas nas ferramentas ou nos métodos de trabalho dos colaboradores, ou falhas crónicas associadas a defeitos escondidos nos equipamentos;
- *Setups* e ajustes - Mudança de ferramenta ou mudança de produto, sendo necessário fazer paragem com o devido ajuste, teste e medição na linha;

Calcula-se de acordo com a Equação 1 do capítulo 2.5.5.

Tempo planeado

O tempo planeado para a linha produtiva é dado pela diferença entre o tempo de calendário calculado em 3.5.1 e o tempo de paragem.

$$\text{Tempo planeado (horas)} = \text{Tempo calendário (horas)} - \text{Tempos de paragem (horas)}$$

Sendo o tempo de paragem dado por:

$$\text{Tempo de paragem (horas)} = \text{Horário não planeado (horas)} + \text{Horário não alocado (horas)}$$

São apresentadas na Tabela 5 o tempo planeado sendo, este valor, utilizado no cálculo do OEE da linha produtiva quatro.

Tabela 5 - Tempo, em horas, relativo ao tempo planeado da linha.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Total
<i>Tempo calendário (h)</i>	744	696	744	720	744	696	4344
<i>Horário não planeado (h)</i>	246	253	195	63	119	135	1011
<i>Horário não alocado (h)</i>	344	320	416	456	392	368	2296
<i>Tempo planeado (h)</i>	154	123	133	201	233	193	1037

Tempo produção teórico

O tempo produção teórico resulta da diferença entre o tempo planeado e as perdas por avaria, *setups* e processo.

Tempo produção teórico (horas)

$$= \text{Tempo planeado (horas)} - [\text{Setups (horas)} + \text{Avarias (horas)} + \text{Processo (horas)}]$$

Todos estes tempos foram quantificados através da SGD que agrupava todas as perdas relacionadas com o processo de fabrico, avarias e *setups* em categorias independentes.

Através do uso de diversas ferramentas do *Lean Manufacturing* e do estudo dos métodos e tempos foi possível encontrar causas raiz para cada uma destas categorias, sendo a sua análise importante na procura de melhorias dentro do processo. A sua análise vai ser aprofundada no Capítulo 3.6. O tempo trabalhado pode assim ser quantificado, sendo registado os seus valores na Tabela 6.

Tabela 6 - Tempo, em horas, relativo ao tempo trabalhado da linha.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Total
<i>Tempo planeado (h)</i>	154	123	133	201	233	193	1037
<i>Setups (h)</i>	17	13	11	27	28	25	121
<i>Processo (h)</i>	15	10	7	20	20	10	82
<i>Avarias (h)</i>	16	6	16	11	23	22	94
<i>Tempo produção teórico (h)</i>	106	94	99	143	162	136	740

Cálculo da disponibilidade

A disponibilidade pode então ser calculada com recurso à equação seguinte e aos dados numéricos presentes na Tabela 6.

$$\%Disponibilidade = \frac{\text{Tempo produção teórico (horas)}}{\text{Tempo planeado (horas)}} \times 100 = \frac{740}{1037} \times 100 = 71.36 \%$$

De forma a simplificar a leitura dos valores anteriores apresenta-se na Figura 23 um esquema com os valores calculados e utilizados no cálculo da disponibilidade,

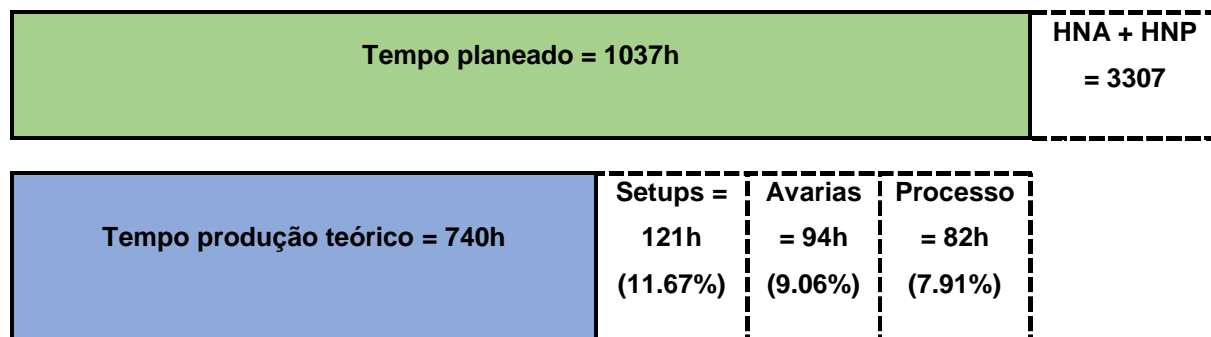


Figura 23 - Esquema representativo dos valores calculados anteriormente para cálculo da disponibilidade da linha.

Através da Figura 23 torna-se relevante a procura de soluções para minimizar as perdas de tempo produtivo relacionados com os *Setups*, avarias e processo que reduzem de forma significativa o tempo disponível para a linha funcionar. Nos capítulos 3.6.1, 3.6.2 e 3.6.3 são analisadas estas fontes de perda.

3.5.4. Performance

A performance está relacionada com o desempenho da linha produtiva e é dado pela fração entre o que foi realmente produzido e o que poderia ter sido produzido se não existissem paragens humanas ou falhas relacionadas com o *design* da linha. Calcula-se de acordo com a Equação 2 do capítulo 2.5.5.

Tempo produção atual

O tempo produção atual, assim chamado na ferramenta SGD, agrupava as falhas relacionadas com design e falhas humanas numa categoria intitulada por “micro-paragens”. As perdas de tempo relacionadas com micro-paragens não são mais do que um reflexo da diferença entre o número de unidades que a linha deveria produzir com o seu funcionamento nominal e o número de unidades que a linha efetivamente produziu.

Deste modo o tempo de produção atual da linha, que representa a produção atual, é dado pela expressão seguinte:

$$\text{Tempo produção atual (horas)} = \text{Tempo trabalhado (horas)} - \text{Microparagens (horas)}$$

É apresentado na Tabela 7 o cálculo do tempo produtivo para o período de diagnóstico em questão:

Tabela 7 – Tempo, em horas, relativo ao tempo produtivo da linha.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Total
<i>Tempo produção teórico (h)</i>	106	94	99	143	162	136	740
<i>Micro-paragens (h)</i>	14	11	16	19	15	22	97
<i>Tempo produção atual (h)</i>	92	83	83	124	147	114	643

Produção teórica e atual

Tendo em conta a capacidade teórica média da linha dado pelo SGD é possível extrair a produção teórica e atual da linha em quilogramas no período de diagnóstico apresentado na tabela 8.

Tabela 8 – Produção atual e teórica da linha produtiva 4 no período de diagnóstico

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Total
<i>Capacidade média (kg/h)</i>	1315	1337	1298	1288	1442	1375	-
<i>Tempo produção teórico (h)</i>	106	94	99	143	162	136	740
<i>Tempo produção atual (h)</i>	92	83	83	124	147	114	643
<i>Produção teórica (kg)</i>	139390	125678	128502	184184	233604	187000	998358
<i>Produção atual (kg)</i>	120980	110971	107734	159712	211974	156750	867421

No capítulo dedicado à análise do diagnóstico, irá ser estudado estas micro-paragens com o intuito de perceber as causas raízes para este tipo de perda de eficiência na linha.

Cálculo da performance

A performance pode então ser calculada com recurso à Equação 5 e aos dados numéricos presentes na Tabela 7.

$$\%Performance = \frac{Produção\ atual}{Produção\ teórica} \times 100 = \frac{867421}{998358} \times 100 = 86.89\%$$

De forma a simplificar a leitura dos valores anteriores apresenta-se na Figura 24 um esquema com os valores calculados e utilizados no cálculo da performance:

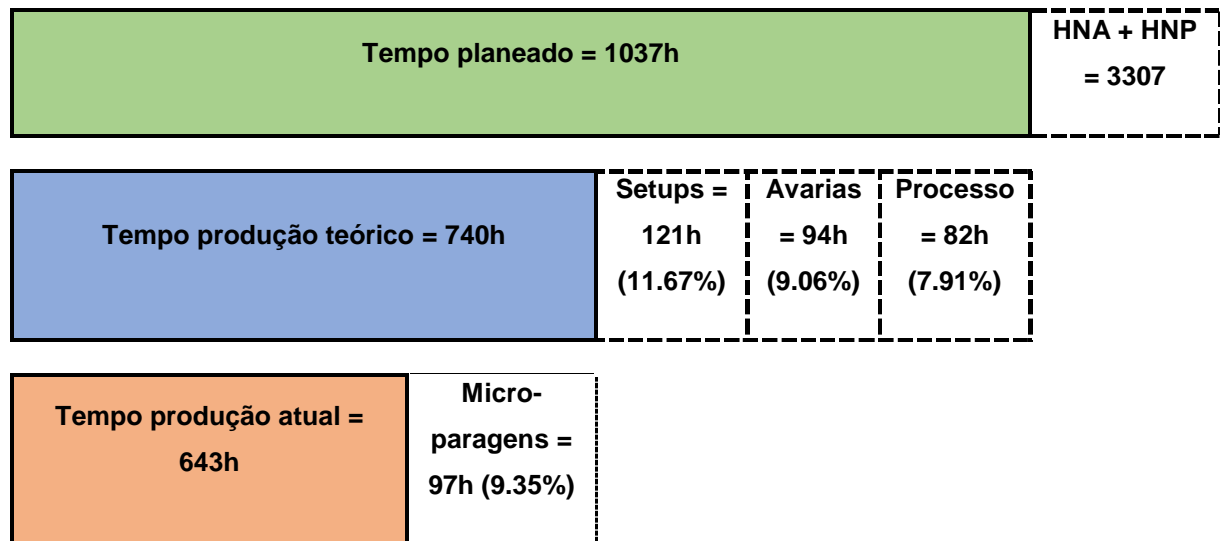


Figura 24 - Esquema representativo dos valores calculados anteriormente para cálculo da performance da linha.

3.5.5. Qualidade

A qualidade representa o tempo que a linha está a produzir produtos que não respeitam os padrões de qualidade, dada pela fração entre o tempo que a linha está a produzir (tempo produção atual) e o tempo que a linha está a produzir produto defeituoso ou produto intermédio defeituoso. Calcula-se de acordo com a Equação 3 do capítulo 2.5.5.

Tempo desperdício

O tempo que a linha está a produzir desperdício é calculado de acordo com a seguinte equação:

$$Tempo\ a\ produzir\ desperdício\ (h) = \frac{Desperdício\ (kg)}{Capacidade\ teórica\ média\ (kg/h) \times \left(1 + \frac{\%sobrepeso}{100}\right)}$$

Esta equação recorre a:

- Desperdício (kg) - Registo feito por parte dos responsáveis de linha que quantifica a quantidade de quilogramas desperdiçados ao longo da linha em cada turno de trabalho e produto não conforme;

- Capacidade teórica média ou cadência teórica média – Segundo a ferramenta SGD este valor era de 1 torta por segundo.
- Sobrepeço – Registo feito através do controlo de peso no final da linha, sempre que se ultrapassava o peso nominal de uma torta é considerado sobrepeço. No final de cada turno são contabilizados os quilogramas de peso a mais e registado no SGD.

Os quilogramas de matéria-prima desperdiçada podem ser contabilizados através do registo da percentagem de sobrepeço e desperdício fornecido pelo SGD em cada mês produtivo da seguinte maneira:

$$\text{Sobrepeço (kg)} = \% \text{ Sobrepeço} \times \text{Produção Real (kg)}$$

$$\text{Desperdício (kg)} = \% \text{ desperdício} \times \text{Produção Real (kg)}$$

É possível quantificar o tempo que a linha está a produzir desperdício com recurso às equações desenvolvidas no presente subcapítulo. Na Tabela 9 é apresentado os resultados dos cálculos realizados para chegar a este tempo, partindo, a prior, dos dados recolhidos sobre a percentagem de sobrepeço, desperdício e produção real (em quilogramas) durante o período de diagnóstico.

Tabela 9 - Tempo, em horas, relativo ao tempo desperdício da linha.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Total
<i>Produção Real (kg)</i>	106482	98803	98375	143653	179423	138047	764784
<i>% sobrepeço</i>	5,86	6,15	6,13	6,43	4,78	5,55	-
<i>% desperdício</i>	13,07	10,06	9,82	8,59	7,58	7,36	
<i>Desperdício (kg)</i>	13921	9936	9663	12337	13604	10154	69615
<i>Sobrepeço (kg)</i>	6241	6077	6034	9234	8574	7612	43772
<i>Capacidade média (kg/h)</i>	1315	1337	1298	1288	1442	1375	-
<i>Tempo a produzir desperdício (h)</i>	10	7	7	9	9	7	49

Produção produto conforme e não conforme

O cálculo efetuado para calcular a produção de produtos não conforme é dado pela expressão seguinte:

$$\text{Produção produto não conforme (kg)} = \text{Tempo a produzir desperdício(h)} \times \text{capacidade média (kg/h)}$$

Tendo em conta a produção, em quilogramas, de produto não conforme é trivial o cálculo para saber o total da produção para produto conforme, dado pela expressão seguinte:

$$\text{Produção produto conforme} = \text{Produção atual} - \text{Produção produto não conforme}$$

Na tabela 10 são apresentados os valores dos cálculos realizados para determinar a produção de produtos conforme e não conforme.

Tabela 10 – Produção de produtos conforme e não conforme no período de diagnóstico

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Total
<i>Produção atual (kg)</i>	120980	110971	107734	159712	211974	156750	867421
<i>Produção produtos não conforme (kg)</i>	13150	9359	9086	11592	12978	9625	65790
<i>Produção produtos conforme (kg)</i>	107830	101612	98648	148120	198996	147125	801326

Cálculo da qualidade

A qualidade pode então ser calculada com recurso à equação seguinte e aos dados numéricos presentes na Tabela 10.

$$\% \text{Qualidade} = \frac{\text{Produção produtos conforme (kg)}}{\text{Produção atual (kg)}} \times 100 = \frac{801631}{867421} \times 100 = 92.38\%$$

De forma a simplificar a leitura dos valores anteriores apresenta-se na Figura 25 um esquema com os valores calculados e utilizados no cálculo da qualidade

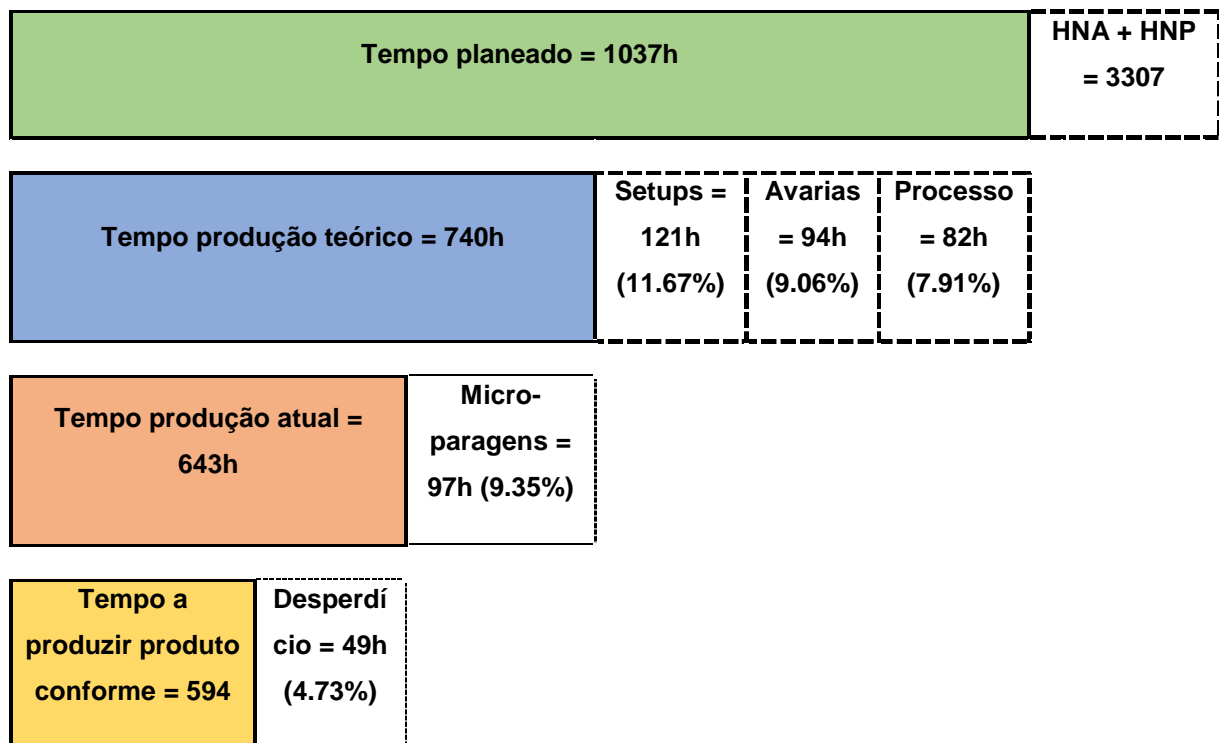


Figura 25 - Esquema representativo dos valores calculados anteriormente para cálculo da qualidade da linha.

3.5.6. Cálculo do OEE

Ao analisar a Figura 26, observa-se um acumular de perdas de produtividade no processo produtivo, resultante da perda por disponibilidade, performance e qualidade. O cálculo do OEE é feito tendo por base a equação seguinte:

$$OEE = \%disponibilidade \times \%performance \times \%qualidade$$

De acordo com esta equação e os valores obtidos ao longo deste capítulo, foram realizados cálculos no sentido de calcular o OEE, sendo o seu resultado apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Tabela utilizada para o cálculo do OEE

<i>Tempo calendário (horas)</i>	4344 h
<i>Tempo planeado (horas)</i>	1037 h
<i>Tempo produção teórico (horas)</i>	740 h
<i>Tempo produção atual (horas)</i>	643 h
<i>Tempo a produzir produto conforme (horas)</i>	594 h
<i>% disponibilidade</i>	71.36 %
<i>% performance</i>	86.89 %
<i>% qualidade</i>	92.38 %
OEE	57.28 %

Da multiplicação dos três indicadores resulta um OEE de 57.28%, o que sugere a existência de aspetos que podem ser melhorados na linha produtiva.

Ao compararmos os três indicadores, disponibilidade, performance e qualidade, aquele que apresenta um valor menor é a disponibilidade, indicando que os *setups*, avarias e falhas durante o processo devem ser alvo de uma análise cuidada tendo em vista soluções que reduzam este tipo de perdas de tempo.

3.6. Análise do OEE

Neste capítulo são analisados, com pormenor, recorrendo a diversas ferramentas do *Lean Manufacturing* e ao estudo dos métodos e tempos, os problemas evidenciados no cálculo do OEE. Através desta análise é possível caracterizar as causas raiz dos problemas encontrados, com vista à apresentação de soluções eficazes.

Da análise ao OEE é possível quantificar o peso de cada problema na perda de produtividade da linha sendo apresentado na Figura 26 o peso dos 5 problemas principais encontrados durante o estudo do OEE.

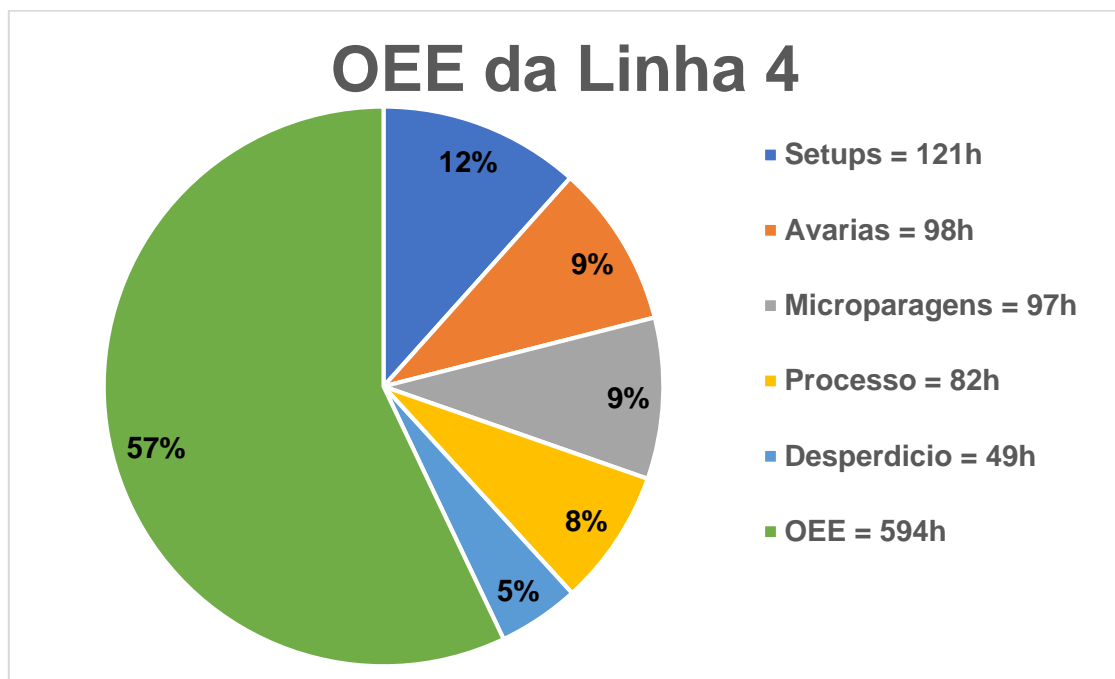


Figura 26 – Gráfico representativo do OEE da linha.

3.6.1. Setups

As perdas durante a fase de *setup* são as que mais contribuem para o OEE apresentar um valor tão reduzido. Com base em observações durante o período de *setup* facilmente se percebe que duas importantes fontes de perda de tempo estão associadas à troca de produto, à limpeza da linha e à falta de matérias-primas durante o arranque da linha devido ao atual procedimento no abastecimento de matérias-primas à linha.

As perdas de tempo por troca de produto eram bastante frequentes na linha, sendo mais demoradas quando se trocava de massa/creme escura(o) para massa/creme branca(o) (vice-versa) pois implicava limpeza na zona das massas/cremes, respetivamente. Existem dois tipos de limpeza ao longo da linha durante a troca de produto:

- Limpeza da depositadora e tapete rolante na zona das massas;
- Limpeza das ferramentas de alimentação e tapete rolante na zona dos cremes;

A obrigatoriedade por motivos de qualidade e higiene de se proceder à limpeza da linha sempre que se mudava a constituição da massa e/ou creme torna o papel do planeamento crucial na diminuição de perdas de tempo na troca de tipos de produto. É importante, então, rever-se o planeamento da linha em relação ao *mix* de produtos durante a semana, e tentar diminuir as trocas entre produtos “escuros” e “brancos”, pois ao diminuirmos iremos estar igualmente a diminuir o tempo de *setup* da linha.

Por outro lado, é importante perceber a principal causa da demorada e variável tempo de limpeza da linha, tendo por base a utilização da ferramenta “5 *whys*” para que se consiga, mais facilmente, identificar as causas-raiz desse problema.

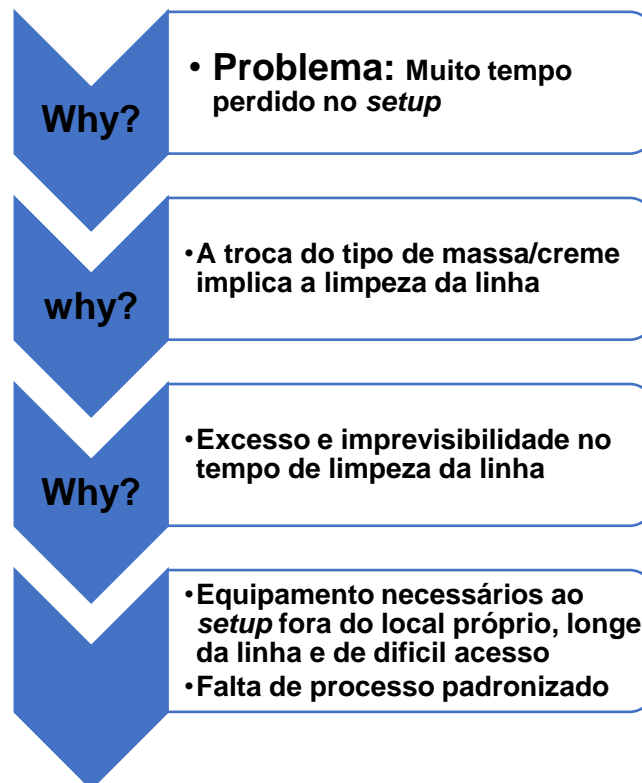


Figura 27 - Esquematização da ferramenta “5 whys” para adereçar “root causes” de problemas inerentes ao tempo excessivo no Setup



Figura 28 – Imagem real da desorganização das ferramentas na linha.

A análise feita permite concluir que a principal causa para o grande tempo perdido no *setup* resulta da falta de organização na linha nomeadamente no armazenamento dos equipamentos da linha. Por um lado, não existia disciplina por parte dos colaboradores para deixarem o local de trabalho arrumado, como pode ser visto pela Figura 28, por outro lado o local escolhido para acolher os equipamentos era de difícil acesso e longe dos locais para se proceder a um *Setup* rápido.

Outra importante fonte de perda durante o período de *setup* estava relacionada com a falta de matérias-primas na zona dos cremes e/ou massas levando a significativas paragens de produção. Este tempo aumentava quando, na mesma altura em que se fazia a troca de produto, era também feita a troca de turno - devido ao atual procedimento de abastecimento de matérias-primas que se fazia na fábrica.

Como as matérias-primas eram pesadas no início de cada dia produtivo para os três turnos, sendo armazenadas numa divisão à parte da linha e distribuídas por colaboradores da linha, muitas vezes não existia comunicação entre o planeamento, zona de pesagens e linha para informar o tipo e a quantidade de matérias-primas necessárias. Por outro lado, verificou-se que entre setores, nomeadamente entre a zona das massas, cremes e embalagens, estes não comunicavam entre si, recebendo ordens isoladas de controlo da produção

Torna-se então necessário criar uma solução que vise a melhoria do sistema de abastecimento de matérias-primas à linha.

Foi estudado o número de *setups* efetuados na linha durante o período de diagnóstico e, como podemos ver pelo gráfico presente na Figura 30, cada vez mais a empresa aposta na produção de pequenos lotes. Surge então a necessidade de efetuar cada vez mais mudanças de produto e conseqüente mais *setups*, sendo urgente encontrar soluções que tornem a linha mais flexível, com menos variabilidade, menos desperdício e mais previsibilidade.

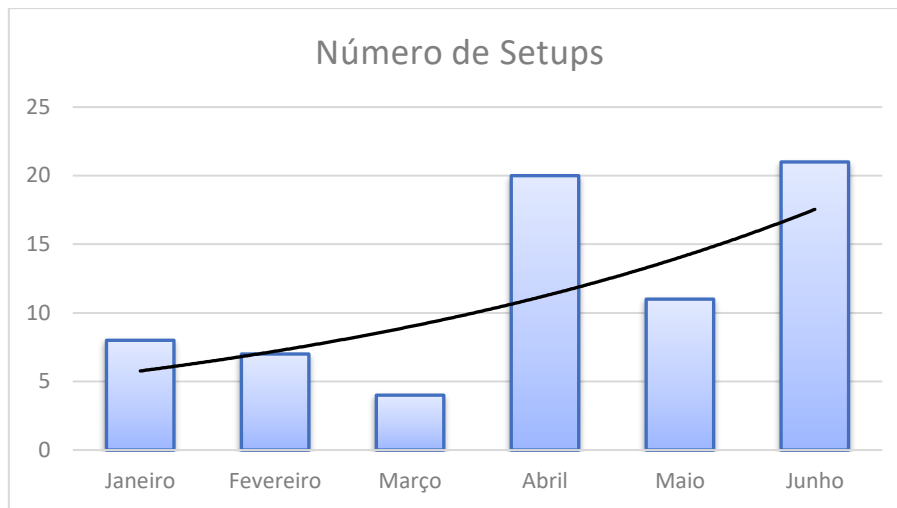


Figura 29 – Gráfico relativo ao número de *Setups* da linha produtiva.

3.6.2. Perdas no processo

As perdas de tempo relacionadas com o processo foram analisadas com recurso aos registos presentes no SGD. Foram identificados e quantificados os principais problemas ligados ao processo durante o período de diagnóstico, resultando no gráfico da Figura 30.

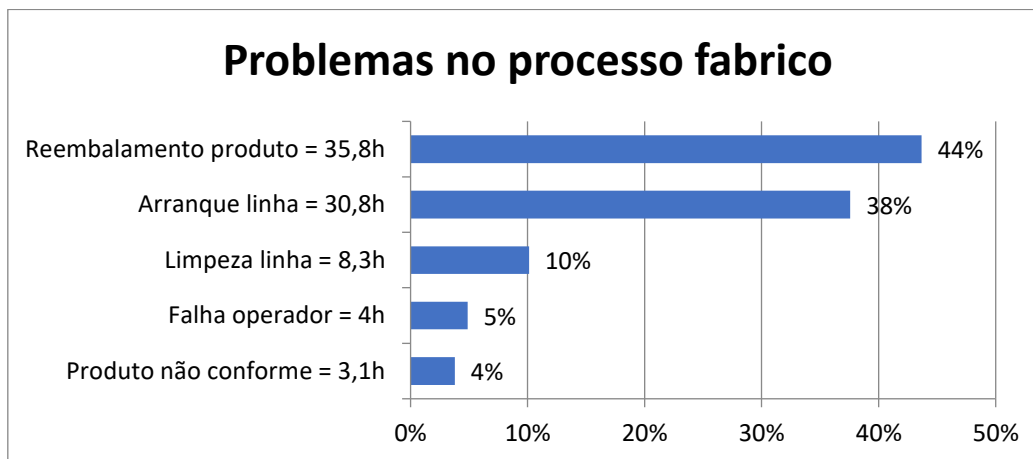


Figura 30 – Diagrama de Pareto relativo aos problemas relacionados com o processo de fabrico

Da análise ao gráfico presente na Figura 30 é possível enumerar três grandes problemas no processo de fabrico com perdas significativas na eficiência da linha. Problemas relacionados com o reembalamento do produto (44%), problemas relacionados com o arranque da linha (38%) e problemas relacionados com a limpeza da linha (10%).

Tempo de reembalamento de produto

O reembalamento de produto é uma operação que ocorre no final de cada turno produtivo na zona de embalagem, sendo resultado da grande quantidade de tortas nos *buffers*. O tempo perdido pelos colaboradores para colocar o produto novamente na linha era contabilizado no “dossier de lote” para futuro registo na ferramenta SGD.

Foi feita uma análise com a utilização da ferramenta “5 Whys” para que se conseguisse identificar as causas raiz deste problema.

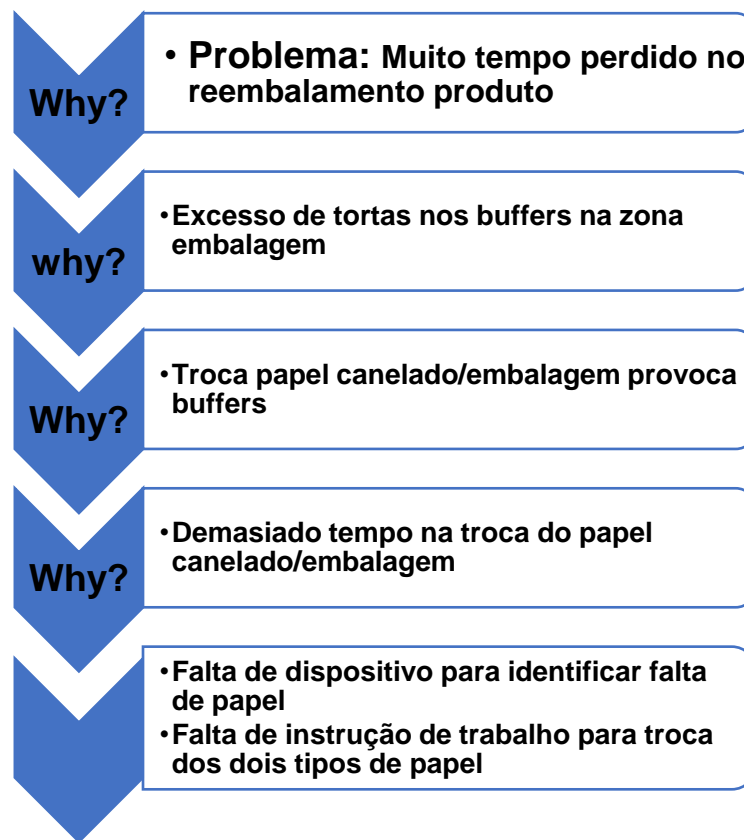


Figura 31 - Esquematização da ferramenta “5 whys” para adereçar “root causes” de problemas inerentes ao tempo excessivo no reembalamento de produto

A análise feita permitiu concluir que existem duas causas-raiz inerentes ao excesso de tempo perdido no reembalamento do produto, sendo que ambas levam à acumulação de tortas nos *buffers* junto da zona de embalagem resultando assim perdas significativas de tempo para voltar a colocar as tortas na linha.

A primeira causa raiz encontrada alerta para a falta de um dispositivo junto da máquina de embalar que permitisse identificar, atempadamente, a falta do papel canelado/embalagem.

A segunda causa raiz reflete a grande dificuldade que os colaboradores demonstraram em colocar a fita de embalagem e de papel canelado com a configuração correta, resultado da falta de instruções de trabalho junto da máquina.

Arranque da linha

As perdas de tempo durante o arranque da linha representam cerca de 30% das perdas no processo e estão associadas, tal como o nome indica, a todas as perdas durante o período de arranque da linha. Recorreu-se mais uma vez à ferramenta “5 Whys” para identificar causas raiz deste problema.

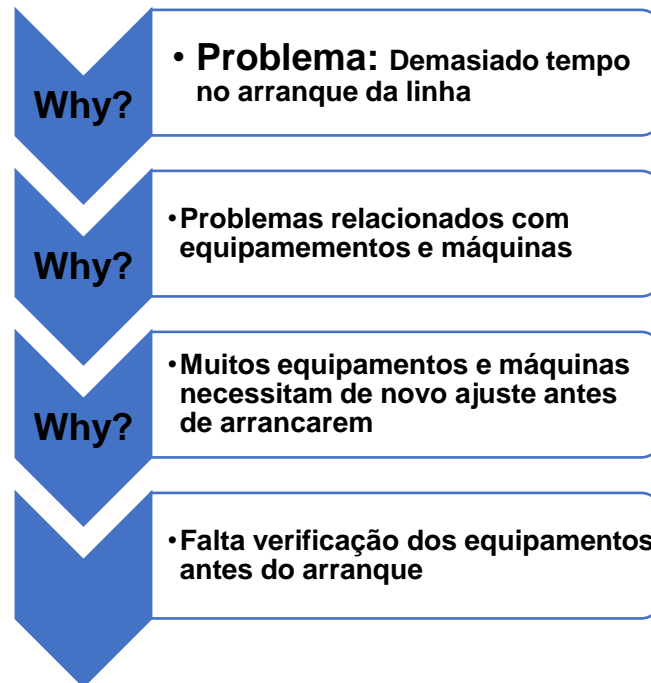


Figura 32 - Esquematização da ferramenta “5 whys” para adereçar “root causes” de problemas inerentes ao tempo excessivo no arranque da linha.

Foi possível perceber junto dos colaboradores e com recurso à ferramenta “5 Whys”, que muitas das perdas que ocorreram neste período resultavam da falta de ajuste de algum equipamento ou máquina durante o arranque da linha por esquecimento, resultando desperdícios de tempo e matéria-prima. A incorporação de uma *check list* de arranque que verificasse o correto funcionamento de todos os equipamentos e máquinas da linha antes do arranque solucionaria, em teoria, o problema.

Limpeza da linha

A limpeza da linha era uma tarefa obrigatória sob o ponto de vista das regras de qualidade e higiene comuns à indústria alimentar, sendo sempre necessário proceder-se à limpeza da linha sempre que se trocava de massa/creme escura para massa/creme branca. O crescente aumento por parte do planeamento de trocas de produto entre massa escura e massa branca implica necessariamente um maior número de limpezas na linha e a perdas de tempo produtivo.

Desta forma sugere-se alterações na forma como se planeia o *mix* de produto da linha durante a semana de maneira a poder resguardar perdas de tempo associadas à limpeza da linha. Apesar de se sugerir a alteração do planeamento nesta unidade fabril a sua aplicação e recolha de dados não foi autorizada por parte da empresa, pelo que, não foi alvo de estudo neste trabalho.

Durante o período de limpeza da linha foram diagnosticados problemas na organização do equipamento não existindo uma zona fixa na linha onde os colaboradores pudessem armazenar os equipamentos limpos para que a equipa de manutenção procedesse à montagem dos mesmos.

3.6.3. Tempo avarias

Estas perdas foram analisadas junto dos técnicos da manutenção que detinham dados que permitissem fazer o apuramento das várias avarias ao longo do processo durante o período de diagnóstico. Da análise dos dados recolhidos foi possível fazer a identificação e quantificação do tempo de avarias por setor, sendo apresentado no diagrama de Pareto da Figura 33.

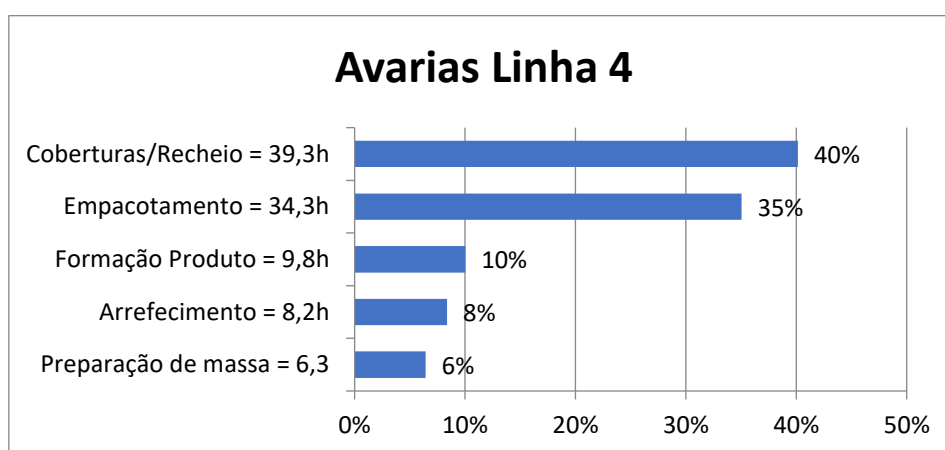


Figura 33 - Diagrama de Pareto relativo às perdas relacionadas com as avarias da linha

Das 98 horas que a linha não funcionou nos primeiros dois trimestres de 2016 por motivo de avaria 40% (cerca de 40 horas) das avarias esteve relacionado com falhas junto das coberturas/recheio. Esta área engloba a zona dos enroladores, zona bastante problemática devido ao constante ajuste que os colaboradores têm de fazer às ferramentas de enrolamento. No Capítulo 3.6.5 quando se apresentar as causas raiz do problema do sobrepeso e desperdício iremos mais uma vez chegar a conclusão que esta zona junto das coberturas/recheio é uma zona com muitas oportunidades de melhoria.

Outro grande motivo de avarias está relacionado com a zona de empacotamento, mais concretamente com a máquina de embalar.

Esta máquina, bastante antiga, é responsável pelo empacotamento em caixas de cartão onde são colocadas de maneira automática seis tortas de cada vez. No final do processo um colaborador recolhe a caixa e agrupa numa paleta. Muitas vezes a máquina encrava levando à acumulação de tortas na mesa rotativa (zona F da Figura15, *layout*). Sempre que a máquina encrava é necessária a presença de um colaborador da manutenção para voltar a por a máquina a funcionar.

Verificou-se, com base na observação direta, que o tipo de manutenção que se praticava na unidade fabril em estudo não era o adequado. Todas as máquinas estão sujeitas a desgaste ou avarias, ainda mais quando é exigido destas o constante funcionamento, sendo essencial que as empresas façam a manutenção dos seus equipamentos. Na empresa apenas a manutenção corretiva era praticada, pois

na grande maioria das vezes era prioritário voltar a por a máquina em funcionamento em vez de a arranjar.

Deste modo, e dado o funcionamento intenso a que muitos dos equipamentos da fábrica estavam sujeitos e ao elevado preço dos mesmos, sugere-se a utilização de uma manutenção preventiva que evite avarias e devolva aos equipamentos o desempenho de outrora.

Apesar de se sugerir a alteração da manutenção praticada nesta unidade fabril o seu planeamento não faz parte deste trabalho.

3.6.4. Micro-paragens

As perdas por micro-paragens representam o *gap* existente entre o número de unidades que a linha deveria produzir com o seu funcionamento nominal e o número de unidades que a linha efetivamente produz atualmente. Estas perdas de tempo não estavam bem definidas na ferramenta SGD, sendo necessário, através do uso de algumas ferramentas que fazem parte do estudo dos métodos e tempos, fazer um levantamento e quantificação da origem destas paragens. Ao longo de cinco turnos, desfasados temporalmente e com diferentes tipos de produtos, foram cronometradas todas as paragens humanas e/ou *design* durante o período de produção na linha. Admite-se que os resultados representam, de uma forma consistente, o que acontece na linha ao longo de todo o ano produtivo.

De um modo geral é possível afirmar que as perdas estavam associadas a:

- Perdas resultantes de tarefas auxiliares - troca do papel canelado ou embalagem;
- Paragem funcionários;
- Outras causas não registadas.

Muitas das micro-paragens que existem na linha tiveram como causa principal tarefas auxiliares intrínsecas da linha nomeadamente na troca de papel canelado/embalagem. As perdas associadas à troca de papel canelado já tinham sido indicadas como uma das causas associadas ao elevado tempo desperdiçado no reembalamento do produto, sendo necessário desenvolver alguma solução para resolver este problema.

3.6.5. Desperdício

O tempo que a linha está a produzir desperdício pode ser analisado em duas categorias diferentes, o tempo que a linha está a produzir sobrepeso, isto é, produto com excesso de peso (vendido ao cliente), e tempo que a linha está a produzir produto não conforme, isto é, produto com défice de peso ou resíduo (não vendido ao cliente).

A sua análise é feita em capítulos separados uma vez que os dois indicadores apresentam diagnósticos e soluções diferentes.

O tempo que a linha está a produzir desperdício e/ou sobrepeso pode ser encarado como um mal menor tendo em conta, por exemplo, o tempo perdido devido aos *setups*, mas os custos associados a

cada um deles eram considerados graves para a empresa daí que a sua análise seja de extrema importância.

Neste sentido foi feita uma comparação entre os custos associados ao desperdício e sobrepeso com o custo associado ao tempo que a linha esteve parada devido às perdas encontradas durante o cálculo do OEE durante os dois primeiros trimestres de 2016.

Para isso recorreu-se a um valor médio, definido pela empresa e calculado na ferramenta SGD, para uma hora de linha que engloba todas as despesas relacionadas com a linha desde gastos de eletricidade, equipamento e ordenados dos colaboradores – definido como “Custo hora da linha parada”.

Este exercício é importante para explicar a importância que os custos relacionados com o desperdício e sobrepeso têm para a empresa.

Foi feito o levantamento de todos os custos relacionados com o sobrepeso e desperdício através da ferramenta SGD sendo apresentado na Tabela 12 e calculado os custos associados aos tempos de paragem encontradas ao longo do cálculo do OEE dado por:

Custos da linha parada

$$= (\text{tempo planeado} - \text{tempo a produzir produto conforme}) \\ \times \text{Custo hora da linha parada}$$

onde: *tempo planeado* = 1037

tempo a produzir produto conforme = 594

Tabela 12 - Percentagens de sobrepeso e desperdício da linha quatro.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Média
<i>% Sobrepeso</i>	5,9	6,2	6,1	6,4	4,8	5,5	5,82
<i>% Desperdício</i>	13,1	10,1	9,8	8,6	7,6	7,4	9,43

Por motivos de confidencialidade não serão apresentados valores numéricos, sendo apenas apresentados os resultados, em percentagem, resultantes da comparação entre os mesmos.

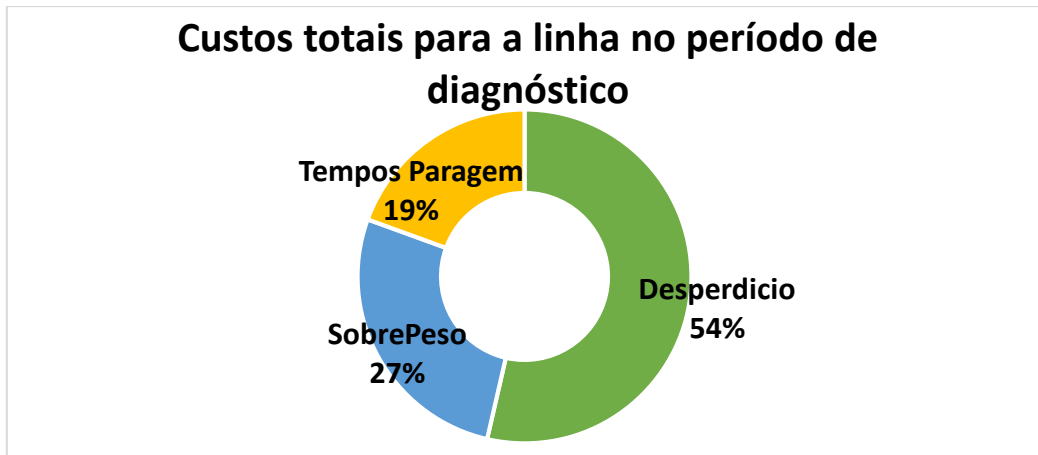


Figura 34 – Gráfico dos custos da linha produtiva quatro no período de diagnóstico.

Do gráfico da Figura 34 é possível comparar os custos para a empresa recorrentes da produção de desperdício e sobrepeso, com o custo associado ao tempo em que a linha está parada. Dos custos totais para a empresa, o tempo de paragem que se reflete no OEE representa 19%, muito abaixo do sobrepeso e o desperdício com valores de 27% e 54%, respetivamente. Torna-se então evidente que os problemas relacionados com o sobrepeso e desperdício sejam aqueles onde a empresa tenha exigido mais soluções com vista a diminuição destes custos.

Da análise aos registos presentes nos dossiers de lote da linha nos primeiros dois trimestres de 2016 foi possível fazer um escrutínio aos dois problemas, sobrepeso e desperdício, e concluir em relação às *root causes* de cada um deles.

Sobrecusto operacional – Sobrepeso e défice de peso

Tal como foi explicado no Capítulo 3.5.5 sempre que temos uma torta com peso acima/abaixo do que é estabelecido como *standard* temos um problema de sobrepeso/défice de peso.

O sobrepeso/défice de peso da torta é controlado através de uma balança sobre o tapete rolante que faz a pesagem torta a torta registando automaticamente no computador o peso de cada torta, sendo possível ver em tempo real se as tortas estavam a ser produzidas com sobrepeso através do display do computador tal como mostra a imagem abaixo.

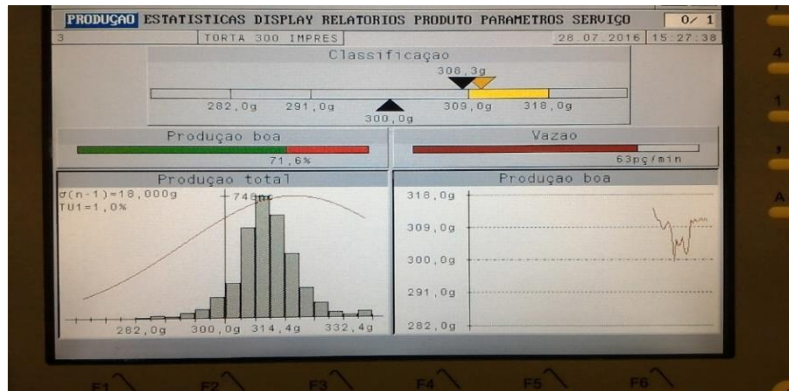


Figura 35 – Imagem real do ecrã do computador presente no final da zona de embalagem para o controlo de pesagem.

Analisando o conteúdo da Figura 35 é possível verificar que o peso objetivo para aquele tipo de torta é de 300 g, sendo a torta rejeitada automaticamente sempre que esta apresenta um peso inferior a 300 g ou acima de 318 g.

O facto de se rejeitar produto sempre que as tortas apresentavam peso abaixo dos 300 g é uma das razões do aumento significativo do sobrepeso na linha, uma vez que os colaboradores preferiam ter tortas mais pesadas, mas que não fossem rejeitadas pelo sistema, e por isso não consideradas desperdício. Podemos dizer que o sobrepeso era um “mal menor” em comparação com o desperdício.

Para saber as *root causes* do sobrepeso/défice de peso e do excesso de variabilidade no processo, é importante saber qual a constituição de uma torta de maneira a perceber qual das operações ao longo da linha influenciam mais o peso de uma torta. Da análise à torta mais produzida na linha, torta com cobertura de cacau, foi possível identificar cinco constituintes que fazem parte desta torta, massa, xarope, creme, cobertura e decoração.

De acordo com os valores *standard* que a produção exigia para a torta foi possível fazer o seguinte gráfico circular que nos dá conta da importância de cada constituinte no peso da torta.

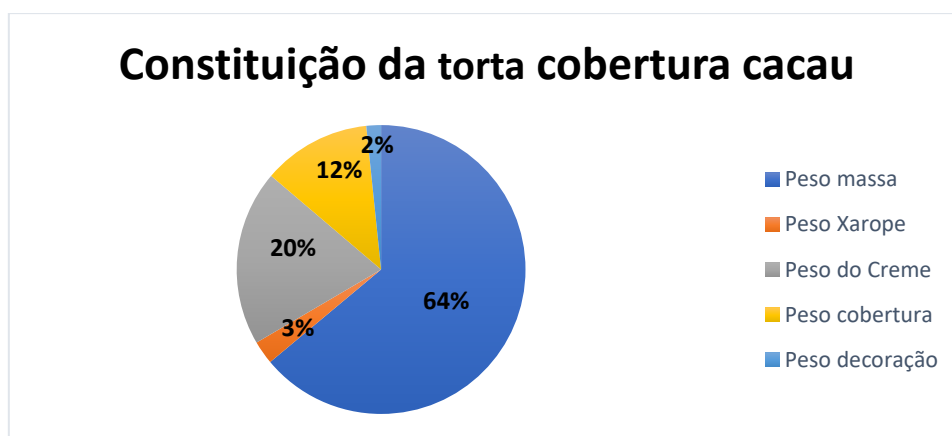


Figura 36 – Gráfico da constituição da torta de cobertura de cacau.

Da análise ao gráfico da Figura 36 podemos afirmar que a massa é aquela que influencia mais o peso da torta sendo essencial procurar soluções de melhoria na zona das massas (zona A do layout) de

forma a combater o sobrepeso do produto. Os restantes ingredientes não serão alvo de um estudo muito aprofundado por não influenciarem de maneira significativa o peso da torta e por alguns constituintes não fazerem parte de todas as tortas em produção tornando a sua análise pouco importante.

Relativamente à massa existem vários fatores que fazem variar o peso da torta, sendo esta análise real tanto para massa escura como para massa branca pelo que o presente diagnóstico é referente a todo o tipo de tortas da linha. Podemos indicar três causas raiz para o sobrepeso e variabilidade no peso das tortas ao longo da linha produtiva:

- Variação do peso da massa devido às oscilações da tela – Depois da massa passar pelo forno e pelo corte que dá origem às fitas de granela, esta é colocada sobre uma tela rolante que é responsável pelo transporte da massa desde o forno até ao corte da massa. Esta tela por oscilar muito, leva a que o corte para definir as três tortas apresente variabilidade nas duas tortas da extremidade sendo apenas bem definido o corte na torta do meio. Através da Figura 37 e do esquema da Figura 38 é possível perceber que as tortas na posição 2 apresentam sempre as mesmas dimensões enquanto que as tortas na posição 1 e 3 iriam sofrer variações das suas dimensões por causa da oscilação do tapete rolante. Esta variação iria provocar sobrepeso na massa numa das extremidades e falta de peso na outra.

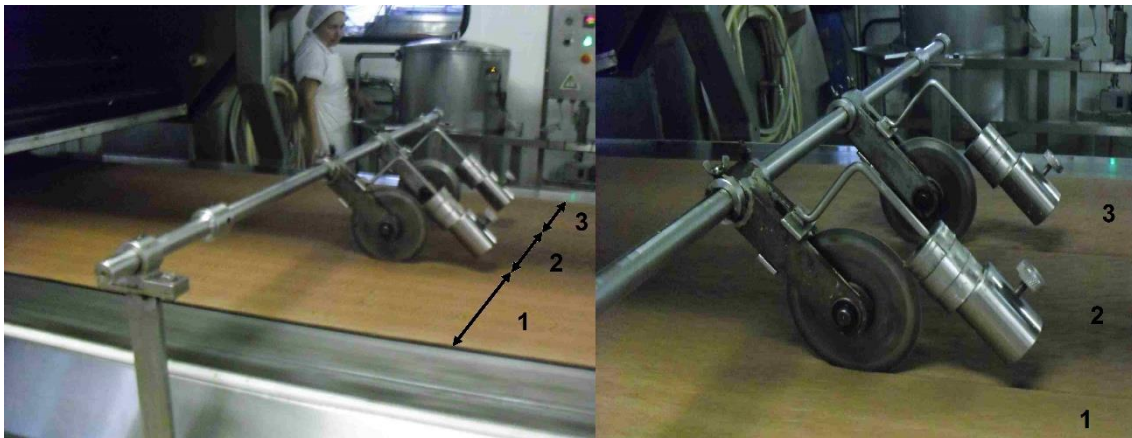


Figura 37 – Imagem real do 2º corte da massa para definir as 3 tortas.

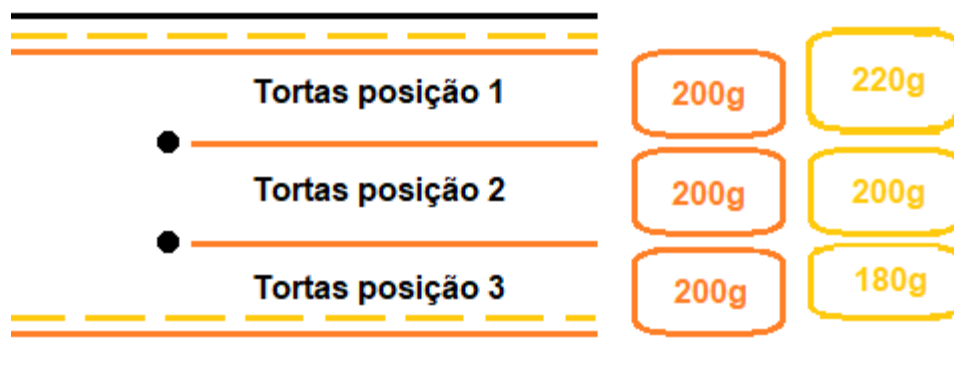


Figura 38 – Esquema ilustrativo dos problemas causados pela oscilação da tela.

- Densidade da massa variável – Não foi fácil verificar esta fonte de variabilidade da massa. Após algumas visitas ao chão de fábrica e do contacto permanente com o processo e com os colaboradores que trabalhavam na área das massas foi possível verificar que o processo de amassagem não estava bem *standardizado*, mais uma vez as pessoas não seguiam nenhum *standard* para fazer a operação e muitas vezes os ajustes na quantidade de ar eram feitos de maneira aleatória. Também se verificou que a quantidade de ar estava constantemente a ser alterada pela máquina, o que por si só indicava uma avaria.
- Volume da massa depositado – O nível do volume de massa depositado não era fixo, os colaboradores ajustavam os parafusos que regulavam o caudal de massa da depositadora aleatoriamente. Por outro lado, as folgas que existiam na depositadora potenciavam a alteração do peso da massa ao longo da produção e por isso a variabilidade do processo. Na Figura 39 é possível ver essas folgas na depositadora.



Figura 39 – Imagem real dos problemas causados pelas folgas na depositadora.

Com base na análise feita foi desenvolvido o seguinte esquema com recurso à ferramenta 5 *Whys*:

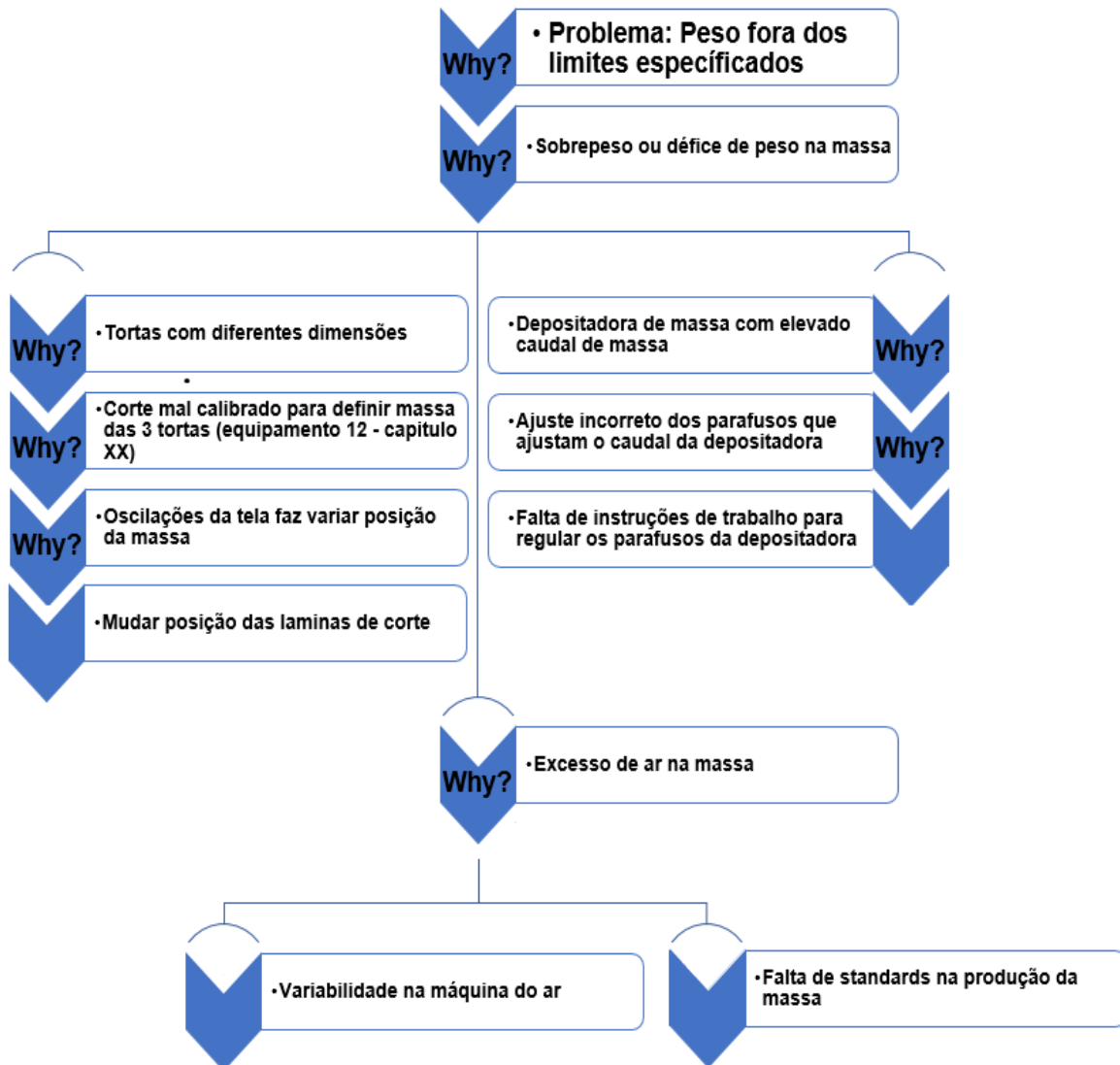


Figura 40 - Esquematização da ferramenta “5 whys” para adereçar “root causes” de problemas inerentes ao elevado sobrepeso

As tortas com déficit de peso apresentam os mesmos problemas e causas raiz do sobrepeso.

Sobrecusto Operacional - Desperdício

Sempre que existia perda de matéria-prima ao longo da linha produtiva e produção de produto não conforme, era considerada desperdício.

Através da ferramenta SGD é possível quantificar as percentagens de desperdício encontradas ao longo da linha para o período de diagnóstico estabelecido e organizar a informação recolhida no gráfico da Figura 41.

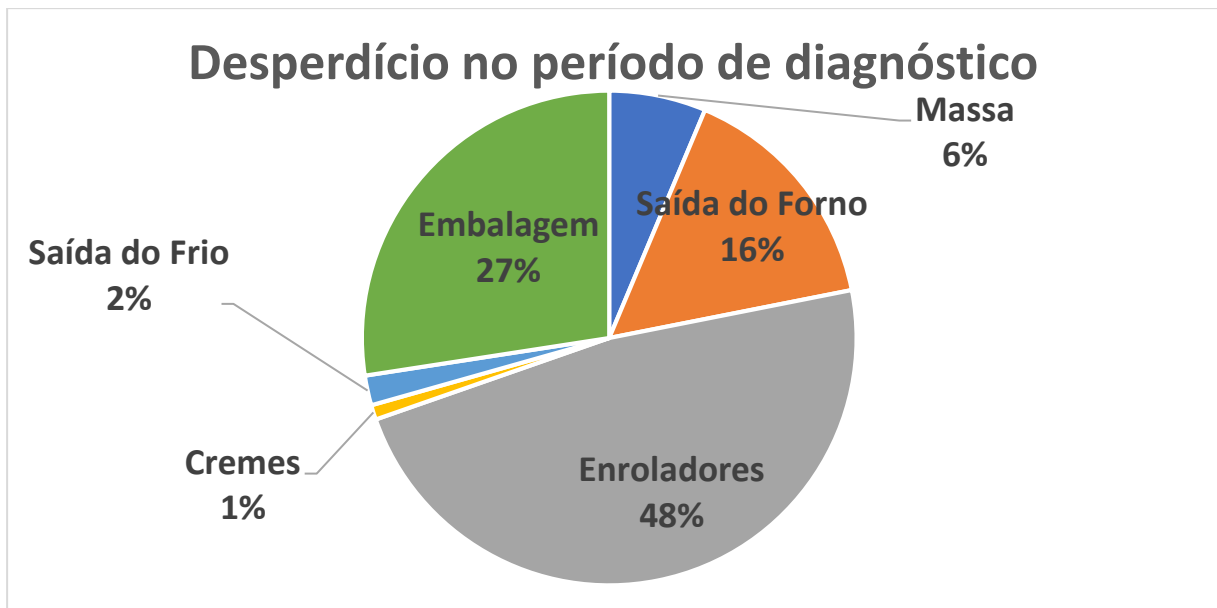


Figura 41 –Discretização do desperdício da linha no período de diagnóstico

Da análise ao gráfico podemos concluir que a zona dos enroladores é de facto uma zona problemática com 48% do desperdício total existente durante o período de diagnóstico ter origem neste local. Das várias visitas ao *gamba* assisti muitas vezes a problemas com esta zona da linha, onde constantemente era desperdiçado produto por haver uma afinação aleatória das ferramentas responsáveis pelo enrolamento das tortas. Este ajuste era feito da maneira que os colaboradores daquele setor da linha achavam melhor levando ao constante desperdício de massa.

Contudo, a fase mais problemática surgia durante o arranque da produção onde depois da limpeza da linha, muitas vezes necessária devido à troca de massa escura/massa branca ou vice-versa, as várias ferramentas de enrolamento estavam com falta de afinação sendo necessário desperdiçar massa até os três enroladores começarem a produzir tortas com qualidade desejada. As Figuras 42,43 e 44 mostram alguma das consequências da má afinação dos enroladores.



Figura 42 – Imagem real do enrolamento defeituoso de duas das três tortas com consequente má formação da torta



Figura 43 - Imagem real. Colaborador recolhe massa de maneira a ajustar os enroladores. Massa considerada desperdício.



Figura 44 – Imagem real. Situação de mau ajuste dos enroladores com conseqüente má qualidade das tortas.

A segunda grande causa de desperdício surge na zona das embalagens. Sempre que era necessário trocar o papel canelado e/ou papel embalagem havia desperdício de tortas e de papel de embalagem, uma vez que, os colaboradores eram obrigados a escoar a produção para um *buffer* existente nesta zona.

Devido à grande cadência da linha, muitas vezes não se conseguia salvaguardar toda a produção, resultando desperdício de tortas. Por não existir um sinal que sinalizasse a falta de papel canelado ou de fita de embalagem, assistia-se constantemente a desperdício de tortas.



Figura 45 – Imagens que evidenciam os problemas relacionados com excesso de tempo na troca de fita embalagem/papel canelado.

Na Figura 45 podem ser verificados os problemas relacionados com o excesso de tempo na troca destes dois tipos de papel. Por um lado, um problema já mencionado no capítulo anterior que refere a acumulação de produto nos buffers devido à troca da fita de embalagem, por outro o grande desperdício de tortas que se acumulava nos caixotes junto da linha.

Esta zona como já tem sido referenciada em análises anteriores do diagnóstico é de facto uma área com bastantes oportunidades de melhoria sendo essencial a procura de soluções.

3.6.6. Variabilidade

Neste capítulo será estudado a variabilidade encontrada na linha. Esta análise teve como principal alicerce as várias visitas ao chão de fábrica, onde foi possível, por várias vezes, observar as operações em todas as zonas da linha.

Durante as visitas ao *Gemba* foi possível perceber que os colaboradores não seguiam nenhum *standard* para elaborar as suas operações, cada colaborador fazia as suas tarefas da maneira que sabia não respeitando nenhum *standard* de produção.

A falta de estabilização e normalização no processo produtivo é ainda mais evidente quando se analisa a variabilidade dos valores de OEE, % sobrepeso e % desperdício durante o período referente à fase de diagnóstico desta dissertação sendo agrupada essa informação numa tabela para facilitar a análise dos dados.

Tabela 13 – Principais indicadores da empresa no período de diagnóstico estudado.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Desvio Padrão	Média
OEE	53,3	61,8	57,1	57,2	59,2	55,4	2,95	57,3
% Sobrepeso	5,9	6,2	6,1	6,4	4,8	5,5	0,58	5,82
% Desperdício	13,1	10,1	9,8	8,6	7,6	7,4	2,1	9,43

Como podemos constatar na Tabela 13, existe uma variação muito grande nos principais indicadores de performance da linha com maior incidência no sobrepeso e desperdício, sendo um reflexo da grande variabilidade existente na linha. Esta variabilidade surge dos desvios ao padrão. Para todos os processos é estabelecido um padrão (ou *standard*) e os colaboradores são incentivados a observar este padrão (ou *standard*) tanto quanto são incentivados a participar nos processos instituídos para a sua renovação e melhoria.

O cumprimento dos *standards* deve ser cumprido durante a produção até que seja questionado pelo processo de melhoria e substituído por uma versão melhorada e só depois, e caso exista essa necessidade, proceder a uma melhoria no processo. Com o cumprimento dos *standards* de produção é possível reduzir a variabilidade e a complexidade na execução dos mesmos, uma vez que garante que todas as tarefas são executadas da mesma forma e da melhor maneira possível.

A estabilização do processo é uma das bases da melhoria contínua sendo essencial o desenvolvimento de soluções para tornar a linha o mais estável possível.

Foram então desenvolvidos alguns modos operatórios (SOP – *Standard Operation Procedures*) de maneira a uniformizar ao máximo o processo, deste modo foi possível combater a variabilidade no processo e garantir que todos os colaboradores seguem a mesma sequência, as mesmas operações e utilizam as mesmas ferramentas.

4. Soluções (Fase Do – Ciclo PDCA)

As etapas dedicadas à estabilização e normalização são fundamentais num programa de melhoria contínua. Sem a estabilização do processo produtivo, dos vários equipamentos que o compõem, do envolvimento das diversas pessoas e do acompanhamento por parte de toda a organização na normalização da melhoria não existe melhoria.

4.1. Estabilização

4.1.1. Dos recursos humanos

São os diversos colaboradores que fazem parte da organização da empresa os principais responsáveis por um projeto de melhoria contínua ser bem-sucedido, podemos mesmo dizer que sem o seu

envolvimento efetivo não há, nem pode haver, melhoria contínua. Daí o seu valor numa organização. [30]

Segundo Jorge Fesh, CEO da Sakthi Portugal, “a minha principal preocupação são as pessoas”, nomeadamente os seus colaboradores. Na sua perspetiva, quanto mais satisfeita estiver a equipa, mais satisfeito estará o cliente. Por sua vez, quanto mais satisfeito o cliente estiver, mais oportunidades irão surgir para a organização. Só as pessoas podem assegurar a viabilidade da empresa, porque só as pessoas podem fazê-la evoluir e crescer graças à melhoria contínua. [2]

Torna-se então necessário instruir e motivar as pessoas para uma mudança de cultura organizacional dentro da empresa uma vez que muitos dos colaboradores não estavam cientes dos benefícios que um programa de melhoria contínua acarreta para uma empresa e para os seus funcionários.

Neste sentido foram estabelecidas algumas etapas para a propagação/mobilização do plano de melhoria contínua dentro da equipa da linha quatro.

Primeiramente foi estabelecido uma equipa de projeto que incorporava uma pessoa responsável pela equipa e por toda a coordenação do projeto, Eng^a Cláudia Pargana, dois alunos universitários a escrever a dissertação (sendo eu um deles) e três pessoas internas da empresa para executar as seguintes tarefas:

- **Processo** – Coordenar iniciativas transversais de apoio à melhoria das operações;
- **Pessoal** – Planeamento, execução e controlo de recursos visando as metas;
- **Equipamento** – Gerir projetos que visam oportunidades específicas pela observação metodologias;

De seguida etapa foi o desenvolvimento de equipas autónomas de trabalho. Foram criadas três equipas (uma para cada turno) cada uma delas com um chefe de linha e quatro membros de primeira linha, responsáveis dentro de cada equipa pelos métodos, equipamentos, pessoas e materiais. Cada membro de primeira linha era responsável por um conjunto de tarefas associadas à linha dando um feedback constante à equipa de melhoria contínua acerca de tudo o que se passava no chão de fábrica.

Essas pessoas apresentavam objetivos bem definidos e todas as semanas marcavam presença na reunião semanal com intuito de representar os restantes colaboradores do turno em causa.

- **Chefes de Linha** – Devem garantir a coordenação da equipa, garantindo para isso o cumprimento do plano definido para o turno. Deve ser o principal impulsionador dentro da sua equipa de uma cultura de melhoria e assegurar a comunicação intra e inter equipas;
- **Operadores** – Os operadores devem executar os processos *standardizados* e reportar eventuais problemas e desvios ao chefe de linha;
- **Métodos** – Garantir que os processos estão a ser cumpridos e que as instruções de trabalho são as mais corretas. Se for necessário, melhorar os métodos de trabalho e prestar formação de novos membros;

- **Equipamentos** - Cumprimento da manutenção participada, manutenção das ajudas visuais e desenvolver possíveis melhorias nos processos de mudança de produto – *setups*;
- **Pessoal** - Cumprimento das normas de segurança e fardamento assim como o desenvolvimento das competências de novos colaboradores. Avaliação das necessidades dos colaboradores com propostas de melhoria nesse sentido;
- **Materiais** - Construção e cumprimento do plano de produção com melhorias no transporte, movimentação e inventário intermédio de materiais diretos e indiretos;

As equipas foram criadas com o objetivo de aumentar o envolvimento dos colaboradores com muitas das ações de melhoria em prática, ao mesmo tempo que permitiu aumentar responsabilidades no sentido horizontal entre colaboradores ao transmitir o papel fundamental que estes têm de desempenhar dentro da empresa por forma a que esta consiga cumprir os seus objetivos.

A próxima etapa foi estabelecer o local da reunião semanal e a criação de um quadro para a organização e acompanhamento das tarefas semanais/quinzenais associadas aos projetos decorrentes. Foi neste sentido que foi criada a “*war room*”, uma sala onde tudo é controlado de forma visual sendo o espaço indicado para a reunião de monitorização de projetos.



Figura 46 – War room com o quadro de acompanhamento e quadro equipas autónomas de trabalho.

Esta sala deve ser entendida como uma peça integrante e crucial no processo de melhoria por ser um espaço de reunião semanal onde a equipa de melhoria e os membros de primeira linha identificam problemas, lançam novos projetos e atividades de melhoria com vista ao cumprimento dos objetivos estratégicos da organização.

A etapa seguinte foi potenciar a comunicação entre os nossos colaboradores e o programa de melhoria contínua. Numa primeira fase recorreu-se a *workshops* de modo a explicar as verdadeiras potencialidades da melhoria contínua e numa segunda fase procedeu-se à construção de quadros em localizações específicas no chão de fábrica com o intuito de:

- Partilha do estado e evolução dos principais KPIs da linha definidos pela empresa como OEE, % desperdício e % sobrepeso de forma a reconhecer os sucessos alcançados pelas equipas e desenvolver o sentido de orgulho nos colaboradores;

- Abordar preocupações comuns na linha, de forma visível para todos e utilizar a criatividade de todos para atacar as preocupações comuns;
- Promover um ambiente competitivo interno saudável entre os colaboradores dos diversos turnos;

O ideal é tornar compreensível o quadro a todas as pessoas que o vejam, de forma a conseguirem percebê-lo mesmo sem ter de fazer perguntas. Os quadros eram atualizados todas as semanas após reunião semanal, de modo a transmitir a situação atual da empresa.

Estas etapas iniciais foram fundamentais para incentivar as pessoas a intervir e a participar na mudança. Dentro da empresa a mobilização dos colaboradores foi uma etapa essencial para garantir o acompanhamento de algumas ações de melhoria que iniciaram na linha garantindo a sustentação de resultados positivos, proximidade, transparência e um compromisso entre todos. É com base nestes valores que a empresa se revê e os quais os seus colaboradores devem acreditar.

4.1.2. Dos processos - Ferramenta 5's:

Para a estabilização do processo produtivo foi importante a implementação da ferramenta 5S não só porque permitiu melhorar a gestão visual dos processos e a mentalidade de todos os colaboradores, mas também melhorar de forma significativa diversos problemas encontrados no diagnóstico da presente dissertação, como falta de uma zona onde os equipamentos pudessem ser armazenados após o *setup* e limpeza da linha. A implementação desta ferramenta foi feita de forma simultânea, da seguinte forma:

Seiri (Eliminar) e Seiton (Organizar): Através da análise do equipamento de cada posto de trabalho foi possível separar as ferramentas que efetivamente eram necessárias para as atividades desenvolvidas nos respetivos postos de trabalho e no seu local correto. Foram analisadas três áreas na linha, a zona das massas, cremes e embalagem. Como exemplo é apresentado a aplicação da metodologia 5S na zona das massas com a organização de todo o material necessário ao *setup* por tipo de produto. Na Figura 47 é possível observar que cada prateleira apresenta o seu tipo de ferramenta sendo divididas consoante o tipo de torta que cada tipo de ferramenta produz.



Figura 47 – Imagem real da organização efetuada às ferramentas necessárias ao *setup*.

Este exemplo em particular permitiu melhorar a vertente organizacional, ao agrupar as ferramentas necessárias no local apropriado, junto da linha e com fácil acesso.

Seiso (Limpeza): Nesta fase foi implementada uma nova mentalidade no trabalho, onde a limpeza de cada posto deveria ser feita e preservada de forma a existir altos níveis de segurança e higiene na linha produtiva. Deve ser garantido, igualmente, uma limpeza nas máquinas e equipamentos, pois constitui um importante fator para o desempenho funcional das mesmas de modo a evitar avarias e tempos de inatividade. Esta fase foi focada principalmente na zona das massas e cremes devido a atividade existente neste local.

Seiketsu (Padronização): Nesta etapa delinear-se os corredores, as áreas onde estão localizados os processos, os *stocks* de matérias-primas e as áreas onde é colocado o desperdício do processo. Foi igualmente realçado alguns avisos e instruções importantes do processo produtivo de maneira a evitar erros nas operações.

Como medida para uniformizar os processos e deste modo diminuir a variabilidade da linha procedeu-se à construção dos modos operatórios (SOP – *Standard Operation Procedures*) em algumas tarefas na linha. Foram analisados durante cerca de duas semanas a maneira como cada turno de trabalho efetuava as suas tarefas na linha, tendo-se concluído que as seguintes operações necessitavam de ser *standardizadas* por existirem grandes disparidades na maneira como os colaboradores as efetuavam:

Zona das Massas:

- Pesagem dos ingredientes;
 - Processo e controlo da Amassagem;
- Cremes:
 - Pesagem dos ingredientes;
 - Processo e controlo dos cremes;
- Granela:
 - Preparação da granela;
 -
 -
- Embalagem:
 - Troca de papel canelado;
 - Troca de fita de embalagem;
 - Ajuste de código de embalagem

Foi estudado em cada uma das operações a sequência que cada operador seguia, as ferramentas que utilizava e o tempo que demorava, só assim foi possível definir e registar a melhor maneira de elaborar cada tarefa. No anexo B poderão ser consultados dois dos SOPs desenvolvidos para a linha.

Com a inclusão junto do respetivo posto de alguns SOP foi possível uniformizar o processo produtivo e reduzir significativamente a variabilidade demonstrada nos KPIs da empresa apontados no Capítulo 3.6.6. Foi igualmente importante na instrução de novos colaboradores que, devido à filosofia de contratação de trabalhadores temporários que vigorava na empresa, eram constantemente substituídos.

Shitsuke (Disciplina): A implementação desta metodologia requer por si só uma continuidade de todas as fases referidas anteriormente, sendo necessário muitas vezes uma mudança drástica no comportamento dos colaboradores em todos os níveis da organização. Para assegurar a continuidade, são feitas auditorias aos postos de trabalho, como vai ser explicado no Capítulo 4.2.1, com o intuito de avaliar a continuidade de algumas das ações de melhoria desenvolvidas.

4.1.3. Dos equipamentos:

Os equipamentos são um dos grandes impulsionadores da grande variabilidade no peso de cada torta. Na linha produtiva existem equipamentos capazes de serem ajustados de forma manual por parte dos colaboradores, sendo ajustados sem quaisquer referências ou *standards*. Este tipo de procedimento, baseado na tentativa e erro, tende a aumentar o desperdício de matéria-prima e a variabilidade no peso de cada torta, devido aos constantes ajustes que se faziam nos equipamentos até obter um peso na torta próximo do estabelecido pelos padrões de qualidade.

No capítulo do diagnóstico foram identificados alguns equipamentos que causavam excesso de peso (sobrepeso) no produto final. Na zona das massas existem duas máquinas que são responsáveis pela grande variabilidade no peso da massa, a depositadora e a máquina do ar. Os enroladores apesar de não potenciarem a variação do peso da torta, aumentam o desperdício de matéria-prima devido ao ajuste por tentativa e erro que era efetuado.

Em ambos os equipamentos pretendem-se encontrar soluções de forma a diminuir a variabilidade no peso do produto final com a diminuição dos ajustes por parte dos colaboradores, e ao mesmo tempo garantir uma estabilização de todo o processo produtivo

Máquina do ar

Uma das causas mencionada na análise ao sobrepeso no Capítulo 3.6.5, envolvia a grande variabilidade na deposição do ar por parte da máquina do ar. Esta máquina por ser responsável pela mistura de ar com a massa durante a amassagem, poderia facilmente provocar a instabilidade no peso da massa se tivesse uma deposição anormal de ar. Ao garantirmos que a quantidade de ar definida no equipamento no início do processo é sempre a mesma, estamos automaticamente a reduzir a

variabilidade no peso da massa. Neste sentido foi pedido uma intervenção da equipa de manutenção de modo a poder solucionar este problema. A solução encontrada foi a troca da válvula de controlo da quantidade de ar a ser depositado. Depois da intervenção a deposição de ar passou a ter os valores normais de outrora.

Depositadora e enroladores

Foram identificados ajustes indevidos por parte dos colaboradores na depositadora e nos enroladores que causavam desperdício e sobrepeso de matéria-prima. Para cada uma delas foi pensado uma solução com vista à ausência de ajuste por parte dos colaboradores, de modo a termos o processo com a menor variabilidade possível.



Figura 48 – Imagem real dos ajustes realizados pelos colaboradores na depositadora na zona das massas.

No caso da depositadora, foi pedido um aperto definitivo, com ajuda de um sistema de parafuso e porca, não existindo por isso possibilidade de ajuste por parte dos colaboradores da linha. Os parafusos deveriam ser apertados por um colaborador da equipa de manutenção depois da limpeza da depositadora garantindo sempre o mesmo caudal de massa depositado independentemente da massa que estivesse a sair, deste modo era possível controlar o peso da massa apenas pela máquina do ar.

No caso dos enroladores existiam muitos apertos e ajustes que poderiam ser realizados pelos colaboradores. Tal como foi descrito no Capítulo 3.6.5, o desperdício de matéria-prima era caótico quando, neste local, depois da limpeza da linha, os colaboradores ajustavam de novo os enroladores sem qualquer referência.

A solução encontrada para este problema traduziu-se em colocar para cada tipo de torta uma referência no equipamento tal como pode ser visto na Figura 49. Deste modo os colaboradores já não perdiam tanto tempo no ajuste e não desperdiçavam elevadas quantidades de matéria-prima até aperfeiçoarem o perfeito enrolamento da torta.



Figura 49 – Imagem real da ajuda visual presente nas ferramentas de enrolamento para o seu ajuste

4.2. Normalização

4.2.1. *Gemba Walks*

As *Gemba Walks* constituíram uma ferramenta muito útil na identificação de alguns problemas na linha bem como o acompanhamento de muitas das ações corretivas e de melhoria na linha produtiva quatro.

A prática regular dos *gemba walks* durante o período de estágio na empresa permitiram constatar em primeira mão os problemas que afetavam diariamente a cadeia de valor da linha, sendo uma oportunidade de identificar potenciais fontes de desperdício no processo produtivo. Esta atitude de ir ao local, observar e compreender, a que os japoneses chamam de *genchi genbutsu* (expressão japonesa que significa “vá e veja por si mesmo”) é um dos elementos fundamentais da filosofia *Lean*, sendo fundamental para o acompanhamento de todas as ações de melhoria que foram ou pudessem vir a ser desenvolvidas na linha. [37]

No anexo C é documentada a maneira como se procedia a um *gemba walk* na linha produtiva com a indicação do percurso efetuado e a *check list* que era necessária verificar em cada uma das zonas da linha de maneira a controlar e avaliar algumas áreas relativas à segurança, eliminação de desperdício, limpeza, organização e padronização, que fazem parte da ferramenta 5S.

4.3. Propostas de melhoria sugeridas

4.3.1. *Kanban*

Com estabilização e uniformização do processo produtivo garantido através de muitas das soluções apresentadas no Capítulo 4.1 pensou-se numa solução que eliminasse os problemas relacionados com a falta de matéria-prima que constantemente ocorriam na linha durante a troca de turno/produto. De facto, este tipo de problema reduzia significativamente o OEE da linha ao aumentar tanto o tempo de *Setup* assim como o tempo de microparagem analisados no Capítulo 3.6.1 e Capítulo 3.6.4, respetivamente.

A introdução de supermercados no bordo da linha foi um tipo de solução desenvolvida, mas não aplicada, para acabar com problemas relacionados com falta de matéria-prima na linha e redistribuídas

as tarefas ao longo da linha com a eliminação da zona de pesagens. De facto, esta solução permite a eliminação da primeira pesagem existente na zona de pesagens, existindo apenas uma pesagem, na linha, durante a produção das massas.

Com a implementação desta solução é também possível tornar a linha mais flexível ao retirarmos a obrigatoriedade de existir pesagem no início do dia produtivo para os três turnos, desta forma, é possível trocar de produto de hora a hora (sendo este o tempo de rota máximo) por não existirem matérias-primas na zona de pesagens já confeccionadas e prontas para serem abastecidas à linha.

A rota de distribuição

Existe um colaborador responsável pelo abastecimento de todo o tipo de matérias-primas na linha, massa e cremes até ao abastecimento de todo o tipo de materiais na zona das embalagens. No anexo D é possível ver a sua rota.

O colaborador responsável pelo abastecimento recebe a instrução por parte do planeamento do tipo de torta que irá ser produzida e do tipo de matérias-primas que estão em falta nos supermercados via cartão *kanban*.

Este colaborador recolhe todo o tipo de matérias-primas necessárias no armazém (ponto A) e circula ao longo do trajeto delineado no chão até à zona das massas (ponto 1) onde abastece o supermercado. De seguida dirige-se para a zona dos cremes (ponto 2) para abastecer o supermercado desta zona da linha. Por fim e caso na última rota tenha recebido a indicação de falta de algum papel na zona de embalagem, dirige-se ao armazém das embalagens (ponto B) e coloca junto da zona de embalagens o papel em falta (ponto 3). No final volta ao ponto A onde volta a fazer o mesmo circuito, com a indicação via cartão *kanban* das matérias-primas em falta.

O colaborador responsável pelo abastecimento de matéria-prima para a linha, deveria proceder às seguintes tarefas:

- Recolher matéria-prima na zona de armazenamento;
- Colocar matéria-prima nos baldes de reembalamento apropriados;
- Recolher e repor baldes nos vários supermercados ao longo da linha;
- Recolher papel de película e papel canelado e colocar junto da zona de embalagem.

O tempo da rota foi estudada tendo em conta uma situação crítica da linha, isto é, a deslocação ao longo da linha, o reembalamento de onze matérias-primas (massas e cremes), a recolha de doze matérias-primas com embalagem do fornecedor (massas e cremes) e a necessidade de recolher papel canelado e papel fita embalagem, o que se traduziu num tempo de aproximadamente 57 minutos (com 10 minutos de tolerância para eventuais falhas). Para efeitos de cálculos futuros é usado um tempo de rota de 60 minutos.

Equipamento necessário

Para um funcionamento correto da técnica *kanban* é necessário o desenvolvimento de equipamento que esta técnica o exige. De entre os equipamentos destacamos:

- ✓ Baldes e ferramentas para o reembalamento das matérias-primas;
- ✓ Supermercados na zona das massas, cremes e embalagens;
- ✓ Carro de transporte de matérias-primas;
- ✓ Fitas ao longo da linha para marcar supermercados e rota;

▪ **Baldes de reembalamento:**

Foram estudadas todas as receitas disponíveis para a linha produtiva quatro de maneira a perceber a quantidade e tipo de embalagem de cada matéria-prima para poder dimensionar os supermercados no bordo da linha produtiva. Consultando a receita de todas as massas e cremes foi possível desenvolver o anexo E onde foi avaliado para todo o tipo de matérias-primas usadas atualmente, o tipo e a quantidade de embalagem fornecida pelo fornecedor.

Como pode ser visto nas duas tabelas presentes no anexo E existem algumas matérias-primas (assinaladas com a cor amarela) que são fornecidas automaticamente à linha na altura da amassagem (produção de massa) ou durante a produção do creme, feita a partir dos silos existentes no andar superior da linha. Estes silos por sua vez são abastecidos pelos colaboradores responsáveis pelo armazém, não fazendo parte do presente estudo. As restantes matérias-primas, assinaladas na tabela a verde, necessitam de ser abastecidas, de forma manual, à linha podendo existir em certas situações o reembalamento das mesmas.

Todas as matérias-primas presentes nas receitas das massas e cremes foram analisadas com o intuito de perceber a necessidade, ou não, de serem reembaladas e perceber, em caso afirmativo, o tipo de embalagem que se devia escolher tendo em conta a duração da rota de entrega e a cadência de cada matéria-prima. No anexo F é apresentado um exemplo de como esta análise foi elaborada com a descrição das fórmulas utilizadas.

Os baldes escolhidos para o reembalamento eram compostos por três embalagens com diferentes dimensões, balde S (3L), balde M (12L) e balde L (35L) utilizados consoante a necessidade por hora de cada matéria-prima. Estas dimensões tiveram por base, entre outras razões, a necessidade de cada matéria-prima nas receitas das massas e cremes e o facto de existir uma lei que proíbe por razões de segurança, o trabalhador carregar pesos com mais de 35kg. Deveriam ser suficientemente ergonómicos de maneira a serem transportados por um *trolley* e armazenados nos supermercados no bordo da linha.

Existiam ainda exceções onde não era permitido o reembalamento da matéria-prima por razões ligadas à higiene e qualidade, como:

- Mono, di e poliglicéridos (colco);

- Margarina Vegetal Cremes;
- Dextrose Monohidratada.

▪ **Supermercados na zona das massas, cremes e embalagens:**

No anexo G poderá ser visto um orçamento pedido à 4Lean para a compra dos supermercados na zona das massas e cremes com as respetivas indicações em relação às características do equipamento. O supermercado na zona das massas deve ter a capacidade de armazenar dez tipos de matérias-primas e na zona dos cremes nove tipos de matérias-primas

Na zona das embalagens é sugerido um carrinho de arrumação como a apresentado no anexo H, desenvolvido no âmbito desta dissertação de mestrado, podendo ser facilmente desenvolvida pela equipa de manutenção. Tem a capacidade de armazenar quatro fitas de embalagem e dois rolos de papel canelado.

▪ **Carro de transporte de matérias-primas:**

Para construir o carro de transporte foi necessário analisar as receitas para cada tipo de massa e creme e desta forma saber o pior caso possível em relação à quantidade, em quilogramas, que a linha exigia de cada matéria-prima no período de uma hora (sendo este o tempo que o colaborador demora a fazer uma rota completa à linha). Na tabela seguinte é resumida para cada receita de massa e creme o abastecimento necessário de embalagens por hora para todas as matérias-primas.

Tabela 14 – Quantidade de embalagens necessárias por hora para massas e cremes

	Fornecedor	Balde S	Balde M	Balde L
Massa 1	1	4	0	2
Massa 2	4	3	3	0
Massa 3	1	3	1	1
Massa 4	2	2	2	2
Max	4	4	3	2
Creme 1	7	2	2	1
Creme 2	9	2	2	1
Creme 3	7	2	2	1
Creme 4	8	2	2	1
Creme 5	5	2	2	1
Creme 6	7	2	2	1
Max	9	2	2	1
Total	13	6	5	3

Da Tabela 14 é possível concluir que o carrinho de abastecimento dos supermercados deveria ser suficientemente robusto para transportar 13 ingredientes com embalagens de fornecedores (na sua generalidade sacas), seis baldes do tipo S, cinco baldes do tipo M e três baldes do tipo L. Foi pedido um orçamento à empresa 4Lean para a aquisição de um comboio logístico com a capacidade de transportar a carga previamente estudada e com possibilidade de, no futuro, esta ser transportada por um carro elétrico. O orçamento é apresentado no anexo I.

Cartão Kanban

Para cada lote contido no contentor, existe um cartão *kanban* correspondente. As matérias-primas dentro dos recipientes uniformizados, acompanhadas pelo seu cartão, são movimentadas ao longo da rota pelos diversos centros de trabalho. O sistema *kanban*, além de controlar as operações, coordena e disciplina o sistema *pull*, pelo que o cartão *kanban* deve ser um cartão que por si só autoriza a produção e a movimentação das matérias-primas de um ponto para outro. [39]

Foi pensado num cartão que contenha informação da movimentação proposta, descrição e referência da matéria-prima e o tipo de embalagem (pode ou não ter sofrido reembalamento para as embalagens uniformizadas) escolhida.

<p><u>De:</u></p> <p>A A6</p> <p>Armazém Posição</p>	<p>Fornecedor <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Embalagem S <input type="checkbox"/></p> <p>Embalagem M <input type="checkbox"/></p> <p>Embalagem L <input type="checkbox"/></p>
<p><u>Para:</u></p> <p>4 1 B4</p> <p>Linha Posto Posição</p>	<p><u>Nome</u></p>

Figura 50 – Cartão kanban para a linha produtiva quatro

Sistema de endereço

Um sistema de endereços tem como principal objetivo classificar com exatidão o local a recolher e depositar cada material. O código estabelecido tem em conta a seguinte informação:

- Armazém – Existem dois armazéns. O armazém 1 para as matérias-primas para os postos de massas e cremes e o armazém 2 para as embalagens;
- Posição – Indica o local de armazenamento da matéria-prima no supermercado das massas ou cremes de acordo com a nomenclatura da Figura 51;

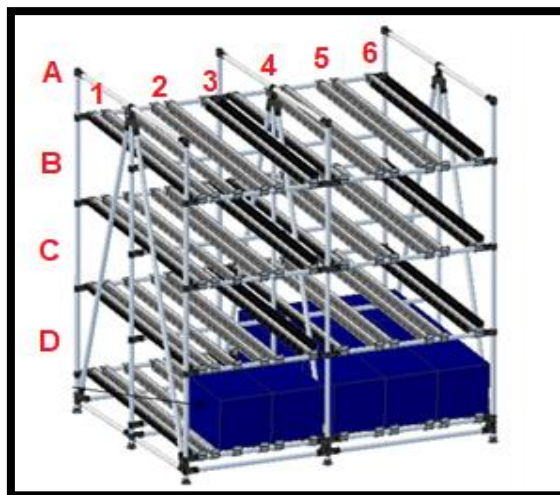


Figura 51 – Nomenclatura para a posição das matérias-primas nos supermercados

- Posto – Indica o local para deposição do material.
 - Posto 1 – Massas
 - Posto 2 – Cremes
 - Posto 3 – Embalagens
- Tipo de embalagem – Pode ser de quatro tipos, consoante a necessidade da matéria-prima;

4.3.2. Mudança da posição das lâminas de corte

Para controlar os problemas relacionados com a variação do peso da massa devido às oscilações da tela que provocavam sobrepeso em determinadas tortas, tal como explicado no Capítulo 3.6.5, foi proposta uma alteração na forma como era efetuado o corte da massa.

Atualmente existem dois cortes, um efetuado depois da saída do forno que dá origem às fitas de granela (Figura 17, Capítulo 3.4.2) e outro que efetua o corte da massa de maneira a definir as 3 tortas. Devido às oscilações da tela entre a saída do forno e a entrada na zona do segundo corte, existe constantemente alteração na posição da massa sobre a tela, o que vai conduzir à alteração da quantidade de massa jusante no corte na posição 1 e 3 tal como explicado nas Figuras 37 e 38 no Capítulo 3.6.5.

Foi então pensada uma maneira de controlar as oscilações da tela que provocavam o aumento do sobrepeso nas tortas. Inicialmente foi discutida, com a equipa de manutenção, uma intervenção no tapete da tela em particular nos motores que fazem rodar este tapete que constantemente “soluçava”, acabando por provocar a oscilação da tela.

Como não foi dada autorização por parte da empresa para reparar ou adquirir um novo motor foi pensada outra solução que acabaria com o segundo corte efetuado pelo equipamento 12 e acabariam por se fazer os dois cortes na massa na mesma zona e pelo mesmo equipamento, neste caso o equipamento 8).



Figura 52 – Imagem real da melhoria implementada no corte da massa

Os dois cortes da massa à saída do forno permitiram reduzir de forma significativa a variabilidade no peso da massa e consequentemente reduzir os problemas no sobrepeso da massa e desperdício por não existirem massas com diferentes tamanhos. Na Figura 52 é possível ver a sua aplicação.

4.3.3. Identificador falta papel

Para solucionar muitos dos problemas que a troca do papel canelado e da fita de embalagem induzem na linha produtiva, identificados no capítulo do diagnóstico, sugeriu-se a compra de um identificador que alerta os colaboradores para uma possível troca deste tipo de papel/fita. Esta solução apesar de ter sido desenvolvida não foi aplicada na linha devido à curta duração do estágio.

Com a introdução de um sistema de *kanban* que tem a capacidade de colocar no bordo da linha o papel/fita necessárias para cada tipo de produção e de um dispositivo que permite prever antecipadamente uma possível troca destes dois tipos de papel e por isso uma redução do tempo associado à troca, prevê-se uma redução significativa das perdas relacionadas com reembalamento do produto e desperdício nesta zona da linha conduzindo a um aumento do OEE da linha e uma redução dos custos relacionados com o desperdício.

A escolha do equipamento composto por um sensor de leitura do nível de papel (sensor fotoelétrico) e uma luz de alarme, é apresentado no anexo J para o caso do papel canelado com recurso ao programa *solidworks*. Para o caso da fita de embalagem é sugerido o mesmo tipo de equipamento.

Foi pedido um orçamento à empresa *automationdirect* (<https://www.automationdirect.com>) para o equipamento pretendido sendo apresentado no anexo J as soluções encontradas.

A presente proposta de melhoria pretende melhorar de forma significativa as perdas associadas com a troca destes dois tipos de papel através da premeditação e antecipação da necessidade de substituição

por parte dos colaboradores. Prevê-se uma redução no tempo de reembalamento do produto e microparagem, assim como uma redução dos custos associados ao desperdício expressos em termos de percentagem de desperdício e sobrepeso.

4.3.4. *Check list* de arranque

Durante o diagnóstico feito à linha produtiva foram identificadas perdas significativas de tempo no arranque da linha. Muitos dos problemas causados durante a fase de arranque ocorriam devido ao mau ajuste efetuado por algum equipamento ou máquina, que não permitiam o andamento normal da linha. Foi então sugerido uma *check list* de arranque que permitisse verificar durante a fase de arranque, o correto funcionamento de todos os equipamentos e máquinas antes do fornecimento de matéria-prima à linha.

No anexo K é apresentada a *check list* desenvolvida, tendo sido aprovada pela empresa para integrar no próximo ano no *dossier* de lote da linha. Esta *Check list* deverá ser preenchida pelo supervisor e só depois deverá ser dada a ordem de abastecimento de matérias-primas à linha produtiva.

Esta solução foi desenvolvida não tendo sido aplicada durante o período de elaboração da presente dissertação.

5. Resultados e estimativas da aplicação das soluções (Fase Check – Ciclo PDCA):

No presente capítulo irá ser estudado o impacto de cada solução, sendo dividido em dois subcapítulos diferentes. Um dos subcapítulos é dedicado às soluções aplicadas na linha, sendo apresentados resultados da aplicação destas soluções na linha produtiva com recurso ao SGD, o outro capítulo é dedicado às soluções desenvolvidas, mas não aplicadas, sendo apresentado resultados estimados da sua aplicação.

5.1. Resultados da aplicação das soluções aplicadas na linha produtiva

A estabilização dos recursos humanos, processos e equipamentos foi uma etapa bastante importante na avaliação de possíveis soluções. De facto, tal como o Capítulo 3.6.6 a evidência, o processo produtivo da linha e todas as variantes que lhe estavam associadas variavam muito consoante o tipo de colaboradores e torta em produção.

As soluções encontradas para apresentar e motivar os colaboradores foram importantes para garantir que todos os trabalhadores caminhavam no mesmo sentido - o caminho da melhoria. A aplicação dos 5S e dos SOP na linha permitiram reduzir perdas de tempo significativas na linha. De acordo com alguns responsáveis da organização, as diferenças entre o estado atual e o estado futuro à implementação destas duas ferramentas são imensas. De acordo com os funcionários, antes a deslocação pedonal pela fábrica era dificultada pela desarrumação de equipamentos e matérias-primas sendo agora bastante mais fácil.

Foi também destacado o método organizado de trabalho, tendo-se reduzido de forma significativa muito desperdício na linha assim como perdas de tempo relacionadas com deslocações e tempo perdido na procura de equipamentos e ferramentas.

De mesma importância foi aumentada substancialmente a transparência dos processos, a redução da variabilidade do processo e a sua eficiência com uma diminuição significativa do tempo de *setup* e arranque da linha.

A solução de alteração da localização das lâminas para o corte da massa foi uma importante melhoria desenvolvida e aplicada para combater a elevada variabilidade do peso da massa.

A análise com recurso à ferramenta SGD, permitiu quantificar os resultados da aplicação destas soluções na linha produtiva:

Tabela 15 - Valores dos principais KPIs no período de diagnóstico (mês 1 a 6) e posterior a aplicação das soluções (mês 7 a 11).

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>OEE (%)</i>	53,3	61,8	57,1	57,2	59,2	55,4	56,3	58,2	60,7	59,9	61,1
<i>% Sobre peso</i>	5,9	6,2	6,1	6,4	4,8	5,5	4,4	4,6	4,7	3,6	3,4
<i>% Desperdício</i>	13,1	10,1	9,8	8,6	7,6	7,4	8,5	8,2	8,2	7,5	8,0

Tabela 16 – Valores médios dos principais KPIs no período de diagnóstico (mês 1 a 6) e posterior a aplicação das soluções (mês 7 a 11)

	Média mês 1-6	Média mês 7-11	Melhoria
<i>OEE (%)</i>	57,33	59,24	+ 1,91
<i>% Sobre peso</i>	5,82	4,14	- 1,68
<i>% Desperdício</i>	9,43	8,08	- 1,35

É facilmente observável, pela análise da Tabela 15, que a variabilidade existente na linha, que se refletia nas oscilações dos valores presentes no SGD, foi reduzida, tendo-se observado uma redução dos valores de percentagem de desperdício e sobre peso e um aumento significativo do OEE como pode ser verificado na tabela 16.

A redução dos valores de % de sobre peso observados na Tabela 15 e 16 refletem a aplicação das soluções implementadas na redução da variabilidade dos equipamentos e a solução de troca das lâminas de corte explicado no subcapítulo 4.3.2.

5.2. Resultados estimados da aplicação das soluções desenvolvidas

5.2.1. Solução Kanban

Esta solução de melhoria pretendeu melhorar certos aspetos da linha produtiva como o controlo e melhoria da qualidade, ao reduzir de forma significativa o tempo que as matérias-primas estavam depositadas no armazém de pesagens, até serem transportadas para a linha. Recorde-se que o procedimento atual na linha produtiva consistia na pesagem de todas as matérias-primas no início de cada turno, levando muitas vezes a elevados desperdícios de matéria-prima no final de cada turno devido à não utilização das matérias-primas previamente pesadas.

Com a introdução de supermercados no bordo da linha, nomeadamente na zona das massas e cremes, estamos a melhorar de forma significativa muito tempo perdido que atualmente existe durante a troca de produto. A eliminação do procedimento existente de pesagem de todas as matérias-primas no início de cada turno, vai permitir uma linha produtiva mais flexível e ao mesmo tempo reduzir custos, por via da redução de inventário.

Com a aplicação desta solução é estabelecido um compromisso e comunicação entre os vários colaboradores da linha, repartidos nos diversos setores da linha, e as pessoas dedicadas ao planeamento, dado que só assim é possível assegurar o bom funcionamento desta aplicação.

A aplicação do sistema *kanban* é uma proposta de melhoria muito abrangente que pretende projetar a linha produtiva para o futuro, permitindo aumentar a estabilidade do processo produtivo por via da redução dos problemas relacionados com o abastecimento da linha produtiva, aumentar a flexibilidade do processo e reduzir de forma categórica desperdícios relacionados com matéria-prima e tempo produtivo.

Sob o ponto de vista de OEE, %sobrepeso e %desperdício, os seus benefícios são difíceis de quantificar, porém, da análise realizada no Capítulo 3.6.1, onde se identifica como causa raiz dos elevados tempos de *setup* o abastecimento deficiente da linha, podemos dizer que esta aplicação elimina por completo este problema, pelo que, esta solução iria implicar uma redução do tempo de *setup* e um aumento do OEE. Das 121h que a linha esteve parada devido ao *setup* pode-se afirmar que 50% deste tempo é reduzido com a implementação desta solução, aumentando entre 3% e 5% o OEE.

5.2.2. Solução identificador de falta de papel

A aplicação desta solução poderá ter um impacto significativo na diminuição das perdas relacionadas com:

- Reembalamento do produto causado pela troca de papel canelado ou fita de embalagem, estima-se uma redução na ordem dos 75%;

$$44\% \text{ no reembalamento linha representa } 0,44 \times 7,91\% (\text{OEE dedicado ao processo}) \\ = 3,48\% (\text{OEE})$$

Se este valor é reduzido 75% significa que iremos ter um aumento de $0,75 \times 3,48 = 2,61\%$ de OEE

- Tempos de microparagem devido às tarefas auxiliares de troca de papel canelado ou fita de embalagem, estima-se uma redução de 50%;

As perdas relacionadas com as micro-paragens representam 9.35% do OEE. Se é estimado uma redução de 50%, significa que iremos ter um aumento de 4.675% no OEE

No total com a aplicação desta solução inovadora, estima-se um aumento de cerca de 7,2% no OEE da linha.

5.2.3. Solução check list de arranque

Com a aplicação desta check list de arranque pretende-se reduzir as perdas relacionadas com o arranque da linha tendo se estimado uma redução de 50% das perdas deste tipo. Com base na análise desenvolvida na fase de diagnóstico as perdas associadas ao arranque da linha representam 38% das perdas da linha no processo, representando, estas 8% das perdas do OEE. Isto significa que 3.04% das perdas do OEE estão relacionadas com o arranque da linha. Uma redução para metade implica um aumento de 1.52% do OEE da linha produtiva.

5.3. Resultados Globais das Soluções

Todas as soluções desenvolvidas tiveram por base o aumento do OEE da linha e a diminuição da percentagem de custos associados ao sobrepeso e desperdício de matéria-prima com vista ao aumento da flexibilidade da linha e redução da variabilidade no processo produtivo. Na Tabela 17 é estimado o impacto as soluções propostas e desenvolvidas nesta dissertação para a linha produtiva quatro.

Tabela 17 – Soluções propostas e desenvolvidas e o seu impacto na linha produtiva.

Solução Proposta	Resultados estimados
<u>Estabilização:</u> <ul style="list-style-type: none">Recursos Humanos;Processo produtivo;Equipamentos;	Menor variabilidade e maior flexibilidade da linha Incentivo à mudança; Redução dos valores de %sobrepeso e %desperdício; Melhor transparência no processo; Maior organização e higiene do local de trabalho;
<u>Normalização:</u>	Acompanhamento das ações de melhoria e controlo do processo produtivo;
<u>Soluções desenvolvidas:</u>	
Check list de arranque	<u>Aumento de 1.52% do OEE</u> através da redução de cerca de 50% das perdas relacionadas com o arranque da linha
Identificador da falta de papel	<u>Aumento de 2.61% e 4.675% do OEE</u> por via da eliminação das perdas por reembalamento produto e de microparagem, respetivamente
Método Kanban	<u>Aumento estimado de 3 a 5% do OEE</u> por via da eliminação das perdas relacionadas com o abastecimento de matéria-prima e tempo de <i>Setup</i>

6. Conclusões (Fase Act/Adjust – Ciclo PDCA):

A presente dissertação desenvolvida numa empresa do ramo alimentar na empresa em estudo, teve como grande objetivo analisar a linha produtiva dedicada à produção de tortas com base na filosofia *Lean*. A análise feita à linha consistiu no desenvolvimento de um diagnóstico, na identificação dos principais problemas, no desenvolvimento de propostas de melhoria e avaliação dos seus impactos, ainda que em alguns casos não passem de previsões.

O diagnóstico foi desenvolvido com recurso a várias metodologias de análise onde se destacam o estudo dos métodos e o estudo dos tempos. Foi feito um estudo ao indicador OEE que permitiu identificar diversas perdas e limitações da linha produtiva e um estudo aos sobrecustos operacionais, desperdício e sobrepeso.

Da análise ao OEE analisou-se as perdas relativas à componente de disponibilidade tendo-se obtido perdas na ordem dos 12% para perdas associadas aos *Setups*, nomeadamente na troca de produto, 9% para perdas por avarias e 8% por perdas recorrentes do processo produtivo. No que diz respeito à componente performance obtiveram-se perdas de 13% devido às micro-paragens presentes na linha produtiva. Da componente qualidade obtiveram-se perdas de 7.62%.

Foi também realizado um diagnóstico aos custos relacionados com o desperdício e sobrepeso de matéria-prima ao longo da linha e feita uma comparação entre estes custos e os custos relacionados com as perdas de tempo que se analisou no OEE. No final é feita uma análise à variabilidade da linha.

Fez-se uma análise a todas estas perdas de forma a identificarem-se as suas causas com recurso à ferramenta dos “5 Whys”.

Na sequência da análise realizada foram sugeridas algumas soluções e melhorias com o intuito de solucionar muitas das perdas encontradas. Algumas soluções careceram de aplicação por falta de tempo de permanência na empresa, daí que o estudo dos seus impactos seja difícil de ser quantificado.

As soluções que foram implementadas na estabilização do processo produtivo, tanto a nível dos recursos humanos, com o incentivo das pessoas a intervir e a participar na mudança, dos processos, com recurso à ferramenta 5S e desenvolvimento dos SOP e dos equipamentos com a diminuição da variabilidade dos mesmos principalmente da máquina do ar, depositadora e enroladores, permitiu criar bases sustentadas com vista à melhoria contínua dentro da empresa.

É de especial interesse para um programa de melhoria contínua apresentar resultados positivos e sustentáveis uma mudança cultural por parte da organização desde o chão de fábrica aos altos cargos administrativos, sem esta mobilização apenas uma parte da organização é envolvida no processo de melhoria levando a resultados pouco significativos. Torna-se então necessário, e condição essencial, a mobilização de toda a estrutura da organização.

É também destacada a importância de uma manutenção preventiva em contraste com a praticada atualmente. Dado o funcionamento intenso e quase sem paragens a que muitos dos equipamentos da fábrica estavam sujeitos, sugere-se a utilização de uma manutenção preventiva que evite avarias e devolva aos equipamentos o desempenho de outrora.

Relativamente à ferramenta SGD sugere-se a introdução de um indicador que contabilizasse a produtividade da linha uma vez que esta era desprezada. Esta ideia é ainda mais relevante depois do desenvolvimento do método *kanban* na linha, uma vez que esta iria proporcionar uma redução do número de colaboradores nos diversos postos da linha produtiva resultado do novo sistema de abastecimento à linha.

6.1. Trabalho futuro

Como trabalho futuro sugere-se fazer o *follow up* de todas as ações de melhoria desenvolvidas e aplicadas na linha produtiva, a implementação de certas soluções de melhoria sugeridas nesta dissertação e o desenvolvimento de soluções que tenham o objetivo de resolver problemas que, embora identificados, não tenham sido alvo de estudo neste trabalho.

É bastante importante a continuação das ações de estabilização aplicadas e desenvolvidas no capítulo 4.1 e um acompanhamento por parte das chefias no desenvolvimento das soluções no chão de fábrica através dos *gemba walks*.

Sugere-se ainda para a unidade industrial um e dois que as metodologias e ferramentas estudadas, e em especial o sistema *Kanban*, sejam desenvolvidas e propostas para as duas unidades industriais de forma a poder aumentar a flexibilidade e reduzir muito desperdício que ocorria um pouco por toda a fábrica devido aos excessos de inventário. É ainda sugerido a divulgação dos números de OEE no chão de fábrica, para que o Visual Management sirva como forma de motivação, autocontrolo e alertar a gestão.

Por fim e dado o funcionamento que é exigido aos equipamentos da unidade industrial sugere-se a alteração do tipo de manutenção praticada nesta unidade fabril nomeadamente na utilização de uma manutenção preventiva contrariamente à corretiva.

7. Referências

- [1] Alain Courtois, Maurice Pillet e Chantal Martins-Bonnefous, Gestão da Produção, 2003;
- [2] Euclides A. Coimbra, Kaizen – Uma estratégia de melhoria, crescimento e rentabilidade, 2016;
- [3] Art of Lean, Toyota Production System Basic Handbook, Toyota Production System Basic Handbook, 2013;
- [4] Jeffrey K Liker, Tata McGraw-Hill, “The Toyota Way”, 2004;
- [5] Morgan, J., & Liker, J. The Toyota Production Development System, Productivity Press, 22(4), 51–52, 2006;
- [6] Kiyoshi Suzaki, Metodologias Kaizen para a melhoria contínua, 2010;
- [7] João Paulo Pinto, Gestão de Operações, 2006;
- [8] João Paulo Pinto, Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras, 2009;
- [9] T Earley, Waste of inventory, 2015. Disponível em <http://leanmanufacturingtools.org/106/waste-of-inventory-causes-symptoms-examples-solutions/>, (Data da consulta: 01/04/2017);
- [10] Michael A Cusumano e Kentaro Nobeoka, “Thinking Beyond Lean”, 1998;
- [11] James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos, “The Machine That Changed the World”, 1991;
- [12] Bhasin, Sanjay e Peter Burcher, "Lean viewed as a philosophy" In Journal of Manufacturing Technology Management, 2006;
- [13] Mike Rother e John Shook, “Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA”, 1998;
- [14] Filomena Moreira, Os princípios do lean thinking, 2010. [Online] Disponível em: <https://www.portal-gestao.com/artigos/6002-os-princ%C3%ADpios-do-lean-thinking.html> (Data da consulta: 02/04/2017);
- [15] T. Ohno, Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Cambridge, MA: Productivity Press, 1988;
- [16] Ron Pereira, Skill Builder – The Seven Wastes, 2009. Disponível em: http://blog.gembaacademy.com/wpcontent/uploads/2009/09/7_wastes_isixsigma_magazine_0909.pdf (Data da consulta: 03/04/2017);
- [17] J. Womack, “MURA, MURI, MUDA? “, 2006;

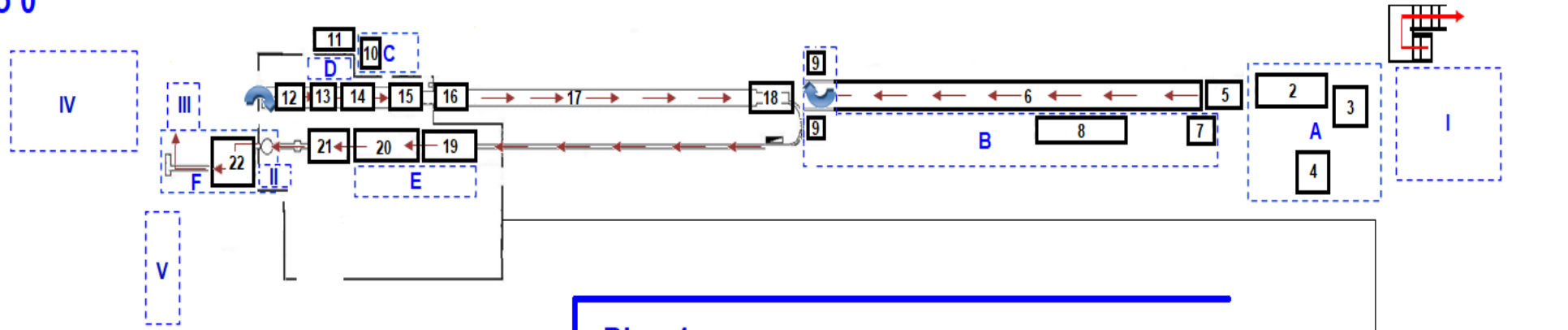
- [18] Rabakavi, H., Ramakrishna, H., & Baligar, S, “Thorough Elimination Of Muri, Mura And Muda To Achieve Customer Satisfaction”, *International Journal of Innovative Research and Development*, 2013
- [19] Maciej Pieńkowski, *Waste Measurement Techniques for Lean Companies*, 2014;
- [20] Gustavo Periard, *O Ciclo PDCA e a melhoria contínua*, 2010;
- [21] Chet Marchwinski, John Shook, *Lean Lexicon 5th Edition*, Lean Enterprise Institute, Inc, 2014.
- [22] S.D Bellamy, *PDCA – Problem solving guide*, 2000;
- [23] Johnson, C. N, The benefits fo PDCA, *Quality Progress*, 35(5), 120, 2002,
- [24] Uthiyakumar Murugaiah, Samuel Benjamin, Kamaladevi Marathamuthu, “Scrap loss reduction using the 5-whys analysis”, 2009;
- [25] Kiyoshi Suzaki, *Gestão do Chão de Fábrica – Sustentando a melhoria contínua todos os dias*, 2013, Leanop,
- [26] Oakland, J. S., *Statistical Process Control*, Butterworth-Heinemann, Sixth Edition, 2008;
- [27] De Ron, A. J., & Rooda, J. E, OEE and equipment effectiveness: an evaluation. *International Journal of Production Research*, 2006;
- [28] Empresa: Vorne, Overall Equipment Effectiveness, 2016, [Online] Disponível em: <http://www.perfectproduction.com/oeo.htm> (data da consulta: 25/04/2017);
- [29] Michalska, J., & Szewieczek, D. The 5S methodology as a tool for improving the organization. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24(2), 211–214, 2007;
- [30] Grover, J.5S Workplaces: When Safety and Lean Meet, (2012), *EHS Today*, 32(5), 47–48.
- [31] José Pinto, *Modelo de Implementação do pensamento JIT, uma abordagem prática aos conceitos*, 2009;
- [32] Purdum, T. Kanban Can Make A Difference. *Industry Week*, 256(6), 23, 2007;
- [33] J. Bernstein, “GM exec discusses commitment to Kanban: system has a tremendous potencial”, p. 48, 1984;
- [34] Alexandre Miguel Rocha Novo, *Estudo de Métodos e Tempos GESTAMP Portugal*, 2008, Relatório do Projeto Final. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. [Online] Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58474/2/Texto%20integral.pdf>;
- [35] Hines, P., Holweg, M., & Rich, N, Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 2004;

- [36] R. C. Hansen, "Overall Equipment Effectiveness – A Powerful Production / Maintenance Tool for Increased Profits", Industrial Press, 2001;
- [37] Shook, J. How to Go to the Gemba: Go See, Ask Why, Show Respect. 2010;
- [38] Kumar, C. S., & Panneerselvam, R, Literature review of JIT-KANBAN system. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 32(3–4), 393–408. (2007).

Anexos

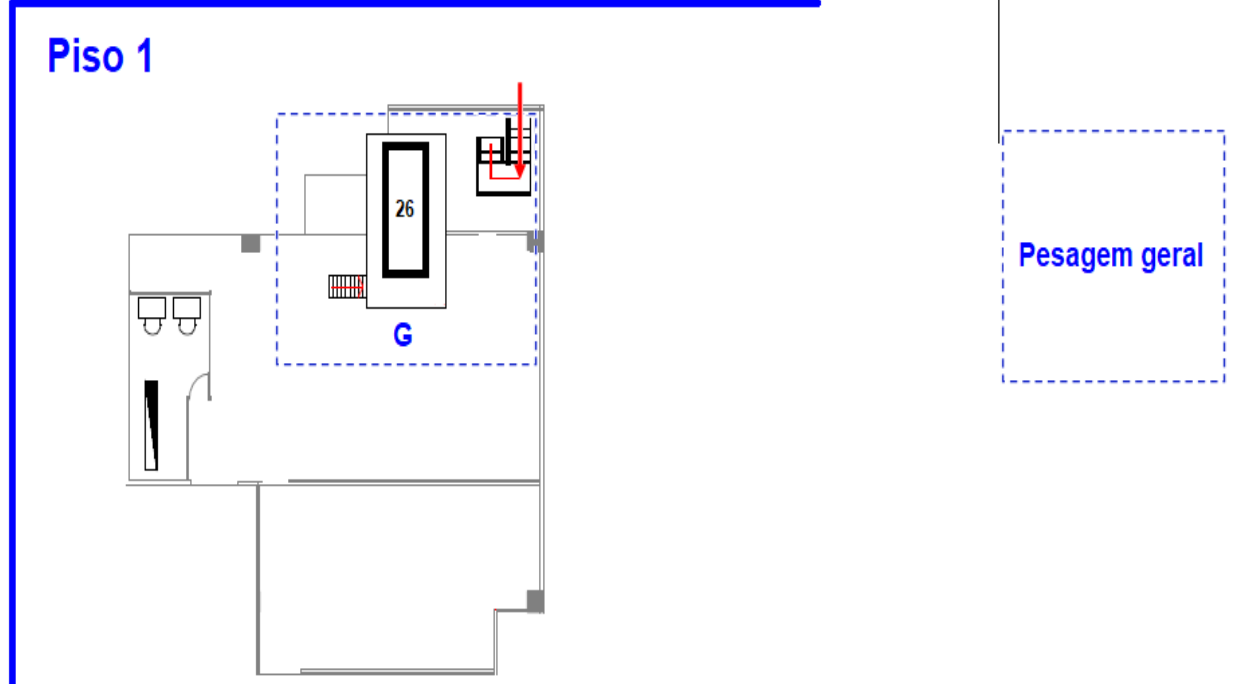
Anexo A

Piso 0





Legenda:

- Máquinas/equipamentos
- Áreas
- Fluxo material
- Material é elevado 1 piso
- Material é descido 1 piso







Anexo B – Standard Operating Procedures

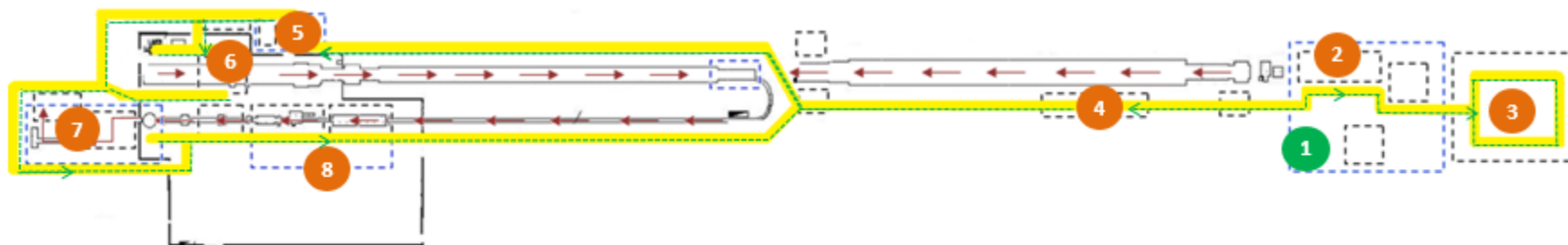
SOP para amassagem, zona das massas:

Preparação Cremes			ELEMENTO		LINHA	MODELO (S)	APROVADO		DOCUMENTO
PROCESSO	Recheios e Coberturas		 Segurança		4				
					Inspecção <input type="checkbox"/>	Inventário processo <input type="checkbox"/>	Processo Crítico <input type="checkbox"/>	Arranque <input type="checkbox"/>	AUTOR:
			Nr	Operação Principal	Material	De-Para	Ponto chave		Razão
			<input type="checkbox"/> 1	Recolha o registo da receita que pretende preparar	Dossie dos registos;		Valide na Ordem de fabrico o código da receita a utilizar		Respeitar específico cliente
			<input type="checkbox"/> 2	Verifique o programa da bateadeira			Valide a bateadeira com a IF-L04,RC.06		
			3	Escolha o comando (receita 1 a 4) do computador do silo com a receita da quantidade de açúcar que pretende produzir	Registo da receita		A validação é feita através da quantidade do ingrediente com o registo		
			4	Clique no botão "selecionar" na receita pretendida			Os ingredientes serão pesados automaticamente		
			5	Coloque na bateadeira a margarina cremes			Garanta que o saco fica completo		Segurança produto
			6	Introduza os baldes dos pós - Dextrose e Leite (se aplicável)					
			7	Introduza o balde da glicerina e do colco					
			8	Introduza a glucose					
			9	Coloque na bateadeira a mangueira de descarga do açúcar					
			10	Clique no botão "Descarga 2" do computador do silo para descarga do açúcar			O botão fica disponível quando estiver pesado		
			11	Abra os sacos dos microingredientes					
			12	Coloque os microingredientes					
			13	Tire a manga de descarga do açúcar			Logo que acabe a descarga		
			14	Suba a panela- Seleccione primeiro o botão verde e depois os dois botões pretos em simultâneo					
			15	Retire amostra da densidade Registe, bem como a hora final do batimento					
	OPERADOR	CHEFE LINHA	SUPERVISOR			Name	Signature		Date
1º TURNO									
2º TURNO									
3º TURNO									

Anexo B (Continuação)
SOP para preparação do creme, zona dos cremes

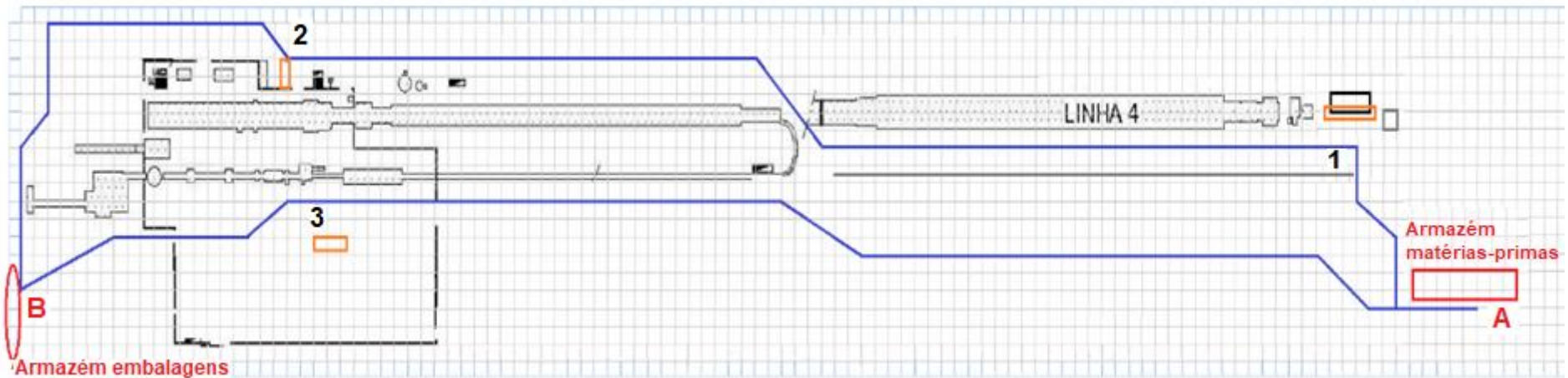
Amassagem				ELEMENTO		LINHA	MODELO (S)	APROVADO	DOCUMENTO	
PROCESSO		Amassagem		<input type="checkbox"/> Segurança	<input type="checkbox"/> Inspeção	4	<input type="checkbox"/> Inventario processo	<input type="checkbox"/> Processo Critico	<input type="checkbox"/> Arranque	AUTOR:
				Nr	Operação Principal	Material	De-Para	Ponto chave	Razão	
				1	Recolha o registo da receita que pretende preparar	Dossie dos registos		Valide na Ordem de Fabrico o código da receita a utilizar	Respeitar específico do cliente	
				2	Ajuste os relógios com o tempo indicado na ajuda visual e verifique se o botão do batimento encontra-se a selecionar o "aut"	Ajuda visual IF.L04.PA.01		Um relógio para o batimento lento e outro para o batimento rápido. Selecionar o comando "aut" para a passagem entre eles ser automática	Batimentos distintos para cada tipo de massa	
				3	Escolha o comando (receita 1 a 4) do computador do silo com a receita que pretende produzir	Registo da receita		Conferir no ecrã a receita através do nome e das quantidades dos ingredientes		
				4	Clique no botão "selecionar" na receita pretendida			Os ingredientes serão pesados automaticamente		
				5	Introduza os ingredientes manuais previamente pesados na bateadeira Feche a bateadeira	Baldes com MP pesada				
				6	Clique no botão "Descarga 2" para descarga dos ingredientes automáticos			O botão fica disponível quando os ingredientes automáticos estão pesados		
				7	Em simultaneo à descarga dos ingredientes ligue o "batimento"			No botão verde indicado na bateadeira		
				8	No final do batimento ligue a "Passagem" da massa			Até despejar bateadeira totalmente		
				9	Tire amostra para densidade Registe, bem como a hora final do batimer	Copo medidor, Espátula, Balança		Durante a passagem da massa	Qualidade produto	
				10	Desligue a passagem			Ação corretiva: para baixar densidade aumente tempo batimento rápido (1 minuto) e vice versa		
				11	Repita do ponto 3 ao ponto 10, 4 vezes antes do arranque					
1º TURNO	OPERADOR	CHEFE LINHA	SUPERVISOR				Name	Signature	Date	
2º TURNO										
3º TURNO										

Anexo C – Gemba Walk



<u>Etapa</u>	<u>Local</u>	<u>Tempo Início</u>
1	Ponto Partida - Zona de Massas	10:00
2	Zona Pequenos Ingredientes	10:05
3	Zona de Armazenamento Matérias	10:10
4	Zona da granela	10:15
5	Zona dos Cremes / Recheios	10:20
6	Zona dos enroladores	10:25
7	Zona de Empacotamento	10:35
8	Zona de Embalagem	10:40

Anexo D – Rota Kanban



Na imagem é possível ver os 3 supermercados identificados a laranja na zona das massas, cremes e embalagens assinalados com os números 1, 2 e 3 respetivamente.

Os armazéns estão identificados a vermelho para as matérias-primas e embalagens assinalados com as letras A e B

A rota da linha está traçada a azul, cada quadrado na esquadria representa 1m².

Anexo E – Matérias-primas para massas

Matéria-prima	Quantidade fornecedor		Densidade	Embalagem Fornecedor
Farinha de Trigo T651	-			-
Açúcar granulado Gr	-			-
Ovo líquido pasteurizado	-			-
Água	-			-
Xarope de Sorbitol	-			-
Amido milho - vitena	-			-
Fermento químico em pó	15	kg		Saco
Sal refinado seco	25	kg		Saco
Xarope de glucose-frutose 9-80				
Glicereina vegetal	1000	L	1,262	Cubo
Mono, di e poliglicéridos (colco)	30	kg		Balde
Ácido Sórbico	25	kg		Saco
Ácido Cítrico Anidro	25	kg		Saco
Aroma Baunilha pó	25	kg		Saco
GL26	-			-
Cacau Alcalino "Toledo" Castanho	25			Saco

Anexo E (continuação)

Matérias-primas para cremes

Matéria-prima	Quantidade fornecedor		Densidade	Embalagem Fornecedor
Açúcar granulado moído	-			-
Margarina Vegetal Cremes	20	kg		
Xarope de Glucose - Frutose 9-80	1000	L	1,3895	Saca
Dextrose Monohidratada	25	kg		Saca
Cacau Alcalino "Toledo" Castanho	25	kg		Saca
Leite Magro em pó	25			Cubo
Glicerina Vegetal	1000	L	1,262	Balde
Mono, di e poliglicéridos (colco)	30	kg		Balde
Aroma de Baunilha em pó	25	kg		Saca
Ácido Sórbico	25	kg		Depósito
Creme de cacau com avelã	-			-

Anexo F – Exemplo de análise

Para cada uma delas (massas e cremes) foi estudada a quantidade, em quilogramas, que era necessário abastecer a linha num período de 1h, sendo este o tempo de uma rota completa, tendo em conta as seguintes formulas e formulações:

Formulações:

- Para o caso das massas é indicado um fator de perda por humidade no forno de 0,85, isto é, 15 por cento da massa era perdida ao longo do forno. Valor estabelecido pela empresa.
- Peso da massa à saída do forno, depende da receita em produção;
- Cadência da linha de 60 tortas por min ou 1 torta por segundo para qualquer receita;

Fórmulas:

- Equação 1:

$$\begin{aligned} \text{Número de tortas por receita de massa} &= \frac{\text{Total em gramas de peso das matérias – primas}}{\frac{\text{Peso da massa à saída do forno}}{\text{Fator de perda por humidade}}} \\ &= \text{tortas/receita de massa} \end{aligned}$$

- Equação 2:

$$\text{Duração de uma massa} = \frac{\text{Número de tortas por receita de massa}}{\text{Cadência da linha}} = \text{min/receita de massa}$$

- Equação 3:

$$\begin{aligned} 1 \text{ hora quantos quilogramas de matéria – prima} &= \frac{60}{\text{Duração de uma massa}} * \frac{\text{Peso matéria – prima}}{1000} \\ &= \text{kg/h} \end{aligned}$$

Como exemplo e para o caso da massa de cacau tendo em vista uma análise à matéria-prima de glicerina vegetal:

$$\text{Número de tortas por receita de massa} = \frac{221434}{\frac{190}{0,85}} = 990$$

$$\text{Duração de uma massa} = \frac{190}{60} = 16,51 \text{ min / receita de massa}$$

$$1 \text{ hora quantos quilogramas de fermento quimico em pó} = \frac{60}{16.51} * \frac{2710}{1000} = 9.85 \text{ kg/h}$$

Tendo em conta a escolha do Balde M:

$$\text{Duração prevista em horas para a embalagem escolhida} = \frac{\text{Volume do balde}}{\text{quilogramas de matéria-prima por hora}} = \frac{12}{9.85} =$$

1.22h

Anexo F (continuação)

Matéria-prima	Receita	1 hora quantos quilogramas de matéria-prima	Embalagem escolhida	Duração prevista em horas para a embalagem escolhida	Número de baldes por Rota
Farinha de Trigo T651	59500				
Açúcar granulado Gr	50000				
Ovo líquido pasteurizado	32000				
Água	26700				
Xarope de Sorbitol	5300				
Amido milho - vitena	2700				
Fermento químico em pó	947	3,44	Balde M	3,40	0,3
Sal refinado seco	813	2,96	Balde M	3,96	0,3
Xarope de glucose-frutose 9-80	29300	106,48	Balde L	0,46	2,6
Glicerina vegetal	2710	9,85	Balde M	1,22	0,8
Mono, di e poliglicéridos (colco)	2440	0,97	Fornecedor	3,38	0,3
Ácido Sórbico	267	0,36	Balde S	3,10	0,4
Ácido Cítrico Anidro	100	0,24	Balde S	8,26	0,1
Aroma Baunilha pó	67	9,45	Balde S	12,32	0,1
GL26					
Cacau Alcalino "Toledo" Castanho	3390	12,32	Fornecedor	2,03	0,6

Anexo G – Orçamento Supermercados da zona das massas e cremes

ANEXO SUPERMERCADOS e comboio logístico
Emos Srs.

Estou a colaborar num projeto com a fábrica XXX na XXXX. Poderiam por favor indicar-me o preço e o prazo de entrega de dois "supermercados" com as seguintes características:

- altura 1500mm, largura 1200mm, comprimento 1000mm;
- 3 prateleiras para carga e 1 para descarga (superior)
- 4 materiais por prateleira; cada material num par de calhas de rolos e com calha separadora entre eles
- conjunto de calhas com desnível para deslize gravitacional;
- peso máximo estimado por material de 100 kg
- apoio em pés

Poderiam também indicar-me o preço com as alterações necessárias para ser atracado a um comboio logístico (rodas e braço para tração) para o transporte de 13 sacas com peso média de 20kg cada e 14 baldes com peso médio de 20kg.

Desde já o meu obrigado,
Tiago Gonçalves

Solução para supermercados:

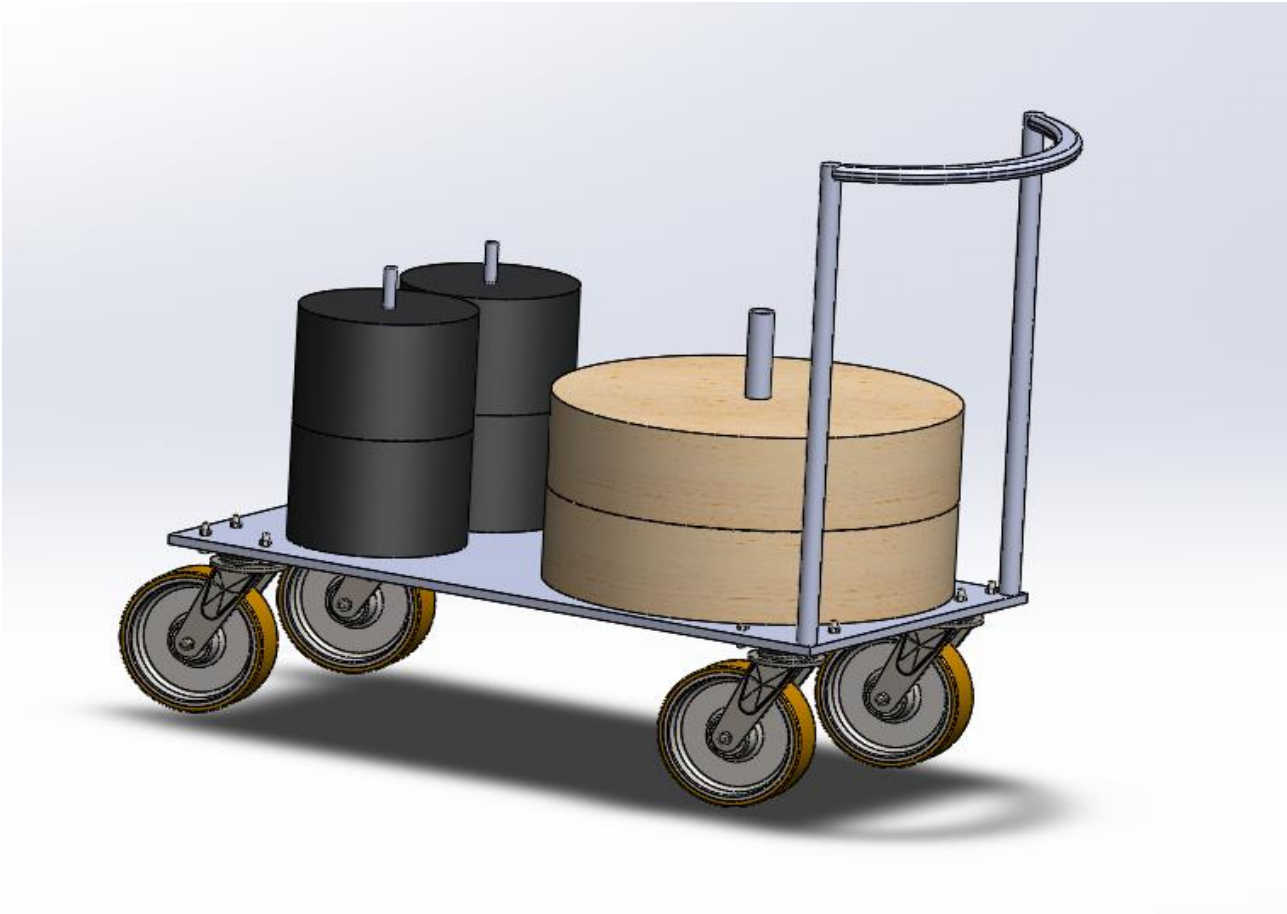
Straight Rolls



Transport included*	<input type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> No
Assembling included	<input type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> No
VAT included	<input type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> No
Delivered in Kit	<input type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> No
Delivered assembled	<input type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> No
Delivered in raw material	<input type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> No*

Price: 1.170,86 €

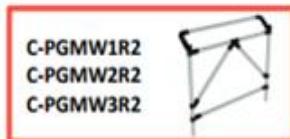
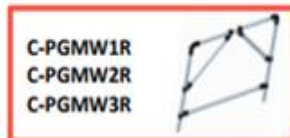
Anexo H - Arrumação embalagem



ANEXO I – Orçamento para comboio logístico

Resposta na sequencia do email enviado à 4Lean (anexo G)

Maxi Wagon



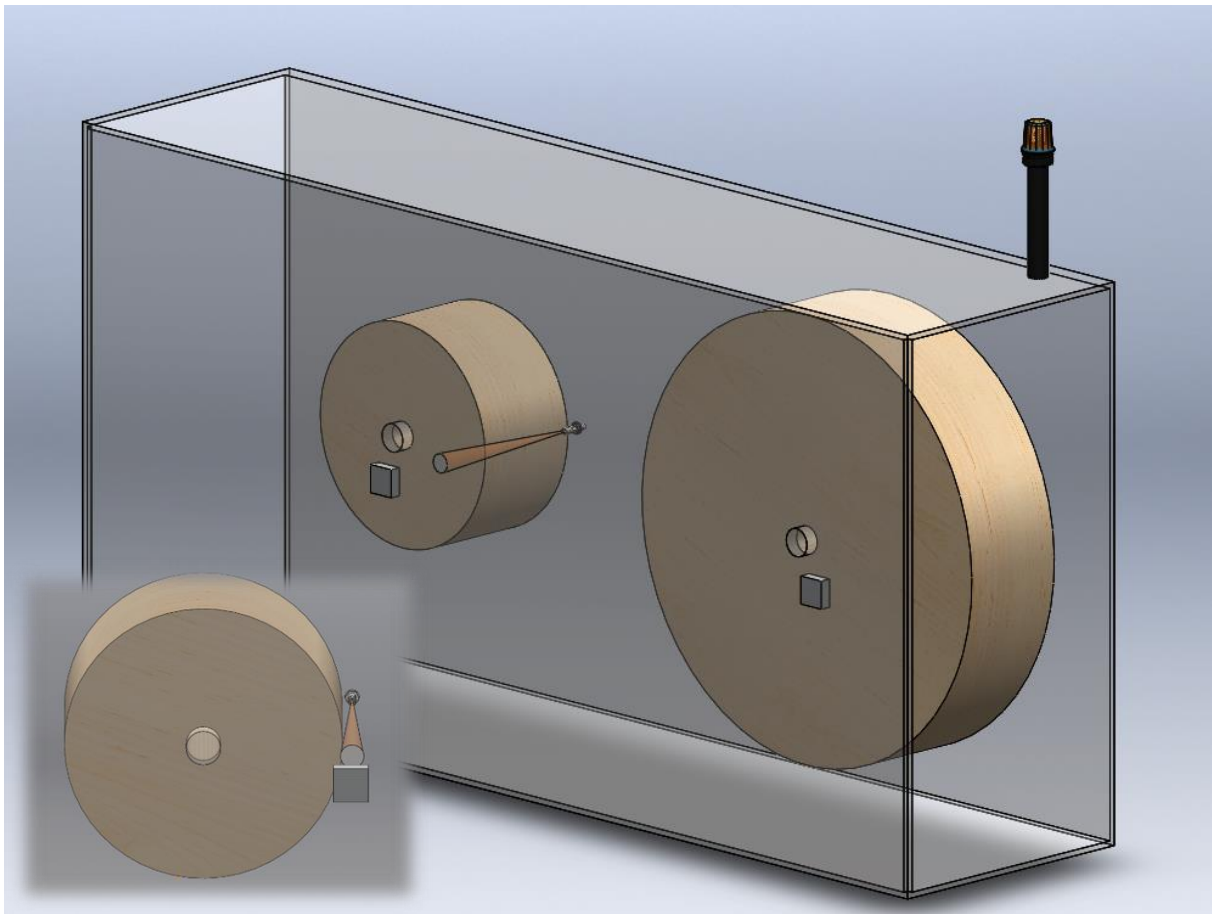
L-MW1

Price: 1.670,37€ (without electric train)

Base Wagon Diamond			
Reference Referência/ Articolo Referencia/ Référence	Description Descrição/Descrizione Descripción/Description	Dimensions Dimensões / Dimensioni / Dimensiones / Dimensions (mm)	Accessories Acessórios / Accessori / Accesorios / Accessoires
L-MW1	Lowered Wagon Wagon rebaixado / Wagon ribassato/ Wagon rebajado / Wagon abaissé	1200x800	BR-MW1 or BR-MW1R C-PGMW1R or C-PGMW1R2

Anexo J – Identificador de papel

Exemplo ilustrativo da aplicação da solução



Orçamento para compra da luz de emergência:

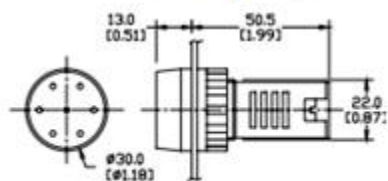
Audible annunciator



- 80dB @ 10cm
- 25mA @ 24V
- Intermittent sound when energized
- IP20 before installation
- IP65 after installation

Part Number	Color	Price	Description
ECX2070-24	Black	\$6.50	22mm, 25mA audible (80dB at 10cm) buzzer annunciator. 24VAC/DC
ECX2070-127	Black	\$6.50	22mm, 25mA audible (80dB at 10cm) buzzer annunciator. 120VAC/DC
ECX2071-24R	Red	\$8.50	22mm, 25mA audible (80dB at 10cm) buzzer annunciator with non-replaceable LED indicator. 24VAC/DC
ECX2071-127R	Red	\$8.50	22mm, 25mA audible (80dB at 10cm) buzzer annunciator with non-replaceable LED indicator. 120VAC/DC

Dimensions: mm [inches]



Fornecedor online: <https://www.automationdirect.com>

Anexo J (continuação)

Orçamento para a compra do sensor fotoelétrico:

Fotoelectric sensor – FMRR-ON-OF

Characteristics:

- 27 harsh duty, washdown models available
- Rectangular photoelectric sensor (photo eye)
- 316L stainless steel housing
- Diffuse, diffuse with background suppression, polarized retroreflective and through-beam models
- 3-wire NPN or PNP
- Through-beam models consist of emitter and receiver pair
- 2m output cable, M8, or M12 quick-disconnect.
- Reflectors and mounting brackets available
- IP69K for food and beverage applications



Part Number	Price	Sensing Range	Emission Type	Logic	Connection	Characteristic Curves
FMRE-00-0A	\$33.00			–	2-meter cable	–
FMRE-00-0E	\$37.00	Up to 10 m (32.81 ft)	Visible Red 633 nm	–	0.3 m cable with M12 QD connector	–
FMRE-00-0F	\$33.00			–	4-pin M8 quick- disconnect	–
FMRR-0P-0A	\$40.00	Up to 10 m (32.81 ft)	–	PNP	2-meter cable	1
FMRR-0P-0E	\$42.00			PNP	0.3 m cable with M12 QD connector	
FMRR-0P-0F	\$40.00			PNP	4-pin M8 quick- disconnect	
FMRR-0N-0A	\$40.00			NPN	2-meter cable	
FMRR-0N-0E	\$42.00			NPN	0.3 m cable with M12 QD connector	
FMRR-0N-0F	\$40.00			NPN	4-pin M8 quick- disconnect	

Fornecedor online: <https://www.automationdirect.com>

ANEXO K – Check list de arranque da linha

ZONA	EQUIPAMENTO / ÁREA	CONFORME	NÃO CONFORME	OBSERVAÇÕES
Armazem de matérias primas	Matérias-primas acondicionadas, fechadas, identificadas e dentro da validade.			
Amassagem e Formação	Matérias primas necessárias disponíveis para a produção planeada.			
	Silos de matéria-prima conformes para arranque.			
	Receita e respectivos documentos de registo disponíveis.			
	Os utensílios e equipamentos de pesagem encontram-se higienizados e conformes para utilização			
	A bateadeira encontra-se higienizada sem acumulação de poeiras e vestígios da última utilização.			
	O depósito intermédio, misturadora e depositadora da massa encontram-se higienizados e conformes para utilização.			
	Os recipientes do óleo desmoldante e a máquina de aplicação encontram-se higienizados e conforme para arranque.			
	O depósito da granela, moinho, peneiro, baldes e utensílios encontram-se higienizados e conformes para arranque.			
	Nível do óleo da depositadora conformes para arranque			

	Nível do ar da depositadora conforme para arranque.			
	Posição da depositadora conforme para arranque.			
	Botão regulador da depositadora no setting correcto para o produto			
Forno	O forno encontra-se a funcionar correctamente atingido as temperaturas desejadas.			
	Os tapetes de saída do forno como os cestos da granela encontram-se higienizados e conforme para arranque			
	Posição das lâminas à saída do forno conformes para arranque			
Cremes	Matérias-primas necessárias disponíveis para produção planeada			
	Verificar nível dos silos dos cremes			
	Receita e respectivos documentos de registo disponíveis			
	Os utensílios e equipamentos de pesagem encontram-se higienizados e conformes para utilização			
	Verificar nível do Xarope -Purga do Xarope			
	Verificar nível doce/creme - Purga do doce/creme			
	Verificar se Ar está ligado e conforme para utilização			
	Deposição da decoração conforme para arranque			
Enroladores	A bateadeira encontra-se higienizada sem acumulação de poeiras e vestígios da ultima utilização.			
	Os utensílios e equipamentos de pesagem encontram-se higienizados e conformes para utilização			

	O depósito de creme, toda a tubagem incluindo a misturadora e bicos encontram-se higienizados e conforme para arranque			
	A tubagem, bomba e bicos do doce encontram-se higienizados e conformes para arranque			
	A bateadeira, o depósito e os bicos encontram-se higienizados e conformes para arranque			
	Os enroladores e a mesa de trabalho, incluindo telas, encontram-se higienizados e conformes para arranque			
	Os documentos de registo encontram-se disponíveis			
	Os utensílios e equipamento de pesagem encontram-se higienizados e conformes para utilização			
Cobertura e Decoração	A máquina de aplicação de cobertura e decoração encontra-se à temperatura definida para arranque			
	Os depósitos possuem as matérias-primas necessárias para arranque			
	Deposição da cobertura/decoração conformes para utilização - Purga da cobertura/decoração			
	Os documentos de registo encontram-se disponíveis			
	Os utensílios e equipamento de pesagem encontram-se higienizados e conformes para utilização			
Túnel de refrigeração	O túnel encontra-se às temperaturas e tempo definido.			

	O túnel encontra-se higienizado e conforme para arranque			
	Os sensores encontram-se higienizados e conforme para arranque			
Embalagem	Máquina de embalar funciona correctamente			
	Marcadores de embalagem de película ou caixas funcionam correctamente			
	Marcadores têm o programa correspondente à ordem de produção			
	Material de embalagem necessário disponível para a produção planeada			
	Pesadoras e detectores de metais funcionam correctamente			
	As Barras padrão a aplicar no controlo de detecção de metal encontram-se disponíveis e correspondem ao produto a realizar.			
	Caso seja necessária a aplicação de etiqueta no produto, estas encontram-se disponíveis			