



PEDRO COELHO MELO

Licenciado em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS *LEAN* NUMA UNIDADE INDUSTRIAL DO SETOR DA INDÚSTRIA PANIFICADORA: ESTUDO DE CASO

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa
Setembro, 2022

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS *LEAN* NUMA UNIDADE INDUSTRIAL DO SETOR DA INDÚSTRIA PANIFICADORA: ESTUDO DE CASO

PEDRO COELHO MELO

Licenciado em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Doutor Radu Godina,
Professor Auxiliar Convidado, NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA

Júri:

Presidente: Doutora Ana Paula Ferreira Barroso,
Professora Auxiliar, NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA

Arguente: Engenheiro Miguel da Silva Oliveira,
Assistente Convidado, Universidade de Aveiro

Orientador: Doutor Radu Godina,
Professor Auxiliar Convidado, NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA

Aplicação De Metodologias Lean Numa Unidade Industrial Do Setor Da Indústria Panificadora: Estudo De Caso

Copyright © Pedro Coelho Melo, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha família, em especial à minha mãe, por tudo o que me proporcionou e por ser a minha maior inspiração. Sem esquecer, claro, os meus restantes pilares, irmã, avós, tio e madrinha, que sempre acreditaram em mim.

À empresa Realbolo que me acolheu muito bem, em especial ao Sr. Mário Gonçalves, à Sr.^a Olga Bernardo e à Sr.^a Raquel Real, sem esquecer todos os restantes colaboradores com quem me cruzei e com quem tive a oportunidade de falar e tirar dúvidas.

Ao Sr. Professor Radu Godina, meu orientador da Dissertação, que sempre se mostrou disponível a auxiliar ao longo deste período.

Aos meus amigos mais próximos que sempre estiveram disponíveis para mim, em especial àqueles que conheci nesta Faculdade e que se tornaram "amigos para a vida", o Diogo, a Mariana, o Miguel e o Rodrigo. Sem esquecer os restantes com quem passei tantos momentos memoráveis.

E por fim, mas não menos importante, à minha namorada que foi durante este período um enorme suporte.

Obrigado a todos os que me acompanharam até aqui!

RESUMO

Recentemente, a filosofia *Lean* tem sido cada vez mais utilizada na maioria dos setores industriais, pois, sendo, uma filosofia que procura identificar e reduzir os desperdícios, assentando numa ideologia de melhoria contínua, permite melhorar o posicionamento competitivo das empresas que a implementam. No entanto, na indústria panificadora a aplicação desta filosofia é ainda muito escassa, devido à maior dificuldade de implementação deste tipo de metodologias neste setor, em comparação com outros. Com os acontecimentos mais recentes, as empresas sentem cada vez maior necessidade de reduzir custos e desperdícios, sendo, conseqüentemente, mais comum e crucial a implementação de filosofias e métodos diferentes, que sejam mais rentáveis e que permitam uma maior produtividade.

Nesse sentido, realizou-se um estudo numa fábrica da indústria panificadora, a Realbollo, onde se procurou reduzir desperdícios e melhorar a eficiência dos seus processos através da implementação de metodologias *Lean*. Assim sendo, iniciou-se o estudo com o mapeamento de todo o processo de produção recorrendo à ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM). Posteriormente, com recurso a *Gemba Walks* foram identificados diversos problemas existentes na fábrica para os quais se identificaram as causas-raiz recorrendo à ferramenta Diagrama 5W e, conseqüentemente, desenvolvidas sugestões de melhoria para os mesmos.

Para além disso, foram também implementadas as ferramentas 5S, *Standard Work* e Diagrama de Esparguete, possibilitando maior organização e padronização dos processos e diminuição de desperdícios. E, por fim, foram desenvolvidos VSM's de estado futuro de ambas as linhas, onde se sugere a implementação futura de um sistema que incorpore *pull*, com o intuito de diminuir o *lead time* do processo.

Palavras-chave: *Lean*, Indústria Panificadora, VSM, 5S, *Standard Work*, Diagrama de Esparguete

ABSTRACT

Recently, the Lean philosophy has been more often used in most industrial sectors, since being a philosophy that seeks to identify and reduce waste, based on a continuous improvement ideology, it allows to improve the competitive positioning of companies that implement it. However, in the bakery industry, the application of this philosophy is still very scarce due to the greater difficulty in implementing this type of methodologies in this sector, compared to others.

With the most recent events, companies increasingly feel the need to reduce costs and waste and, consequently, it is more common and crucial to implement different philosophies and methods, which are more profitable, and allow a higher productivity.

In this sense, a study was conducted in a factory in the bakery industry, Realbolo, which sought to reduce waste and improve the efficiency of its processes through the implementation of Lean methodologies. Therefore, the study began with the mapping of the entire production process using the Value Stream Mapping (VSM) tool. Subsequently, using Gemba Walks, several problems existing in the factory were identified for which the root causes were identified using the "5 Whys" Diagram tool and, consequently, suggestions for improvement were developed.

In addition, the 5S, Standard Work and Spaghetti Diagram tools were also implemented, enabling greater organization and standardization of processes and reduction of waste. Finally, the future state VSM for both lines was developed, where is suggested a future implementation of a system that incorporates pull, to reduce the process lead time.

Keywords: Lean, Bakery Industry, VSM, 5S, Standard Work, Spaghetti Diagram

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO.....	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABELAS	XV
LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS.....	XVII
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia aplicada no estudo.....	2
1.4 Estrutura da dissertação	3
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 <i>Toyota Production System</i>	5
2.1.1 Casa TPS	6
2.2 Filosofia <i>Lean</i>	9
2.2.1 Fontes de ineficiência de um processo.....	10
2.3 Ferramentas e metodologias <i>Lean</i>	12
2.3.1 <i>Value Stream Mapping</i>	12

2.3.2	5S (<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>).....	14
2.3.3	Poka Yoke	15
2.3.4	<i>Kanban</i>	16
2.3.5	Diagrama 5W.....	16
2.3.6	SMED	17
2.3.7	<i>Kaizen</i>	18
2.3.8	<i>Gemba Walks</i>	18
2.3.9	OEE	19
2.3.10	Diagrama de Esparguete.....	20
2.3.11	<i>Standard Work</i>	20
2.4	Ferramentas complementares ao Lean.....	21
2.4.1	Ciclo PDCA.....	21
2.5	Lean na Indústria Alimentar	21
2.5.1	Lean na Indústria Panificadora.....	23
3	ESTUDO DE CASO.....	25
3.1	Caracterização da Empresa	25
3.1.1	História da Empresa	25
3.1.2	Produtos	26
3.1.3	Sistema de produção.....	27
3.2	Mapeamento do processo de produção.....	31
3.2.1	<i>Value Stream Mapping</i> da linha de Fofos	31
3.2.2	<i>Value Stream Mapping</i> da linha de Tabuleiros - Mini-Brioche/Bolas.....	32
3.3	Identificação de falhas no processo.....	36
3.3.1	Ocorrência de intervalos de bolos queimados na linha de fofos.....	36
3.3.2	Inconsistência na banda de massa à saída da extrusora	38
3.3.3	Bolos colados à saída do forno - Linha de Fofos.....	41
3.3.4	Bolos colados à saída do forno - Linha de Tabuleiros.....	43

3.4	Propostas de melhoria	44
3.4.1	Propostas de melhoria para os problemas identificados	44
3.4.2	Propostas de implementação de ferramentas <i>Lean</i>	47
4	IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTAS <i>LEAN</i> E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	53
4.1	Implementação das Ferramentas <i>Lean</i>	53
4.1.1	5S.....	53
4.1.2	<i>Standard Work</i>	56
4.1.3	Diagrama de Esparguete.....	60
4.2	VSM de estado futuro	61
4.3	Discussão de Resultados	64
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	65
5.1	Conclusões.....	65
5.2	Trabalhos Futuros	67
	BIBLIOGRAFIA.....	69
ANEXO A	<i>STANDARD WORK</i>.....	75
A.1	Fichas de Instruções de Trabalho.....	75
A.2	Ficha Técnica do Produto.....	79
ANEXO B	DIAGRAMA DE ESPARGUETE.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Casa TPS.....	6
Figura 2.2 - Diagrama 4P's.....	9
Figura 2.3 - 7 Principais desperdícios " <i>MUDA</i> ".....	11
Figura 2.4 - Esquema VSM.....	12
Figura 2.5 - Etapas da metodologia SMED e impactos nos tempos de troca de ferramenta...18	
Figura 3.1 - Produto "Extrafocos" Realbolo.....	26
Figura 3.2 - Fluxograma da Linha de Fofos.....	28
Figura 3.3 - Fluxograma da Linha de Tabuleiros.....	30
Figura 3.4 - VSM do estado atual da linha de fofos (Produto "Extrafocos").....	34
Figura 3.5 - VSM do estado atual da linha de tabuleiros (Produto "Mini-Brioche/Bolas").....	35
Figura 3.6 - Diagrama 5W para os bolos queimados (Linha de fofos).....	37
Figura 3.7 - Falta de massa nas laterais da banda (Linha de fofos).....	38
Figura 3.8 - Diagrama 5W da falta de massa na banda extrudida.....	39
Figura 3.9 - Produção de excedente excessivo na zona de corte.....	40
Figura 3.10 - Diagrama 5W da produção de excedente excessivo na zona de corte.....	41
Figura 3.11 - Ocorrência de bolos colados à saída do forno.....	42
Figura 3.12 - Diagrama 5W dos bolos colados (Linha de fofos).....	43
Figura 3.13 - Diagrama 5W dos bolos colados (Linha de Tabuleiros).....	44
Figura 3.14 - Instalação da Tremonha de alimentação da Extrusora.....	46
Figura 3.15 - Estado inicial do espaço de arrumação de produtos químicos 1.....	47
Figura 3.16 - Estado inicial do espaço de arrumação de produtos químicos 2.....	48
Figura 3.17 - Estado inicial do espaço de arrumação de ferramentas.....	48
Figura 3.18 - Estado inicial da Amassaria.....	49
Figura 3.19 - Diagrama de Esparguete da situação inicial do operador.....	51

Figura 4.1 - Estado final do espaço de arrumação de produtos químicos 1	54
Figura 4.2 - Estado final do espaço de arrumação de produtos químicos 2	54
Figura 4.3 - Estado final do espaço de arrumação de produtos químicos 3	55
Figura 4.4 - Estado final do espaço de arrumação de produtos químicos 4	55
Figura 4.5 - Exemplo de Ficha técnica do produto para o produto Extrafofos "Bombolo"	57
Figura 4.6 - Exemplo de Ficha de instruções de trabalho para o Embalamento do produto Extrafofos "Bombolo"	59
Figura 4.7 - Diagrama de Esparguete da rota otimizada do operador na situação final	60
Figura 4.8 - VSM do estado futuro da linha de fofos (Produto "Extrafofos")	62
Figura 4.9 - VSM do estado futuro da linha de tabuleiros (Produto "Mini-Brioche/Bolas")	63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Média dos tempos de ciclo por processo da linha automática de fofos	32
Tabela 3.2 - Média dos tempos de ciclo por processo da linha de tabuleiros	33

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

4P - "*Philosophy*", "*Process*", "*People and Partners*" e "*Problem Solving*"

5W - "*5 Why's*" / "5 porquês"

JIT - *Just-In-Time*

OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

PLT - *Process Lead Time*

SMED - *Single Minute Exchange of Dies*

TCT - Tempo de Ciclo Total

TPS - *Toyota Production System*

VSM - *Value Stream Mapping*

WIP - *Work in Process*

INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo serve de contextualização ao tema em estudo na presente dissertação de mestrado, bem como a definição dos objetivos da mesma e a metodologia aplicada no decurso da sua realização. Por fim, será, ainda, apresentada a estrutura da dissertação.

1.1 Contextualização

No início deste século, a filosofia *Lean* tem-se vindo a revelar como uma das principais abordagens na produção. Esta filosofia tem como objetivo permitir que as empresas tenham rápida resposta à procura, reduzindo todo o tipo de desperdícios e aumentando a sua produtividade. Para isso, *Lean* procura produzir ao menor custo, com a maior qualidade e exatamente à velocidade requerida pelos clientes [1], [2].

Cada vez mais, esta filosofia tem vindo a ser utilizada nos diversos tipos de indústria e serviços, sendo que, começa também a ser mais recorrente em pequenas e médias empresas. Contudo, no setor industrial de panificação a aplicação destas metodologias é, ainda, limitada, pois existem certas barreiras para a sua implementação, que estão ligadas ao facto de haver pouca consciencialização para a adoção de uma cultura de melhoria contínua nas empresas deste setor [3].

Com os desenvolvimentos recentes referentes à pandemia do covid-19 e guerra a leste da Europa, a indústria de panificação foi seriamente prejudicada visto que tiveram de ser repensadas e alteradas as cadeias de abastecimento, bem como, mais especificamente, devido à pandemia covid-19 os consumos de produtos frescos de panificação baixaram, tendo se registado um aumento no consumo de produtos embalados. Mais recentemente devido à

situação vivida a leste da Europa, as cadeias de abastecimento deste setor foram fortemente afetadas pela dependência destas indústrias dos cereais e produtos vindos dessa região. Assim, os custos de transportes e de matéria-prima e os prazos de entrega aumentaram, o que tem um efeito imediato nos custos operacionais das empresas do setor [4], [5].

Assim sendo, torna-se extremamente importante que as empresas adotem novas técnicas no seu processo produtivo para que se mantenham competitivas no mercado, reduzindo os seus custos e desperdícios ao máximo, sendo *Lean* uma das principais filosofias a adotar nesse âmbito.

1.2 Objetivos

A presente dissertação tem como objetivo estudar e analisar possibilidades de aplicação de metodologias *Lean* na indústria alimentar, com especial foco na indústria de panificação. Para isso, realizou-se um estudo de caso numa panificadora industrial.

O principal objetivo deste estudo é identificar e aplicar as ferramentas *Lean* que melhor se adequam aos processos desempenhados nesta fábrica. Para isso, este estudo contempla uma série de etapas a cumprir de modo que os objetivos sejam atingidos. Inicialmente são descritos todos os passos dos processos de produção de ambas as linhas, recorrendo-se a fluxogramas. De seguida, procede-se ao mapeamento do processo de produção para cada linha (Fofos e Tabuleiros), que permite facilitar a observação dos processos produtivos e quantificá-los. Posteriormente, recorrendo a *Gemba Walks* são identificados os problemas existentes na fábrica, sendo feita uma análise com recurso ao Diagrama 5W para averiguar acerca das causas-raiz desses problemas. Posto isto, são desenvolvidas sugestões de melhoria para estes problemas e, por fim, implementadas as ferramentas *Lean* adequadas ao estudo de caso.

1.3 Metodologia aplicada no estudo

Depois de definidos os objetivos para o presente estudo, adotou-se uma metodologia, de modo a atingir esses mesmos objetivos.

Inicialmente, começou-se por realizar a revisão da bibliografia relacionada com a aplicação de metodologias *Lean*/melhoria contínua de um modo geral e, posteriormente, mais especificamente no setor da indústria alimentar e no setor da indústria panificadora. Sendo, para esta revisão usada uma base de dados bibliográfica, o Scopus.

Posteriormente, aplicou-se o VSM com o intuito de mapear quantitativamente todo o processo de ambas as linhas em estudo. De seguida, foram identificados diversos problemas no processo produtivo, recorrendo-se para análise desses problemas o Diagrama 5W, de modo a aferir as causas-raiz do problema e desenvolver sugestões de melhoria para esses problemas. Para além disso, foram implementadas mais três ferramentas no decorrer do estudo: o 5S num espaço de arrumação de produtos químicos, o *Standard Work* com a criação de fichas de dados do produto e fichas de instruções de trabalho para postos de trabalho específicos e o Diagrama de Esparguete no estudo das movimentações de um dos operadores da fábrica. E, por fim, foram desenvolvidos VSM's de estado futuro para ambas as linhas em estudo, que sugerem futuras melhorias que a empresa deve implementar.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se subdividida em 5 capítulos.

No primeiro capítulo - Introdução - é feita uma contextualização do tema em estudo, são definidos os objetivos deste estudo, a metodologia aplicada no desenvolvimento do mesmo e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo - Revisão da Literatura - é feita a revisão da literatura acerca da filosofia *Lean* e das suas principais metodologias e ferramentas, tendo, como foco, a aplicação deste tipo de ferramentas na indústria alimentar e mais propriamente na indústria de panificação.

No terceiro capítulo - Estudo de caso - é apresentada e descrita a empresa onde foi realizado o estudo para a elaboração desta dissertação, é apresentado o estado atual da empresa com recurso à ferramenta VSM e, posteriormente, são identificadas oportunidades de melhoria do processo.

No quarto capítulo - Implementação das ferramentas *Lean* e Discussão de Resultados - são demonstradas as implementações das ferramentas *Lean* realizadas e é feita uma breve discussão dos resultados obtidos.

No quinto e último capítulo - Conclusões - são elaboradas as conclusões do estudo e são sugeridos possíveis trabalhos de futuro na área.

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Toyota Production System*

O TPS teve a sua origem no Japão na década de 1940 como resposta às perdas e efeitos da Segunda Guerra Mundial, de onde o Japão saiu derrotado. Devido às consequências da Segunda Guerra, era de extrema importância para o mundo, mas em especial para o Japão, reduzir custos, desperdícios e mão de obra, para que pudessem voltar a ser competitivos a nível mundial [6], [7].

Para alcançar esses objetivos, dois engenheiros da Toyota, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, procuraram perceber o funcionamento dos processos de fabrico nas fábricas da *Ford Motors* onde era praticada a produção em massa. Após algumas visitas às fábricas da Ford, Ohno e Toyoda perceberam, facilmente, que havia demasiado desperdício, não sendo adaptável à realidade vivida no Japão. Como consequência, os dois engenheiros desenvolveram o, então, denominado *Toyota Production System* - TPS, agora adaptado e conhecido por *Lean Manufacturing* [6].

Este sistema de produção, ao contrário do sistema americano da Ford, procura ser mais flexível e com menos custos, produzindo ao mesmo nível, mas com menos recursos, possibilitando, ainda, um aumento na qualidade do produto [7].

Assim, pode-se afirmar que o sistema TPS tem dois pilares fundamentais que são *Jidoka* e *Just-in-Time*, o primeiro refere-se à autonomação dos processos, permitindo detetar problemas na linha, fazendo-a parar para que sejam corrigidos no imediato, garantindo consistência na qualidade do produto e o segundo assenta na ideia de produzir e entregar o produto no momento exato requerido pelo cliente [8], [9].

2.1.1 Casa TPS

Para auxiliar a visualizar o funcionamento e princípios do TPS, foi desenvolvido um modelo em forma de casa, que representa um sistema estrutural e que remete para o facto de que, tal como uma casa, o sistema TPS apenas será consistente se o seu "telhado", "pilares" e "base" estiverem coesos.

Como referido anteriormente, o TPS assenta em dois pilares, que são a produção *Just-in-Time* e *Jidoka*. Ao centro da casa estão as pessoas/ colaboradores e a cultura da empresa. Já nas bases da casa estão o nivelamento da produção (*Heijunka*), a padronização e estabilidade dos processos, a gestão visual e os 14 princípios bases da filosofia do "*Toyota Way*", que constituem a base da cultura *Toyota* e que estão implementados em todas as fábricas de manufatura da *Toyota* [10].

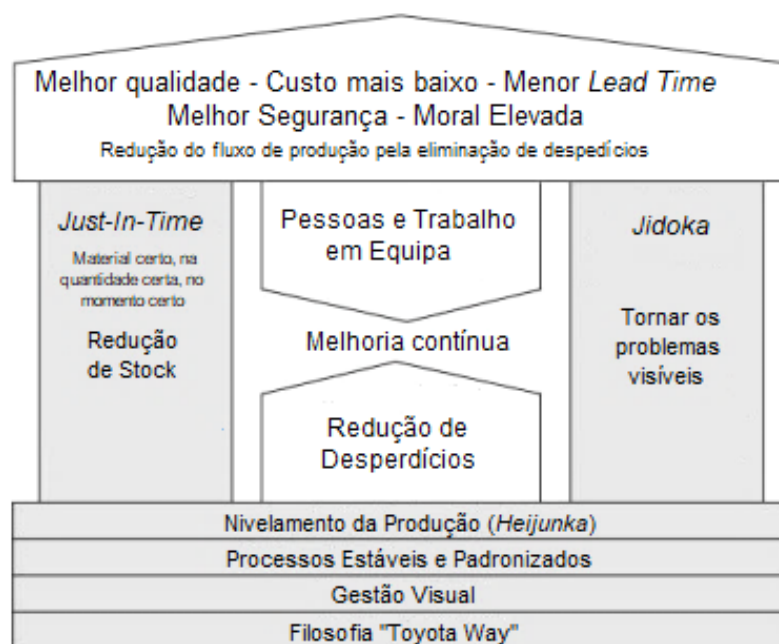


Figura 2.1 - Casa TPS (adaptado de [11])

2.1.1.1 *JIDOKA*

Jidoka significa "automação com toque humano" e é um princípio da filosofia Lean que assenta na necessidade de paragem da linha aquando da deteção de anormalidades ou falhas na produção. Tal como o nome indica, este é um princípio que tem como objetivo auxiliar o operador, recorrendo a mecanismos que detetam as anormalidades e interrompem a produção de forma autónoma. Assim, permite que os produtos não conformes sejam imedia-

tamente removidos do sistema e que se possa trabalhar na resolução do problema, prevenindo eventuais repetições do mesmo [12]–[14].

O uso desta técnica facilita imenso no chão de fábrica, mas também em outros tipos de serviços, pois reduz a necessidade de supervisão do processo por parte de um operador. No entanto, é necessário que não se dependa única e exclusivamente do uso desses dispositivos, devendo continuar a fazer-se essa supervisão, mas de forma mais ligeira, pois os dispositivos podem não estar concebidos para detetar todo e qualquer tipo de defeito [15].

Assim, o princípio do *Jidoka* é considerado como um dos dois pilares fundamentais do TPS, pois não só é um método de deteção de erros e aplicação sobre eles como é um método que cria uma filosofia de "*Learning organization*" ou "organização em aprendizagem", possibilitando uma melhoria contínua do seu processo de produção e desenvolve um sistema de aprendizagem consciente e contínua para todos os trabalhadores [13].

2.1.1.2 *Just-In-Time*

O JIT, tal como foi dito anteriormente, classifica-se principalmente como uma filosofia ou princípio e não como uma ferramenta ou metodologia, sendo também, um dos pilares do *Toyota Production System*. O JIT está associado aos sistemas de produção *pull* e tem como principal objetivo diminuir os tempos de espera do produto e do cliente, de modo a produzir e entregar, exatamente no momento e na quantidade requeridos [16].

Além disso, este princípio procura, então, minimizar os custos com material em inventário, a mão-de-obra e o espaço de trabalho requeridos, assegurando, ainda, a excelência da qualidade do produto e do serviço disponibilizado ao cliente [16], [17].

No entanto, estes requisitos podem ser difíceis de cumprir, pois para que seja possível de o fazer, o *lead time* do processo tem de ser reduzido e irá exigir que os fornecedores cumpram, também, com a entrega "*just-in-time*" (a tempo) em lotes mais pequenos, ficando a empresa a depender da resposta dada pelos mesmos [18].

2.1.1.3 14 princípios básicos da cultura Toyota

A cultura Toyota, deve o seu elevado reconhecimento a nível organizacional à uniformidade e padronização que apresenta nos seus processos e serviços prestados entre todas as suas fábricas, pois existem parâmetros e princípios que devem ser respeitados de modo que se institua a cultura da empresa de forma correta e similar em todas estas.

Na base do TPS está o "Toyota Way", que consiste em 14 princípios básicos que são implementados em todas as fábricas Toyota, e que devem ser implementadas nas empresas *Lean*, sendo eles os seguintes [10], [11]:

- 1º Princípio** - Basear as decisões de gestão em uma filosofia a longo-prazo criando valor para o cliente, mesmo que isso dificulte o cumprimento de metas a curto-prazo;
- 2º Princípio** - Criar um fluxo de processos contínuo, de forma a trazer os problemas à superfície;
- 3º Princípio** - Utilizar sistemas pull para evitar sobreprodução;
- 4º Princípio** - Nivelar a carga de trabalho (*Heijunka*);
- 5º Princípio** - Construir uma cultura de correção dos problemas parando a produção, de forma que se garanta conformidade e qualidade do produto;
- 6º Princípio** - Padronizar tarefas indo de encontro com os objetivos de melhoria contínua;
- 7º Princípio** - Utilizar controlo e gestão visual para facilitar a deteção de problemas;
- 8º Princípio** - Utilizar tecnologia confiável e testada que auxilie os colaboradores e processos;
- 9º Princípio** - Formar e criar líderes que compreendam todo o trabalho, os processos e que consigam ensinar e formar os seus colaboradores de modo que se solucionem os problemas;
- 10º Princípio** - Formar e desenvolver equipas de trabalho para que sigam a filosofia da empresa;
- 11º Princípio** - Desenvolver boas relações de respeito com parceiros e fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar;
- 12º Princípio** - Procurar estabelecer hábitos de contacto direto com o trabalho desenvolvido para que se possa resolver os problemas na fonte (*Genchi Genbutsu*);
- 13º Princípio** - Tomar decisões de forma devidamente consciente, considerando todas as opiniões e opções de modo que se possa atingir o consenso geral;
- 14º Princípio** - Tornar a empresa em uma "*Learning organization*" ou organização de aprendizagem, que analisa e reflete acerca dos seus processos, tentando melhorá-los através de melhoria contínua.

Estes 14 princípios podem, então, ser divididos em 4 categorias, denominados os 4P's - Filosofia (*Philosophy*), Processo, Pessoas/Parceiros e Resolução de problemas (*Problem solving*) - como se pode observar na Figura 2.2 [10].

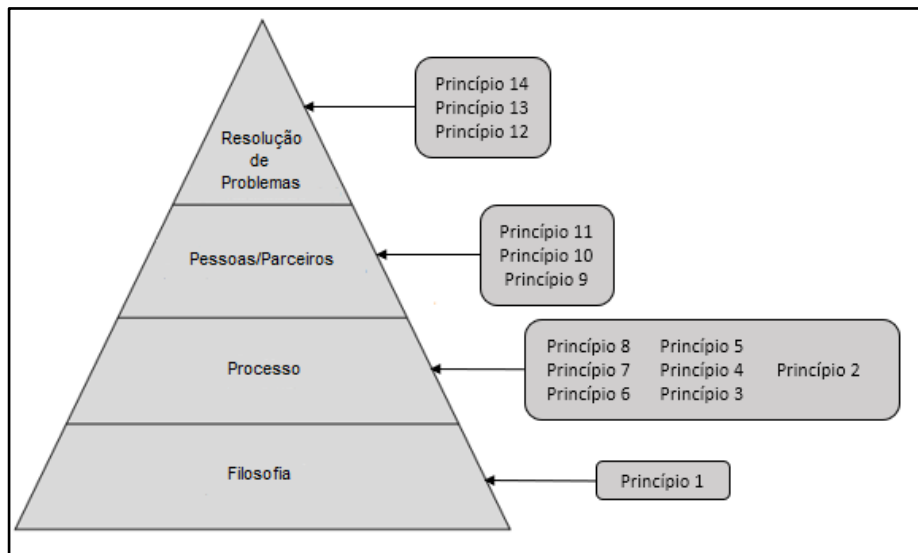


Figura 2.2 - Diagrama 4P's [10]

2.2 Filosofia *Lean*

Para além destes dois pilares e dos princípios da cultura Toyota, Womack e Jones destacam, ainda, os 5 princípios básicos da filosofia *Lean*, sendo eles [19]:

Definir e especificar o valor – Entende-se por valor a capacidade de responder à procura no momento e a um preço adequados para o cliente. É de extrema importância entender que a satisfação do cliente deve ser um dos principais objetivos para a empresa, mas, também será necessário identificar os clientes-alvos e entender que valor é dado ao produto por cada um deles, para que se possa ir de encontro a essas necessidades.

Definir a cadeia de valor – Pode definir-se cadeia de valor como o conjunto de todas as atividades no desenvolvimento e produção de um produto ou projeto. Através da análise à cadeia de valor podem-se identificar os 3 tipos de atividades presentes: as que geram valor, as que não geram valor, mas que são inevitáveis e as que não geram valor e que são evitáveis, devendo ser eliminadas imediatamente.

Fluxo – Deve ser garantido um fluxo contínuo, em que seja assegurado que o produto não para ao longo do processo, desde a sua entrada na cadeia até à conclusão da sua produção.

Sistema Pull – O sistema pull assenta na ideia de que se deve sincronizar as necessidades da procura com a produção. Assim, a produção deve ser desencadeada, apenas, pela procura do cliente, de modo que satisfaça, exatamente, as suas necessidades no momento correto. Para isso, é necessário que o processo de produção tenha reduzidos lead times, para que a empresa possa responder atempadamente às necessidades do cliente.

Procura pela perfeição – Para adotar a filosofia *Lean*, será indispensável adotar, intrinsecamente e a nível global na empresa, uma cultura de melhoria contínua de modo que se procure, constantemente, atingir a perfeição.

No entanto, segundo Bevilacqua et al., existe ainda um sexto princípio que corresponde ao respeito pelas pessoas, que é facilmente ignorado pelas organizações que tentam implementar esta filosofia, ao contrário do que se passa na *Toyota* [20].

2.2.1 Fontes de ineficiência de um processo

Tal como foi referido anteriormente, o principal objetivo da filosofia Lean é eliminar desperdícios e todas as fontes de ineficiência em processos permitindo aumentar a sua eficiência, resultando, também num aumento significativo da sua rentabilidade [21].

Segundo Ohno existem 3 tipos de fontes de ineficiência, considerados os três "MU's", que têm origem em palavras japonesas, sendo elas:

Muda – significa desperdício e está relacionado com as atividades de um processo que não acrescentam valor ao mesmo [22], [23];

Mura – Desnívelamento e inconsistências da produção, resultando em oscilações seja na qualidade do produto como na quantidade produzida, sendo necessário padronizar o processo de modo a reduzir essas variações [22];

Muri – Sobrecarga dos operadores ou máquinas presentes no processo [22].

Ohno identificou, ainda, os sete principais tipos de desperdícios ou "MUDA's" existentes em espaços de trabalho, que devem ser eliminados, sendo eles:

- **Sobreprodução** – Este desperdício ocorre quando a empresa/fábrica produz mais do que o exigido pela procura do cliente, resultando em desperdício de custos, tempo e espaço em armazém. Segundo Ohno, é um dos desperdícios mais recorrentes na indústria, e o que mais afeta a ineficiência do processo produtivo, pois é a causa de origem da maioria dos restantes, devendo este ser eliminado, prioritariamente [7].

- **Tempos de espera** – Refere-se aos tempos em que máquinas, pessoas ou produtos esperam antes de poder iniciar o seu processamento, tendo este desperdício como origem, principalmente, avarias nas máquinas ou tempos de *setup* das máquinas, gargalos e, ainda, falta de matéria-prima [7], [23].
- **Transporte** – Consiste em deslocações excessivas de produtos, pessoas ou ferramentas/máquinas, originadas, principalmente, por imperfeições no layout do processo ou má organização na empresa [23].
- **Sobreprocessamento** – Resulta de um processamento excessivo que não vai de encontro ao necessário para satisfazer o cliente, não acrescentando valor ao produto [23].
- **Inventário ou Stocks** – Todo o produto que não esteja a ser processado, quer seja por estar à espera de tal, quer seja por estar já finalizado e em espera para ser expedido [24].
- **Movimentação desnecessária** – Representa qualquer movimentação que os operadores realizem que não resulte num acréscimo de valor ao produto, tais como, deslocar-se entre locais ou pegar em ferramentas e/ou produtos.
- **Defeitos** – Erros no processo de produção que resultam em produtos defeituosos que necessitam de retrabalho ou substituição [23].



Figura 2.3 - 7 Principais desperdícios "MUDA"

Para além destes 7 desperdícios principais, Liker e Meier no livro "*The Toyota Way Fieldbook*", identificaram, ainda, um oitavo desperdício referente ao **desaproveitamento da criatividade e das ideias dos trabalhadores** [11].

2.3 Ferramentas e metodologias *Lean*

2.3.1 *Value Stream Mapping*

O *Value Stream Mapping* é uma das ferramentas mais importantes da filosofia Lean, sendo uma das primeiras a ser aplicada na implementação de Lean numa empresa, pois esta permite mapear todo o fluxo de processos de uma empresa desde os seus fornecedores até aos seus clientes, condensando a informação mais relevante desse mesmo fluxo, tais como, os tempos de ciclo de cada atividade, o lead time do processo, o inventário entre processos e o *takt time* [25]. Além disso, o VSM é uma ferramenta acessível, pois utiliza ícones básicos e padronizados, permitindo uma simplificação do fluxo de processos, levando a que este mapa seja de fácil interpretação a qualquer pessoa [26], [27].

Da análise deste mapa é possível identificar as atividades que acrescentam valor ao produto e as que não acrescentam valor, devendo as últimas ser eliminadas. Consequentemente, o principal objetivo da aplicação do VSM é conseguir identificar onde estão presentes desperdícios no estado atual do sistema e desenvolver medidas de melhoria de forma a reduzir ou eliminar esses desperdícios aumentando a produtividade do processo, sendo elaborado um mapa do fluxo do estado futuro [28], [29]. Na Figura 2.4 está uma representação simples do VSM.

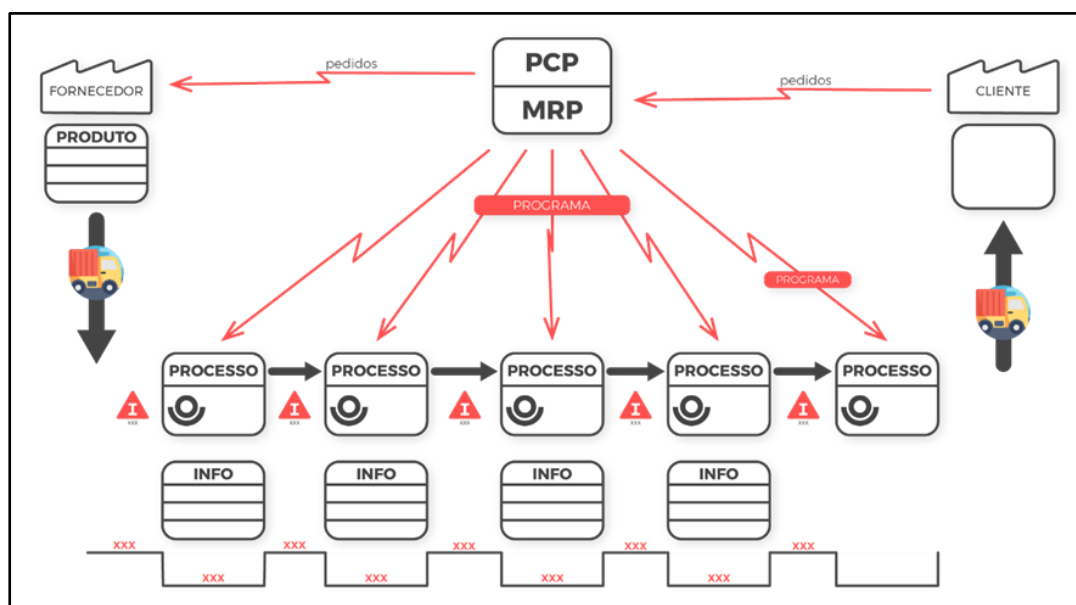


Figura 2.4 - Esquema VSM [30]

No fluxo de comunicação ou informação estão representadas as comunicações entre os intervenientes do sistema, neste caso entre o departamento de Planeamento e Controlo da Produção e os fornecedores, clientes e processos [27].

No fluxo de produção ou processos, na parte intermédia, estão representados os processos do sistema, bem como, alguns detalhes sobre os mesmos e sobre o funcionamento da linha [27].

Na parte inferior do mapa está representada a terceira parte do VSM onde aparecem duas linhas, que são as linhas de tempo, a superior referente ao tempo de esperas no processo e a inferior referente ao tempo de ciclo de cada processo, que irão culminar, respetivamente no *Process Lead Time* ou Tempo de esperas total no processo e no *Total Cycle Time* ou tempo de ciclo total. Além destas 2 linhas temporais indispensáveis, pode ainda haver uma terceira linha que é a linha de distâncias, que regista a distância a percorrer entre processos [27].

Para entender o VSM é necessário compreender alguns dos seus principais conceitos, sendo eles os que se seguem:

- **Takt time** - *Takt* é uma palavra de origem alemã e significa ritmo, ou seja, é o ritmo ao qual a linha deve operar de forma a satisfazer a procura. Assim sendo, o *takt time* é o tempo de produção unitário que se tem de cumprir para que se satisfaça a procura [27], [29].
- **Lead time** - é como o nome indica o tempo de espera numa tarefa, sendo que o lead time total do processo será a soma de todos os tempos de espera ao longo da linha, o que culminará no tempo decorrido desde que é feita a encomenda pelo cliente até ao momento em que essa encomenda é entregue [27].
- **Cycle time ou tempo de ciclo** - É o tempo necessário para a realização de uma tarefa propriamente dita [27], [29].
- **WIP** - É um acrónimo em inglês, "*work-in-progress*" ou "*work-in-process*", que corresponde à quantidade de produto em vias de fabrico [27].

Assim sendo, para todo e qualquer processo integrante de um sistema de produção, o tempo de ciclo deverá ser inferior ou igual ao *takt time* do sistema, para garantir que se está a produzir ao ritmo requerido pela procura [29].

2.3.2 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*)

O 5S é uma ferramenta de gestão *Lean* e é útil na eliminação de tarefas de valor não acrescentado, baseando-se na organização, limpeza e padronização dos espaços de trabalho. Para a sua implementação, é, então, necessário seguir os 5 passos seguintes [31]:

- **Separar/eliminar** (*Seiri*) – No primeiro S o objetivo é o de analisar todos os itens de um posto de trabalho e eliminar aqueles que sejam desnecessários às atividades executadas no mesmo, mantendo, apenas, aqueles que são estritamente necessários, reduzindo a possibilidade de enganos [31], [32].
- **Organizar** (*Seiton*) – O segundo passo consiste na organização dos itens necessários ao posto de trabalho, de modo que sejam facilmente identificados e de fácil acesso, evitando perdas de tempo com a procura pelo item correto. Para isso, é necessário que haja identificação e rotulação de todos os itens e que estejam separados por grupos, consoante a sua função ou família [31], [32].
- **Limpar** (*Seiso*) – Depois de eliminados os itens desnecessários e de organizado o posto de trabalho é necessário limpar a área de trabalho. Este é um passo que deve ser praticado por todos na empresa, pois é de extrema importância realizar limpeza ao posto de trabalho em intervalos previamente definidos. Esta ação irá garantir não só uma maior qualidade ao produto, reduzindo as possibilidades de imperfeições devidas a sujidades, bem como diminuir a probabilidade de lesões dos trabalhadores [31], [32].
- **Padronizar** (*Seiketsu*) – Depois de implementados os 3 primeiros passos do 5S, é necessário que a empresa estabeleça regras e procedimentos padrão, de modo a garantir consistência na organização dos espaços de trabalho e, consequentemente, nas tarefas desempenhadas. Estes padrões devem ser descritivos e facilmente compreensíveis [31], [32].
- **Manter** (*Shitsuke*) – O termo *shitsuke* refere-se à capacidade de realizar as tarefas da forma como deviam ser realizadas. Ou seja, neste último passo todos os trabalhadores devem ter automatizados os procedimentos desenvolvidos nos passos anteriores e aplicá-los corretamente ao longo do tempo, de modo que estes passem a ser hábitos e rotinas da empresa [31], [32].

2.3.3 Poka Yoke

Poka Yoke é um método que faz parte do conceito de Jidoka, referido anteriormente, e teve a sua origem no Japão e significa “à prova de erros”, e como o nome indica são alguns dispositivos mecânicos desenhados de forma a garantir que não ocorrem defeitos nos produtos ou que auxiliam o operador na deteção ou prevenção dos mesmos [33]. Assim, este tipo de dispositivos é de extrema importância, pois embora o operador não atue erradamente de forma propositada, por vezes esses erros acontecem, por diversas razões [34].

Na Toyota há a filosofia de que o operador e qualquer pessoa comete erros, então tenta desenvolver os seus sistemas de modo que seja impossível ao operador cometer um erro não propositado, transferindo, assim, a responsabilidade de um erro do operador para o sistema (ou para quem o desenhou). Com base nesta filosofia, quando um erro acontece, o “culpado” será quem desenhou o sistema pois desenhou um sistema que não foi suficientemente eficaz para evitar o “erro humano” [6].

Este tipo de dispositivos pode funcionar através de verificações sucessivas, sensores que apenas aceitam o produto de uma forma possível, não dando aso a possíveis defeitos, ou produtos que estão desenhados para permitir o encaixe apenas da forma correta, de modo a não encaixar incorretamente e prosseguir no processo, entre outros [6].

Shingo afirma existirem dois tipos de dispositivos Poka Yoke, distinguidos pela sua função, os de controlo e os de aviso. Os dispositivos de controlo fazem com que a máquina ou linha pare de modo que a falha possa ser corrigida no imediato e os dispositivos de aviso, alertam o operador por sinal de alarme, ou luz (*andon*) [34].

2.3.3.1 *Andon*

O *Andon* tem origem japonesa e significa “lâmpada” e é outra ferramenta que advém do princípio *Jidoka*, tendo em vista a prevenção de erros nos processos de produção. Estes mecanismos, em forma de sinal luminoso, têm a função de alertar o operador para alguma falha na linha, de modo que se possa atuar sobre o problema o mais brevemente possível. Esta informação com recurso a uma lâmpada *andon* para um processo em específico que dá informação acerca do seu funcionamento e é normalmente utilizado um quadro *Andon* que condensa a informação dos vários dispositivos *andon* ao longo da linha e que é visível em qualquer parte da fábrica [35], [36].

O sistema Andon permite a paragem da linha de produção de forma mais eficaz, fortalece a gestão do processo de organização da produção, possibilita a obtenção de informações sobre o funcionamento da linha sem observação direta, melhorando, então, a eficiência organizacional da produção [37].

As lâmpadas andon, referidas anteriormente, utilizam normalmente as cores verde, amarelo/laranja e vermelho, sendo que a cor verde indica o normal funcionamento do processo, a cor amarela/laranja indica que foi detetada alguma anormalidade na produção e que este processo requer atenção e a cor vermelha indica que a produção parou e que o problema deve ser resolvido no imediato. Além destes 3 sinais luminosos mais comuns, é também comum aparecer a cor azul que sinaliza a falta de material no processo [38].

2.3.4 Kanban

Kanban é uma palavra de origem japonesa e significa cartão visual. Esta ferramenta tem como objetivo facilitar a visualização do trabalho a realizar e identificar claramente o seu trajeto, garantindo um dos principais pilares do *Toyota Production System*, o *Just-in-Time* [39].

Estes cartões são utilizados em sistemas de produção *pull* e deslocam-se ao longo da fábrica, funcionando como sinais que indicam como e quando se deve encaminhar o produto ao longo do processo. Assim, existem dois principais tipos de *kanbans*, o *kanban* de produção que autoriza a produção de uma quantidade específica de produto num certo processo e o *kanban* de transporte ou de retirada que denota a necessidade do produto ser transferido de um local a outro, autorizando esse mesmo transporte [39], [40].

2.3.5 Diagrama 5W

Esta ferramenta traduz-se do inglês como "5 porquês", tendo sido introduzida por Taiichi Ohno, em que o mesmo afirmava que era preciso, em média, realizar cinco vezes a pergunta "porquê?" consecutivamente, de modo a encontrar a causa-raiz de um certo problema no processo produtivo, podendo então corrigi-lo, eliminando esse defeito de forma permanente, se possível [23], [41].

Para a melhor prática desta ferramenta, devem ser seguidos os cinco passos seguintes [42]:

- Reunir uma equipa e desenvolver o problema a solucionar;

- Realizar o primeiro “porquê?” e anotar as respostas que daí advêm;
- De seguida, questionar-se em média mais 4 vezes “porquê?” e continuar a anotar as respostas dadas a cada questão;
- Das causas identificadas, reunir as que são mais plausíveis e confirmar com outros membros da empresa se são plausíveis e ajustadas ao problema;
- Por fim, atuar na resolução dessas causas de modo a mitigar o problema ou eliminá-lo completamente.

2.3.6 SMED

O acrónimo SMED, em inglês, significa “*Single Minute Exchange of Dies*” e tem como objetivo diminuir o tempo de troca de ferramenta/ tempo de *setup* e foi desenvolvido por Shigeo Shingo nas décadas de 1950 e 1960, quando este realizava estudos na Toyota Motor Company. Nesses estudos, Shingo reduziu o tempo de troca de ferramenta/tempo de *setup* de várias horas para valores inferiores a 10 minutos [43], [44].

Este método consiste no objetivo, definido por Shingo, de que o tempo de troca de ferramenta deveria ser inferior a 10 minutos, sendo que este tempo corresponde ao tempo decorrido desde que o último produto conforme da anterior ordem de produção conclui o seu processamento numa certa máquina até que o primeiro produto da próxima ordem de produção seja produzido [44], [45]. Assim, o SMED possibilita uma redução do tempo de inatividade da máquina, aumentando, ainda, a eficiência produtiva da linha de produção [46].

Para conseguir efetuar essas reduções de tempo de *setup* das máquinas, foi necessário que Shingo identificasse as tarefas de *setup* interno e externo, sendo, respetivamente, as tarefas que atualmente só poderiam ser executadas quando a máquina estivesse parada e as tarefas que podem ser executadas enquanto a máquina está em funcionamento. Posteriormente a essa identificação, devem ser transformadas as tarefas de *setup* interno em tarefas externas, reduzindo assim o tempo perdido com tarefas realizadas durante a paragem da máquina [45], [47]. (Figura 2.5)

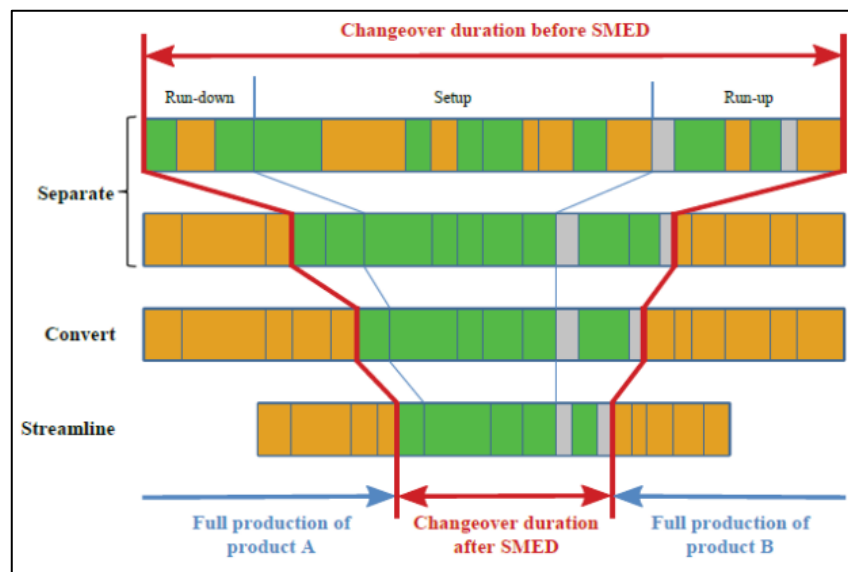


Figura 2.5 - Etapas da metodologia SMED e impactos nos tempos de troca de ferramenta [47]

2.3.7 Kaizen

Kaizen deriva da junção de duas palavras de origem japonesa, "*Ka*" que significa mudança e "*Zen*" que significa para melhor, dando origem então ao termo "mudança para melhor" e consequentemente, "melhoria contínua", sendo a base principal da "Casa TPS" [48].

Para que uma empresa se mantenha competitiva no mercado é necessário que a mesma tenha uma elevada capacidade de adaptação às diferentes realidades vividas. Assim, as empresas devem manter-se atualizadas das tecnologias inovadoras e emergentes que vão surgindo e devem também manter os seus processos com o mínimo de falhas, tentando constantemente procurar oportunidades de melhoria nos seus processos e aplicar as devidas melhorias, para que a empresa não estagne e não seja ultrapassada pelos seus competidores [48], [49]. Para isso, é essencial que as empresas implementem a cultura de melhoria contínua em todas as suas atividades, com vista a reduzir desperdícios e aumentar a sua produtividade e eficiência [50].

2.3.8 Gemba Walks

Gemba é um termo de origem japonesa e tem como significado "o lugar real" ou "lugar verdadeiro", ou seja, onde o trabalho está realmente a ser desenvolvido. No contexto industrial, *gemba* refere-se ao chão de fábrica, onde se dá a produção propriamente dita. No en-

tanto este termo pode ser aplicado a qualquer tipo de atividade, referindo-se ao espaço onde estão a ser realizadas as atividades de valor acrescentado [51], [52].

Gemba Walks são, então, idas ao chão de fábrica, dialogando com os colaboradores de forma a entender as suas dificuldades e observando na primeira pessoa como está a ser realizado o trabalho, possibilitando uma perspetiva diferente da de quem trabalha no espaço, tendo, no entanto, atenção às suas sugestões e, assim, desenvolver soluções adequadas para os problemas. Este método apresenta diversas vantagens, tais como, manter o princípio de melhoria contínua ativo e constante, entender e controlar aquilo que está realmente a ser realizado na empresa e permite, ainda, fortalecer as relações entre colaboradores e chefias, ajudando a difundir a ideia de espírito de equipa e cooperação, que eleva a motivação e o nível de respeito dos colaboradores [51].

Nestas visitas ao *gemba*, são também, usualmente, aplicadas outras técnicas *Lean* como o 5W ou 5W2H ("Why?", "What?", "Where?", "When?", "Who?", "How?", "How many? /How much?"), de forma a compreender os problemas que vão ocorrendo e as suas causas-raiz, o que irá facilitar no desenvolvimento de soluções de melhoria para esses problemas [53].

2.3.9 OEE

O OEE significa *Overall Equipment Effectiveness*, foi criado por Nakajima e é uma medida que permite analisar e determinar a eficácia global do equipamento determinando o desvio em relação ao objetivo, que é o de zero defeitos e zero avarias, ou seja, máxima produtividade. Assim sendo, esta é uma métrica que avalia a eficácia de um processo ou conjunto de processos de produção [54], [55].

Esta métrica foi inicialmente introduzida e utilizada no setor de manutenção, no entanto, tem-se vindo a expandir o seu uso a todo o funcionamento da empresa, sendo usada para otimizar atividades operacionais. O OEE resulta da multiplicação de 3 parâmetros, sendo eles: Q - **Qualidade**, P - **Performance/ Desempenho** e D - **Disponibilidade** [55].

O parâmetro Q é o quociente entre as peças conformes produzidas e as peças produzidas na totalidade, correspondendo, então, à taxa de conformidade da produção. O parâmetro P pode ser calculado pelo quociente entre a produção real e a produção ideal, demonstrando, assim, o desvio que o tempo de ciclo real apresenta em relação ao tempo de ciclo ideal. Por fim, o parâmetro D é o quociente entre o tempo produtivo real e o tempo produti-

vo ideal, num mesmo período, representando a percentagem do tempo disponível em que é efetivamente realizada a produção [55].

Esta métrica é, também, uma forma de comparação entre competidores e de percepção do seu posicionamento competitivo. Para que uma empresa seja considerada de classe mundial segundo esta métrica deve apresentar um OEE de 85%, sendo Q=99,9%, P=95% e D=90% [56], [57].

2.3.10 Diagrama de Esparguete

O diagrama de esparguete consiste no desenho de um espaço de trabalho, onde é retratado o caminho percorrido por trabalhadores ou materiais no processo de produção. Este diagrama, por ser um desenho do deslocamento de trabalhadores ou materiais, pode ser algo confuso, pela sobreposição de linhas, no entanto, essa sobreposição é exatamente o que demonstra a ineficiência do layout do espaço de trabalho ou da rota percorrida. Assim, após a elaboração deste diagrama é possível obter a distância percorrida pelo trabalhador/material, o número de movimentos e identificar os deslocamentos desnecessários e/ou as ineficiências do layout do espaço, possibilitando o desenho de uma nova rota mais eficiente e/ou de uma reorganização do layout do espaço, diminuindo as distâncias percorridas [58]–[60].

Este tipo de diagrama é útil não só em sistemas de produção já existentes como no desenho de novos sistemas, permitindo uma fase de testes, apurando-se desde logo os benefícios e prejuízos de cada cenário [60].

2.3.11 *Standard Work*

O *Standard Work* é uma ferramenta *Lean* desenvolvida em 1950 por Taiichi Ohno, que consiste num conjunto de procedimentos que têm como principal foco a definição de padrões, procurando estabelecer os melhores métodos de trabalho para cada processo e/ou trabalhador. Esta ferramenta envolve a especificação das instruções de trabalho e de todos os detalhes relacionados com uma tarefa específica ou processo de trabalho, criando, então, padrões que permitem que as tarefas sejam desempenhadas da mesma forma por todos os trabalhadores, maximizando a qualidade e conformidade do trabalho desenvolvido [61].

2.4 Ferramentas complementares ao Lean

2.4.1 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, é uma sigla em inglês que significa *Plan-Do-Check-Act*, e é uma metodologia de melhoria contínua, associada principalmente ao controlo de qualidade, que procura elaborar um plano de ação sobre um processo de modo a agir sobre o mesmo, aplicando melhorias identificadas [62].

O PDCA foi criado na década de 1920 por Walter Andrew Shewart, tendo-se popularizado mais tarde em meados da década 1950 por William Deming. Este método apresenta 4 passos, sendo eles, planejar, executar, verificar e agir. No primeiro passo são recolhidos os dados do problema, sendo elaborado um plano de ação, definindo objetivos a alcançar para os itens de controlo e os métodos para os alcançar. Numa segunda fase, deve-se colocar em prática esse plano de ação. De seguida, os resultados do projeto são verificados, de modo a avaliar o mesmo e detetar as suas possíveis lacunas. Por fim, no último passo são aplicadas as medidas identificadas anteriormente [63]–[65].

2.5 Lean na Indústria Alimentar

De modo a diferenciarem-se dos seus competidores, muitas empresas procuram implementar métodos inovadores, que procuram, principalmente, a melhoria contínua dos seus processos e metodologias. *Lean* é uma das filosofias inovadoras mais utilizadas, tendo vindo a apresentar um crescimento constante da sua utilização ao longo dos anos, no entanto, segundo Lopes et al. (2015), a maioria das implementações das diversas ferramentas *Lean* dizem respeito às indústrias automóvel e de componentes eletrónicos, serviços e outras indústrias de manufatura, constatando, ainda, que a implementação destas técnicas na indústria alimentar era muito escassa [47].

Esta escassez na implementação de *Lean* na indústria alimentar está relacionada com algumas particularidades muito específicas deste setor industrial que constituem barreiras para a aplicação destas metodologias, tais como, a perecibilidade do produto, a variabilidade na qualidade da matéria-prima, a pouca ou inexistente automação dos processos de produção, a elevada variação das composições e receitas dos produtos e, ainda, problemas relacio-

nados com normas de controlo e garantia da qualidade dos produtos alimentares [47], [66], [67].

Ainda assim, algumas das técnicas *Lean* vão sendo cada vez mais implementadas na indústria alimentar, consoante o maior conhecimento das técnicas e melhor adaptação das mesmas aos contextos da indústria alimentar. De seguida, estão apresentados alguns estudos acerca da implementação bem-sucedida de ferramentas *Lean* e outros em que foram feitas análises acerca dessa possível implementação.

Num estudo em linhas de enchimento de garrafas de cerveja, sumos e refrigerantes, foi possível implementar a metodologia 5S e SMED. O 5S foi aplicado em diversos postos de trabalho, pois estes encontravam-se desorganizados e sem identificações, tendo-se concluído que estes problemas estavam a contribuir para um decréscimo da produtividade e em alguns casos para lesões, relacionadas com fragmentos de vidros e outros materiais residuais. Assim, com a implementação desta ferramenta, diminuiu-se a possibilidade de acidentes, melhorou-se a organização dos espaços de trabalho, o espaço de arrumação foi otimizado e reduziu-se os tempos não produtivos dos operadores. Quanto à ferramenta SMED, foi aplicada nas máquinas da linha de enchimento, devido ao elevado tempo de troca de ferramenta, principalmente nas máquinas de sopro, de embalagem de garrafas e de rotulagem, tendo para a primeira sido obtida uma melhoria de 21.23% nos tempos de *setup*, para a segunda uma melhoria de 1,44% e para a última máquina uma melhoria de 37,08% [47].

Num outro estudo, foi também implementada a ferramenta SMED, recorrendo ao Diagrama de Esparguete para identificar movimentos desnecessários, desta vez em 5 linhas de embalagem, tendo sido obtidas melhorias nos tempos de *setup* na linha 1 de 45,45%, na linha 2 de 40,38%, na linha 3 de 33,61% e nas linhas 4 e 5, que são integrantes da mesma linha de embalagem duplo, de 23,08% [47].

Outro estudo realizado numa organização de produtos alimentares e bebidas, consistiu na análise do nível de implementação das diversas ferramentas *Lean* nesta mesma empresa. Para isso foram realizados questionários, de onde se concluiu que as ferramentas *Lean* mais utilizadas eram JIT, VSM, 5S e Poka Yoke. Neste estudo, constatou-se, ainda, que JIT e Poka Yoke eram os fatores de maior influência na melhoria da qualidade, velocidade, flexibilidade e custo [67].

Ainda noutro estudo, onde foram analisados diversos estudos acerca da implementação de *Lean* na indústria alimentar, constatou-se que as ferramentas mais utilizadas eram o

Diagrama de Ishikawa, o VSM, 5S, gestão visual, *Standard Work* e *Kaizen*, devido à sua simplicidade e adaptabilidade. Outras ferramentas que também se demonstraram apropriadas para este setor foram o SMED, JIT e *Kanban*, no entanto, estas são mais apropriadas para certos tipos específicos de indústrias do ramo. SMED, pode ser útil para reduzir tempos de *setup* em indústrias que utilizem produção por lotes, *Kanban* pode ser implementado em indústrias onde os produtos apresentam uma forma discreta e JIT não pode ser implementado em pequenas e médias empresas, devido à elevada flutuação da procura destas empresas [68].

Por fim, num outro estudo realizado nos Estados Unidos, constatou-se que 57,5% das empresas da indústria alimentar já haviam implementado práticas *Lean*, no entanto, num estudo realizado no Canadá, em que foram realizados inquéritos de modo a apurar a utilização de *Lean* em diversas empresas do setor da indústria alimentar no país, obteve-se a informação de que das 25 empresas médias e 19 empresas pequenas que responderam ao inquérito, 8 e 2, respetivamente, utilizavam *Lean*. Esses valores revelam, então, a baixa aplicação de *Lean* na indústria alimentar nessa região, muito devido às barreiras e dificuldades na sua implementação, já anteriormente enumeradas [69].

2.5.1 Lean na Indústria Panificadora

Mais propriamente na Indústria Panificadora, existem poucos estudos feitos acerca da implementação de *Lean*, no entanto, de seguida serão apresentados três estudos desta aplicação.

Num estudo realizado em dez panificadoras na região de Belo Horizonte no Brasil, foram realizadas entrevistas e visitas aos estabelecimentos das empresas de modo a apurar a implementação de certos atributos *Lean* nas mesmas. Daí, observou-se que as empresas apresentavam baixo nível de implementação da cultura *Lean*. Posteriormente, nesse mesmo estudo, procedeu-se à implementação de diversas metodologias *Lean* numa dessas empresas. Assim, foi aplicado inicialmente o 5S, tendo sido reorganizados os locais de armazenamento de produtos, o que permitiu diminuir a área de armazenamento de 49,1m² para 20,1m². Além disso, tentou-se desenvolver, extensivamente a todos os colaboradores, uma cultura de melhoria contínua na empresa, que é um dos passos fundamentais para a implementação total de *Lean*, tendo sido melhorados os espaços de modo a melhorar as condições de trabalho, tais como, melhor iluminação e ventilação. Posteriormente, com a elimina-

ção de vários locais de armazenamento, foi possível ganhar espaço que permitiu uma nova reorganização do layout da zona de produção, tendo-se recorrido ao Diagrama de Esparguete, de modo a apurar o layout mais eficiente para garantir um fluxo contínuo da produção. Por fim, foram aplicadas bases do *Standard Work* através da elaboração de documentação dos produtos, de modo a garantir uniformidade na produção dos mesmos. Com estas implementações foi possível diminuir em cerca de 58% o desperdício, o que corresponde a cerca 1778 dólares no período de 4 meses [70].

Num outro estudo realizado em Medellín, Colômbia, foi realizado um questionário a 86 pequenas e médias empresas do setor. Desse estudo, concluiu-se que o nível de implementação de *Lean* na indústria panificadora era relativamente baixo, tendo uma pontuação de 2,98 numa escala de 1 a 5. Das 86 empresas 44 encontravam-se na zona vulnerável e 13 estavam na zona de produtivas, ou seja, tinham um grande nível de implementação de *Lean* nos seus processos. Além disso, neste estudo, pôde-se observar que as técnicas mais recorrentemente utilizadas e com melhores resultados obtidos eram Poka Yoke e 5S [3].

Por fim, num outro estudo realizado numa empresa do setor de panificação em Inglaterra, foi utilizado o VSM para desenhar e mapear o estado atual da linha em estudo. Posteriormente, foi identificado que a maior origem de desperdício estava no seu centro de distribuição, sendo utilizado o ciclo PDCA para averiguar e solucionar os problemas identificados. Daí, resultou que seria necessário utilizar um armazenamento baseado num layout em ABC e aplicar *Kanban* para facilitar a alocação dos pedidos na sequência correta, bem como, algumas melhorias específicas, tais como, a implementação de camiões com portas laterais, que fazia diminuir as distâncias percorridas e os tempos despendidos com o carregamento e descarregamento de mercadorias [71].

Em suma, tal como foi referido, o recurso a ferramentas *Lean* por parte das empresas do setor da indústria de panificadora é ainda escasso, no entanto, já é possível constatar algumas das suas aplicações e os efeitos imediatos que resultam daí. As ferramentas mais recorrentemente utilizadas e com melhores resultados na sua utilização neste tipo de indústria demonstraram ser o VSM, o 5S, o Poka Yoke, o Diagrama de Esparguete e o *Standard Work*, pois estas são ferramentas mais simples de aplicar e são mais transversais a qualquer setor industrial.

ESTUDO DE CASO

3.1 Caracterização da Empresa

3.1.1 História da Empresa

A empresa Realbolo é uma empresa familiar e tem a sua origem na década de 1940 na cidade da Covilhã, como uma pequena padaria tradicional. Algum tempo volvido, foram adquiridas algumas padarias no Fundão, que permitiram utilizar processos tecnológicos mais evoluídos, alargar a sua rede de comercialização e estabelecer parceria com uma rede de mercearia local. Além disso, nesta altura expandiu-se a gama de produtos aos produtos de pastelaria, passando a produzir não só pão, como também bolos, tortas, pão de ló, entre outros.

Com o passar do tempo, as várias gerações procuraram melhorar e evoluir os processos tecnológicos de produção e em 1969 a empresa adquiriu o seu primeiro forno ciclótico. Na década de 1970, a empresa entrou, ainda, no mercado dos aperitivos, com os Aperitivos Realbolo, tendo na altura 3 fábricas dedicadas à produção de produtos diversos. Na década de 1980, e como resposta a uma mudança estrutural na indústria portuguesa, a empresa teve de recomeçar a sua produção, instalando-se em Lisboa e voltando à produção de produtos de pastelaria, tais como, pão de leite, croissants e pasteis.

Em 1985 a empresa passa do mercado tradicional ao mercado nacional, criando a sua marca Realbolo.

Em 1992, foram criados e colocados no mercado os Fofos, produto que foi um sucesso a nível nacional imediatamente e que ainda hoje é o produto mais vendido da fábrica.

Na década de 2000, a empresa voltou a mudar de localização, para a fábrica atual e foi feita aposta na especialização da produção de massas brioche, tendo sido adquirida a linha automática de fofos em 2005.

Nos anos seguintes, foi iniciada a produção de marcas próprias de várias cadeias alimentares nacionais, que levou a um crescimento da empresa. Em 2017, foi, também, adquirida uma segunda linha de produção destinada aos restantes produtos. Ambas as linhas são quase na sua totalidade automáticas, o que permite a obtenção de produtos mais uniformes e uma cadência de produção constante.

Até que chegamos aos dias de hoje na 4ª geração da família Real, em que são produzidas anualmente cerca de 4 milhões de embalagens dos diversos produtos, com elevados padrões de qualidade e segurança alimentar.

3.1.2 Produtos

A empresa Realbolo produz maioritariamente produtos em massa brioche, sendo o principal produto da empresa o "Extrafofos", responsável por uma percentagem significativa da sua faturação. (Figura 3.1)



Figura 3.1 - Produto "Extrafofos" Realbolo [72]

Para além deste produto a empresa produz uma vasta gama de produtos, sendo eles, pão de leite, mini brioche/bolas, Fofos com baixo teor de açúcar, pão de hambúrguer brioche e normal, croissant brioche e folhado, Fofos com sementes de chia e outros bolos também em massa brioche, maioritariamente.

Os produtos embalados da Realbolo têm em média 30-60 dias de validade, no entanto, são, também, produzidas variantes de alguns destes produtos destinados a congelação, sendo eles o pão de hambúrguer brioche e normal, pão de leite e croissant brioche, apresentando um prazo de validade de 9 meses.

Muitos destes produtos para além de serem produzidos e comercializados como marca Realbolo, são também comercializados como marcas próprias de diversas cadeias alimentares, tais como, Continente, Aldi, Auchan e Dia.

3.1.3 Sistema de produção

A fábrica da Realbolo apresenta 2 linhas de produção, uma delas produz Extrafocos e fofos com baixo teor de açúcar e a outra linha produz croissant folhado, croissant brioche, pão de leite, mini brioche/ bolas, croissant recheado, enfarinhados e pão de hambúrguer normal e brioche.

3.1.3.1 Linha de Extrafocos, fofos com baixo teor de açúcar

No início da linha, no posto de trabalho da amassaria, os ingredientes da massa são pesados e misturados, perfazendo uma mistura com cerca de 115 Kg, que será, posteriormente amassada. Depois é transportada a massa para junto da extrusora, sendo alimentada na extrusora gradualmente, passando, aí, por rolos de modo a ajustar a espessura da banda de massa. Essa banda já mais fina, passa, então, de seguida por lâminas que a cortam em 7 tiras longitudinais. Depois, cada tira é cortada em triângulos, que vão ser transferidos para outro tapete onde vão ser enrolados por um sistema para que fiquem com a forma de croissant. De seguida são novamente transferidos para outro tapete, entrando na câmara de fermentação. Saindo da câmara de fermentação, o produto já fermentado é transferido para o tapete do forno, onde vai ser cozido. De seguida, procede-se ao arrefecimento do bolo em um tapete em espiral. Este processo de arrefecimento é de extrema importância, pois evita que os bolos sejam embalados ainda quentes, diminuindo as possibilidades de criação de bolores. Por fim, posteriormente ao arrefecimento há a transferência dos bolos para outro tapete, fazendo-os chegar ao posto de embalagem, onde os bolos são embalados em sacos, por um sistema automático de balanças, que seleciona o peso requerido para cada saco, sendo este mesmo posteriormente fechado termicamente e encaixotado e colocado na palete pelo operador.

O processo para estes 2 tipos de produto é igual, variando apenas a massa utilizada e o embalagem/encaixotamento, que dependerá da marca e do produto a embalar.

Na Figura 3.2 pode-se observar o fluxograma geral dos processos da Linha Automática de Fofos.

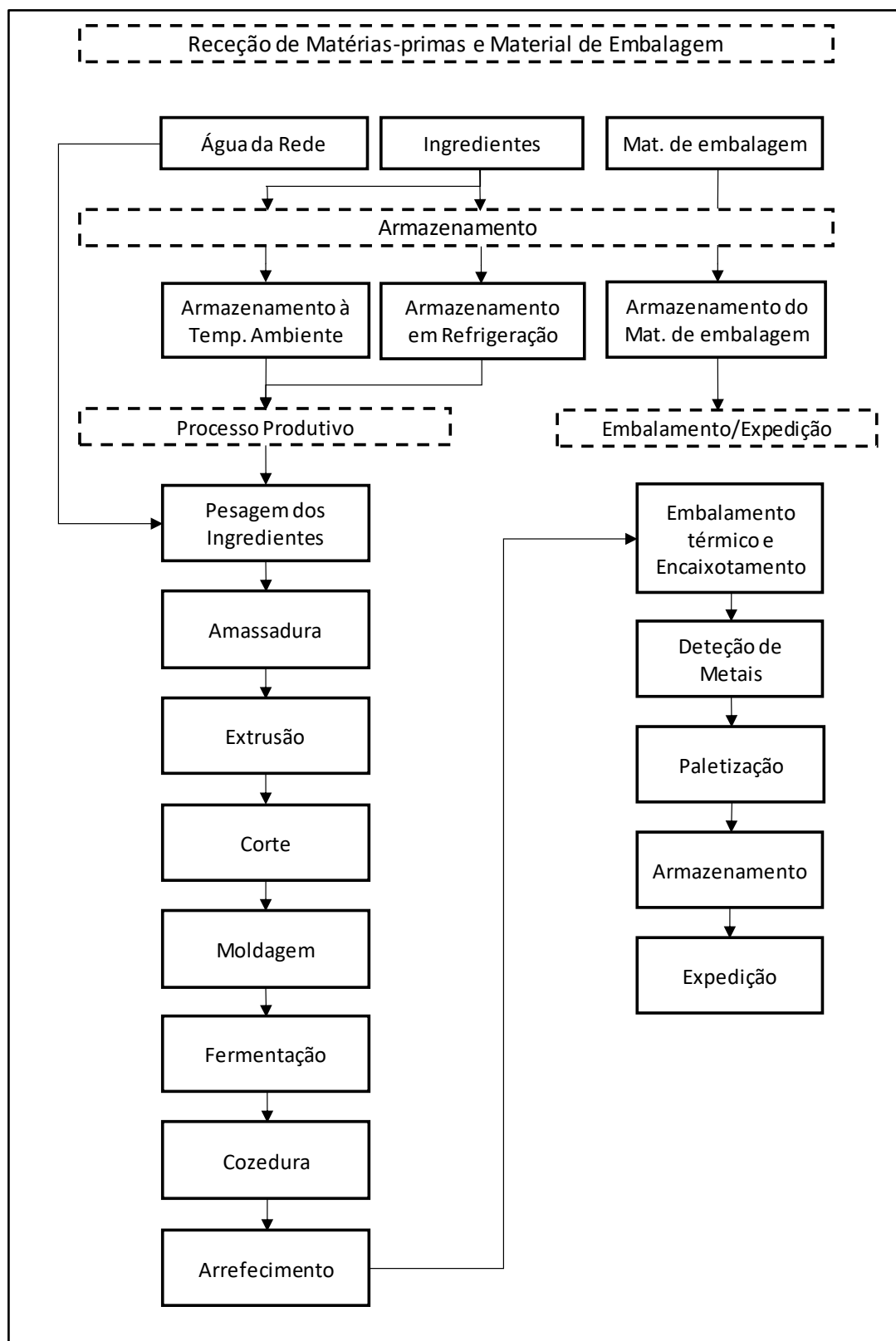


Figura 3.2 - Fluxograma da Linha de Fofos

3.1.3.2 Linha de pão de leite, mini brioche/ bolas, enfarinhados, pão de hambúrguer normal e brioche, croissant brioche, croissant folhado e croissant recheado (Linha de Tabuleiros)

Na segunda linha são também pesados os ingredientes, misturados e amassados na amassaria sendo transferidos para o processo seguinte. **No caso do pão de leite, mini brioche/ bolas, enfarinhados e pães de hambúrguer**, a massa é encaminhada para uma cabeça de linha, que irá cortar e moldar os bolos conforme o peso desejado e posteriormente são depositados em tabuleiros, que são encaminhados para a câmara de fermentação por ação de sensores que faz toda a linha avançar um tabuleiro, consequentemente. Após a conclusão da fermentação, os tabuleiros passam por um pulverizador de farinha (enfarinhados) ou unishine (restantes bolos), sendo encaminhados para o forno em filas de 3 tabuleiros. Posteriormente, estes tabuleiros passam por duas torres de arrefecimento e são de seguida despejados em um tapete que leva os bolos até à zona de embalagem. No caso dos mini-brioche/bolas o embalagem é similar ao da linha primeiramente descrita, já para os restantes são feitas embalagens em cuvetes com saco selado termicamente ou apenas no saco.

Já **no caso dos croissants**, a massa depois de amassada passa por um processo de laminação, sendo depositada em formato de banda num tapete, onde a massa será cortada longitudinalmente e de seguida em triângulos. Depois esses triângulos são enrolados, à semelhança do que sucede na linha dos fofos. De seguida, os croissants já formados são transferidos para um tapete onde um operador vai depositá-los em tabuleiros. Daqui em diante, todo o processo é semelhante ao dos restantes bolos nesta linha, variando apenas no tempo de cozedura e no embalagem, que pode ser a granel, em que são depositados os croissants diretamente numa caixa, ou pode ser em embalagens, de forma semelhante aos restantes bolos desta linha.

Na Figura 3.3, está representado o fluxograma que resume todo o processo de produção que envolve a Linha de Tabuleiros.

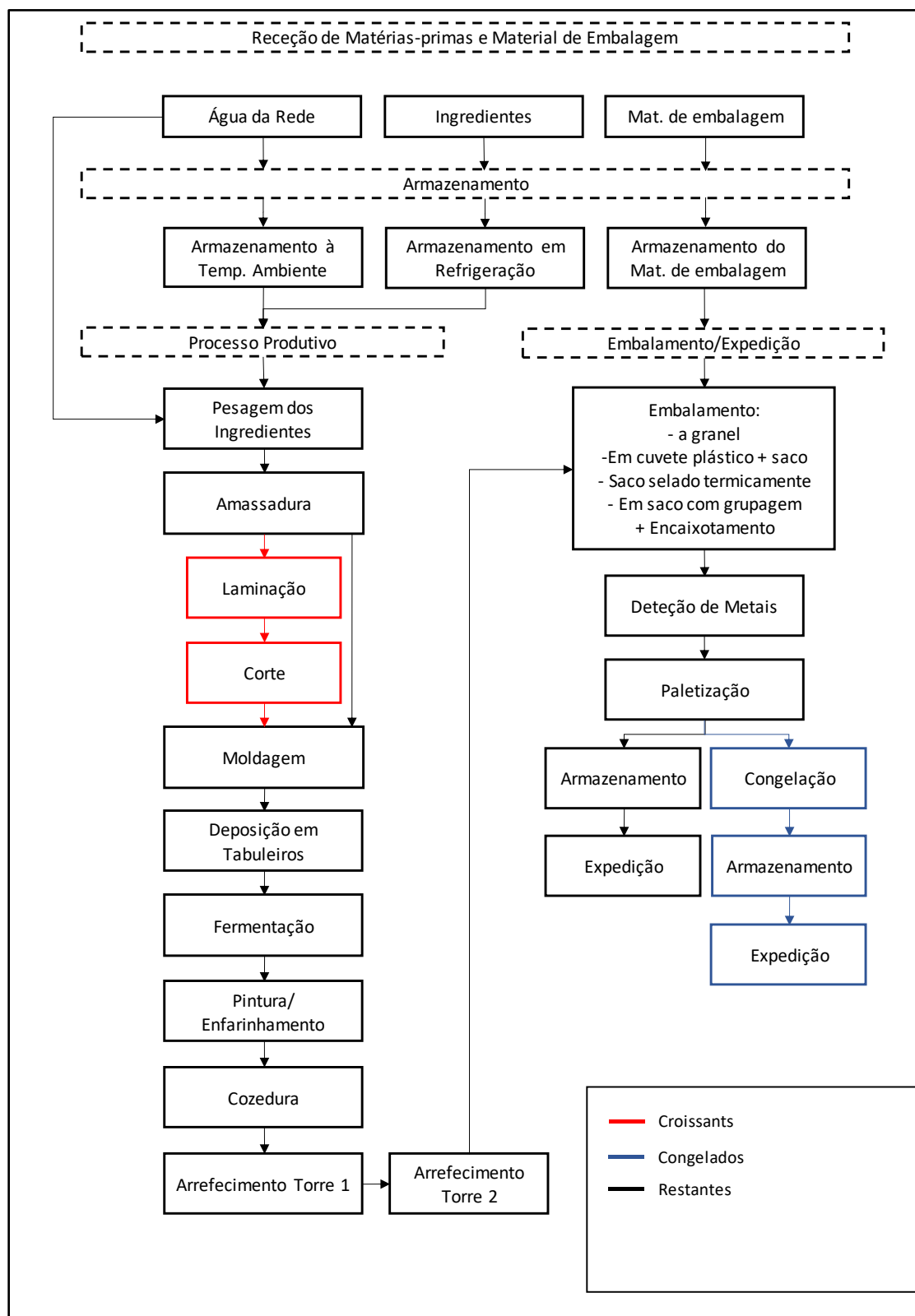


Figura 3.3 - Fluxograma da Linha de Tabuleiros

3.2 Mapeamento do processo de produção

De modo a analisar quantitativamente o processo produtivo da empresa foram elaborados dois VSM's, para dois dos produtos mais vendidos da empresa, os Extrafofos e os mini-brioques/ bolas. A utilização desta ferramenta, tem como objetivo resumir toda a informação quantitativa do processo, sendo uma ferramenta importante para a identificação de desperdícios na linha de produção.

Para proceder à elaboração destes mapas, recorreu-se a *Gemba Walks* diários às linhas de produção, fazendo a cronometragem dos tempos de ciclo em cada processo, bem como a observação e cálculos auxiliares para averiguar a quantidade de WIP entre processos. Foram calculados, também, os respetivos *takt time* de cada uma das linhas, com base na procura num certo período pelo artigo e nas horas de produção nesse mesmo período.

3.2.1 *Value Stream Mapping* da linha de Fofos

Para a linha de fofos foram feitas inúmeras observações, com período de observação variável, a cada um dos processos integrantes da mesma, perfazendo um total de observação desta linha de cerca de 10 horas. Inicialmente começou-se por medir o tempo de ciclo de cada processo, sendo medidas as unidades de bolo que passavam pelo ponto em que estava a ocorrer a medição nesse intervalo de tempo, fazendo, posteriormente, a conversão do tempo de ciclo em segundos por caixa, por embalagem e por unidade, em cada processo.

Além da medição dos tempos de ciclo, procedeu-se, posteriormente, à medição do tempo de transporte dos bolos de um ponto de medição a outro, entre todos os pontos do processo. Este tempo será então o tempo correspondente ao WIP (*Work in process*), obtendo-se, então, o número de unidades de bolo em processamento entre cada par consecutivo de pontos de medição do processo de produção, que corresponde a um tempo de espera e contribuirá para o *Process Lead Time* - PLT.

Todos os dados que resultaram desse conjunto de observações foram apontados em Excel, onde se realizaram alguns cálculos auxiliares e procedeu-se à análise dos mesmos. Por fim, foram elaboradas as médias do tempo de ciclo de cada processo por caixa, por embalagem e por unidade, para todos os processos à exceção da Mistura e Amassadura, onde o tempo de ciclo é por massa de cerca de 115Kg. Na Tabela 3.1, está, então, representado um resumo das observações realizadas, com os tempos de ciclo médios em cada processo.

Tabela 3.1 - Média dos tempos de ciclo por processo da linha automática de fofos

Processo \ Média TC(s)	Por caixa	Por embalagem	Por unidade
Extrusão/Corte	32,23	2,69	0,22
Moldagem	32,30	2,69	0,22
Fermentação	32,45	2,70	0,23
Cozedura	32,27	2,69	0,22
Arrefecimento	32,31	2,69	0,22
Embalamento	35,30	2,94	0,25
Encaixotamento e Paletização	34,59	2,88	0,24

De seguida, foi então elaborado o VSM, com a utilização do valor dos tempos de ciclo por embalagem de 12 unidades de bolo para cada processo, tendo, ainda, sido calculado o *takt time* da linha de produção com base no quociente entre o tempo médio disponível de produção diário e a procura diária em média, do produto, obtendo um valor de 3,3 segundos.

Por fim, somando os valores dos tempos de ciclo de cada processo integrante da linha, obteve-se o tempo ciclo total (TCT) de 979,28 segundos. Para calcular o *Process Lead Time* (PLT), procedeu-se de forma semelhante, somando todos os tempos de espera constatados na linha de produção, obtendo-se um valor de 3,93 dias, sendo cada dia de trabalho correspondente a 9 horas. Assim sendo, utilizando os dados obtidos foi possível construir o VSM da linha, que se pode observar na Figura 3.4.

3.2.2 *Value Stream Mapping* da linha de Tabuleiros - Mini-Brioche/Bolas

Para proceder à análise quantitativa do processo de produção da linha de Tabuleiros, principalmente relativo ao produto Mini-Brioche/Bolas, recorreu-se à ferramenta *Value Stream Mapping* representada na Figura 3.5, à semelhança do que havia sido elaborado para a análise da linha de Fofos.

Tal como na linha de fofos, para a linha de tabuleiros foram também realizadas inúmeras observações em cada ponto do processo. Daí, resultaram, também, os tempos de ciclo para cada processo por caixa, por embalagem e por unidade, em segundos, para todos os

processos à exceção do processo da Mistura e Amassadura, onde o tempo de ciclo em segundos é por massa de cerca de 60 Kg. Para resumir a informação resultante do processo de observação da linha, foi então realizada a Tabela 3.2, onde são apresentados os valores médios dos Tempos de Ciclo por processo.

Tabela 3.2 - Média dos tempos de ciclo por processo da linha de tabuleiros

Processo \ Média TC(s)	Por caixa	Por embalagem	Por unidade
Extrusão/Corte	58,63	4,89	0,61
Dep Tabuleiros	58,97	4,91	0,61
Fermentação	59,68	4,97	0,62
Cozedura	59,82	4,99	0,62
Arrefecimento 1	60,27	5,02	0,63
Arrefecimento 2	60,50	5,04	0,63
Embalamento	59,14	4,93	0,62
Encaixotamento e paletização	58,00	4,83	0,60

De seguida, foram calculados os tempos de espera entre cada processo, correspondente ao WIP, possibilitando, posteriormente o cálculo do *Process Lead Time* (PLT).

Posteriormente, para a elaboração do VSM em questão, foi utilizado o Tempo de Ciclo por embalagem de 8 unidades para cada processo à exceção do processo de Mistura e Amassadura. Para além disso, foi também calculado o valor de *takt time* referente à produção do produto à semelhança do que havia sido feito para o VSM da linha de fofos, sendo este valor de 6 segundos.

Por fim, obteve-se, então o valor de tempo de ciclo total (TCT) dos processos de produção de 999,75 segundos e o *Process Lead Time* (PLT) de 4,67 dias, sendo que cada dia de produção deste produto corresponde a 2,5 horas.

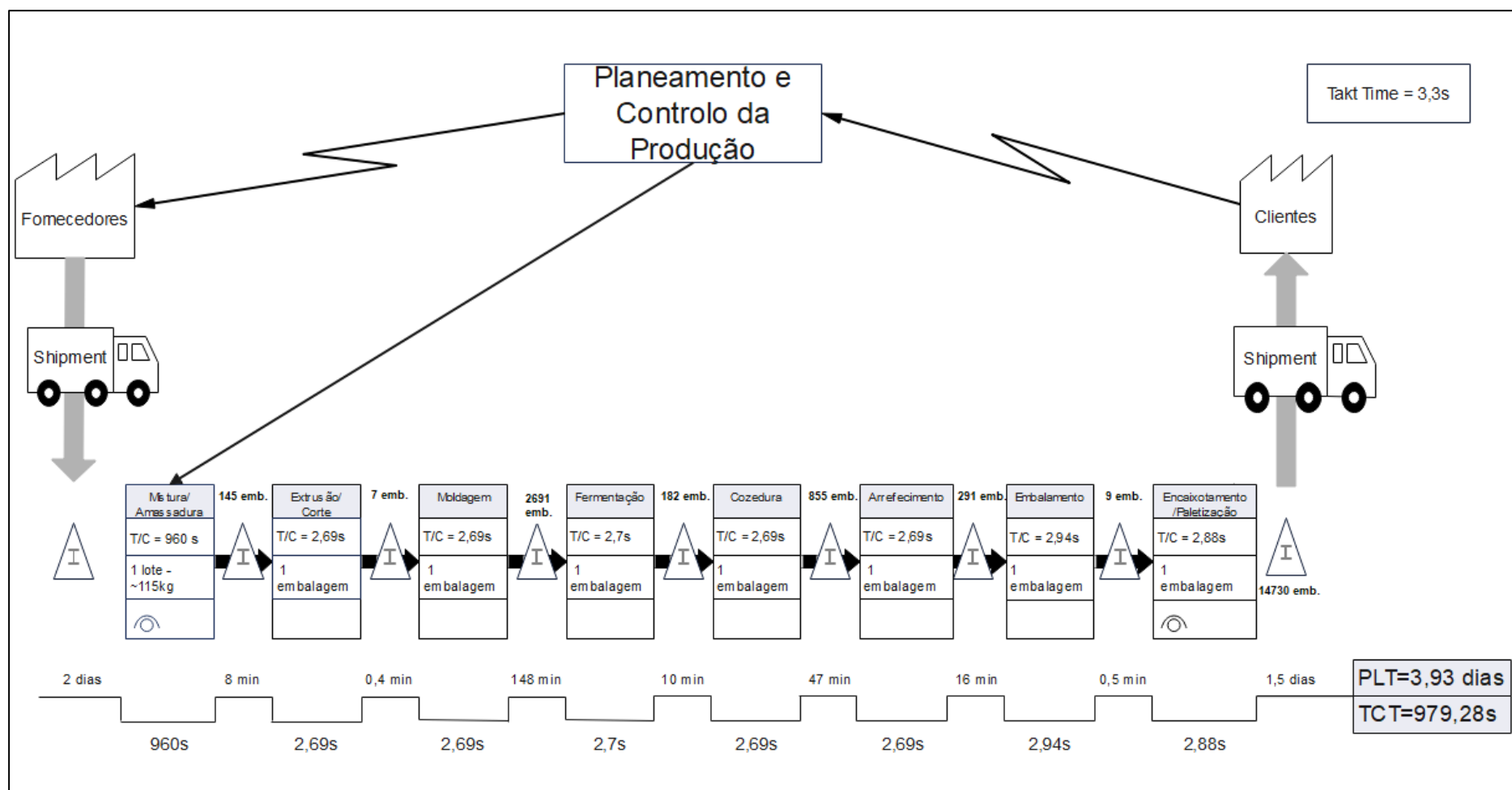


Figura 3.4 - VSM do estado atual da linha de fofos (Produto "Extrafos")

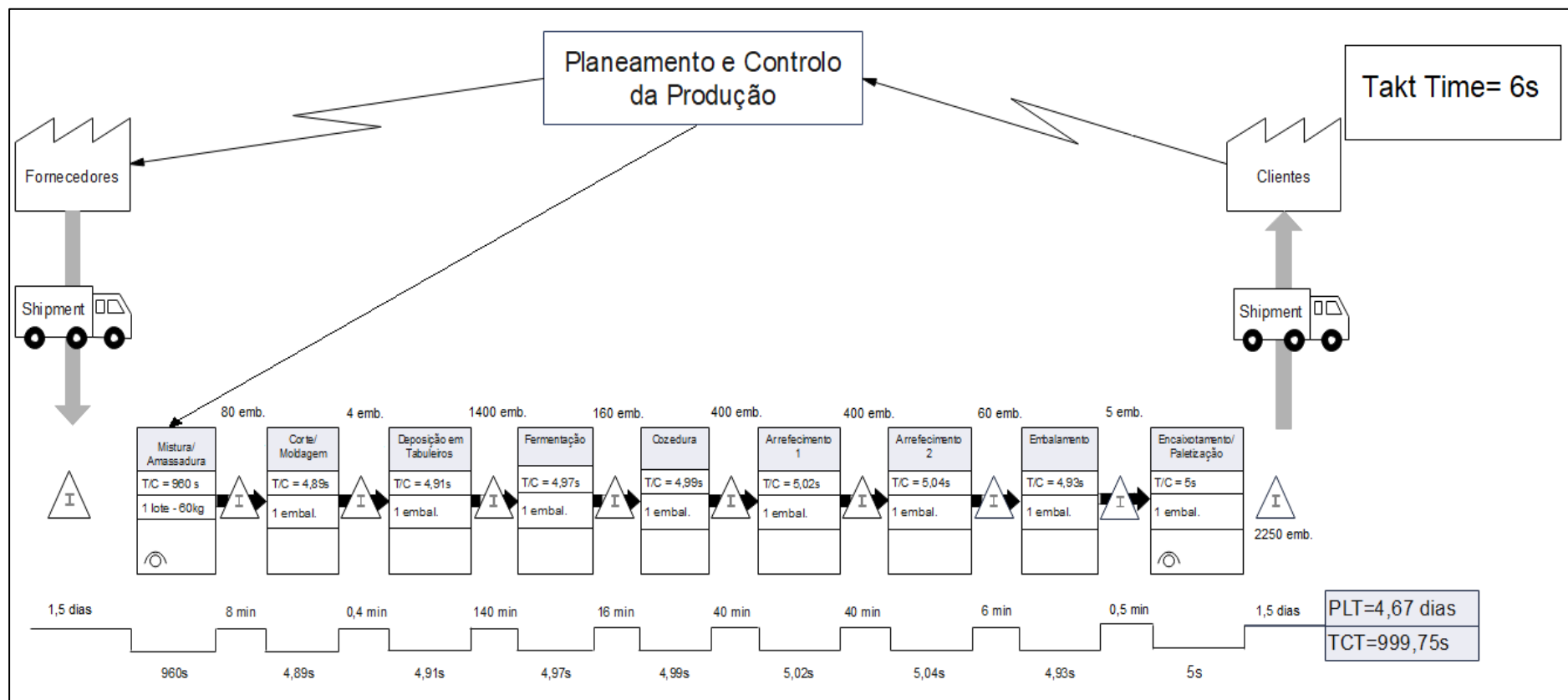


Figura 3.5 - VSM do estado atual da linha de tabuleiros (Produto "Mini-Brioche/Bolas")

3.3 Identificação de falhas no processo

Ao longo do período de estágio e com um considerável tempo de observação das linhas de produção dos diversos produtos, foi possível observar que os maiores problemas existentes na fábrica ao nível da sua produção estavam relacionados com a garantia de conformidade e/ou qualidade do produto. Ao nível dos processos de produção em si, constatou-se que pouco se poderia mudar, sem que isso exigisse uma equipa de trabalho especializada ou investimentos elevados.

Assim sendo, o trabalho neste contexto focou-se na identificação de problemas existentes na fábrica e estudo dos mesmos, procurando identificar as causas-raiz que os causavam, tendo sido para esse efeito utilizado o Diagrama de "5 porquês" - 5W. Posteriormente, tentaram-se desenvolver sugestões de melhoria e certos aperfeiçoamentos, com o intuito de mitigar ou até mesmo eliminar as falhas encontradas. No entanto, algumas destas sugestões não foram imediatamente postas em prática, por falta de recursos ou por significarem um considerável investimento.

3.3.1 Ocorrência de intervalos de bolos queimados na linha de fofos

O primeiro problema identificado na linha de fofos foi a ocorrência de intervalos de bolos queimados à saída do forno, estando as temperaturas do forno aparentemente ajustadas às necessárias. Recorrendo, como se referiu anteriormente, ao diagrama 5W, procurou-se saber porque estavam esses bolos a queimar se os restantes, com as mesmas temperaturas definidas do forno, apresentavam um estado de cozedura conforme. Constatou-se, então, que para tal ocorrer, a temperatura no interior do forno teria, certamente, de estar superior à desejada, por uma razão desconhecida.

De modo a entender a razão pela qual a temperatura do forno teria aumentado em relação à pretendida, recorreu-se a observação e investigação, tendo-se concluído que se devia ao facto de ter ocorrido um intervalo de média/ longa duração de ausência de bolos, que se poderiam dever à alteração de produto a produzir ou algum problema ocorrido anteriormente nas áreas de extrusão/corte ou moldagem da massa, que não havia sido detetado pelo operador do forno. Este período de ausência de bolo no interior do forno faz com que a temperatura interior do mesmo aumente, pois o processo está pensado para que o calor

gerado pelo forno seja continuamente absorvido pelo bolo que passa no tapete. Como neste caso isso não se sucede, gera-se uma acumulação excessiva de calor no interior do forno que irá ser absorvido pelos bolos seguinte, queimando-os.

De seguida, constatou-se que havia alguma incapacidade ou dificuldade de detetar esse problema por parte do operador, pois este teria apenas um intervalo de alguns segundos entre a passagem dos bolos da fermentação para o forno. Como o operador do forno, é responsável pela massa e pelo controlo da extrusão e corte da massa, resta-lhe pouco tempo para que possa ter atenção à ocorrência de intervalos de ausência de bolos. No entanto, mesmo que os detetasse, seria já imediatamente antes desse intervalo chegar ao forno retirando-lhe bastante tempo de ação, podendo não ser totalmente eficaz.

Concluindo-se, então, que a causa-raiz da existência de bolos queimados à saída do forno era a incapacidade ou dificuldade por parte do operador de detetar os intervalos de ausência de bolos, pois este apenas teria um pequeno intervalo de tempo para os conseguir detetar.

Na Figura 3.6., está o Diagrama 5W elaborado para este problema, que resume toda esta informação.

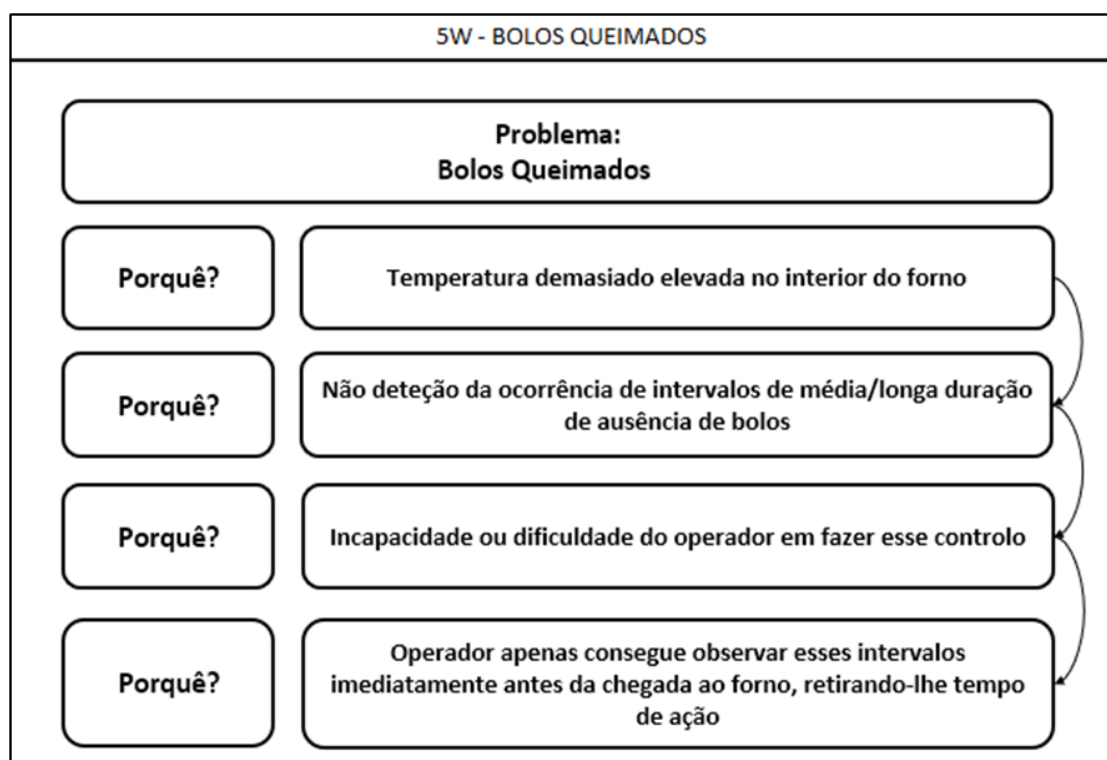


Figura 3.6 - Diagrama 5W para os bolos queimados (Linha de fofos)

3.3.2 Inconsistência na banda de massa à saída da extrusora

No decorrer do período de estágio foi identificada uma das situações mais problemáticas na linha de fofos que estava relacionada com a inconsistência da largura ou espessura da banda de massa extrudida inicialmente.

Esta situação era muito recorrente e afetava consideravelmente a produtividade da linha, pois podia resultar na falta de massa em algumas zonas da mesma, especialmente as duas faixas laterais, constituindo desperdício na linha causado por um decréscimo do tempo de valor acrescentado e podia, também, resultar em produção de excedente excessivo, que embora fosse reaproveitado, criava desperdício por provocar a necessidade de retrabalho da massa. Além disso, como parte da massa amassada periodicamente não seria efetivamente utilizada na produção, resultado desse excedente, o intervalo entre massas a ser amassadas necessitava de ser menor, exigindo mais trabalho ao operador da amassaria.

3.3.2.1 Falta de massa total ou parcial, especialmente nas extremidades laterais

O primeiro problema identificado relacionado com a inconsistência da banda de massa à saída da extrusora na linha de fofos foi a falta de massa em algumas partes, especialmente nas extremidades laterais, como foi referido anteriormente, que pode ser observado na Figura 3.7. Seguiu-se, então, um estudo atento aos processos de Extrusão e Corte da massa, de modo a identificar as causas-raiz que estão na origem deste problema, recorrendo-se, novamente, ao Diagrama 5W.



Figura 3.7 - Falta de massa nas laterais da banda (Linha de fofos)

Inicialmente, percebeu-se que este problema tinha duas origens, podendo ser por falta apenas de um dos lados da banda ou por falta de massa em ambos os lados.

Para o primeiro caso o problema é simples, consistindo no desalinhamento entre os tapetes e a extrusora, o que fazia com que a massa estivesse desalinhada do tapete e consequentemente, em muitas ocasiões produzisse muito excedente de um lado e originasse falta de massa do lado oposto.

Quanto ao segundo caso, observou-se que era originado pelo facto de a banda de massa ser demasiado estreita em ambos os lados, que se devia a algumas inconsistências na alimentação de massa e na quantidade de massa alimentada na extrusora, o que influencia a espessura e largura da massa. No entanto, constatou-se que estas inconsistências se deviam ao facto de não haver uma medida específica na alimentação da extrusora, sendo feita à mão pelo operador, quando este notava essa necessidade. No entanto, o operador ia realizando outro tipo de tarefas, principalmente a amassadura da massa, que lhe retirava bastante tempo, fazendo variar os intervalos de tempo em que a alimentação à extrusora era feita. Sendo, então a dificuldade em coordenar a alimentação da extrusora com as restantes tarefas desempenhadas pelo operador a causa-raiz deste problema.

Um resumo deste estudo está representado no diagrama 5W presente na Figura 3.8.

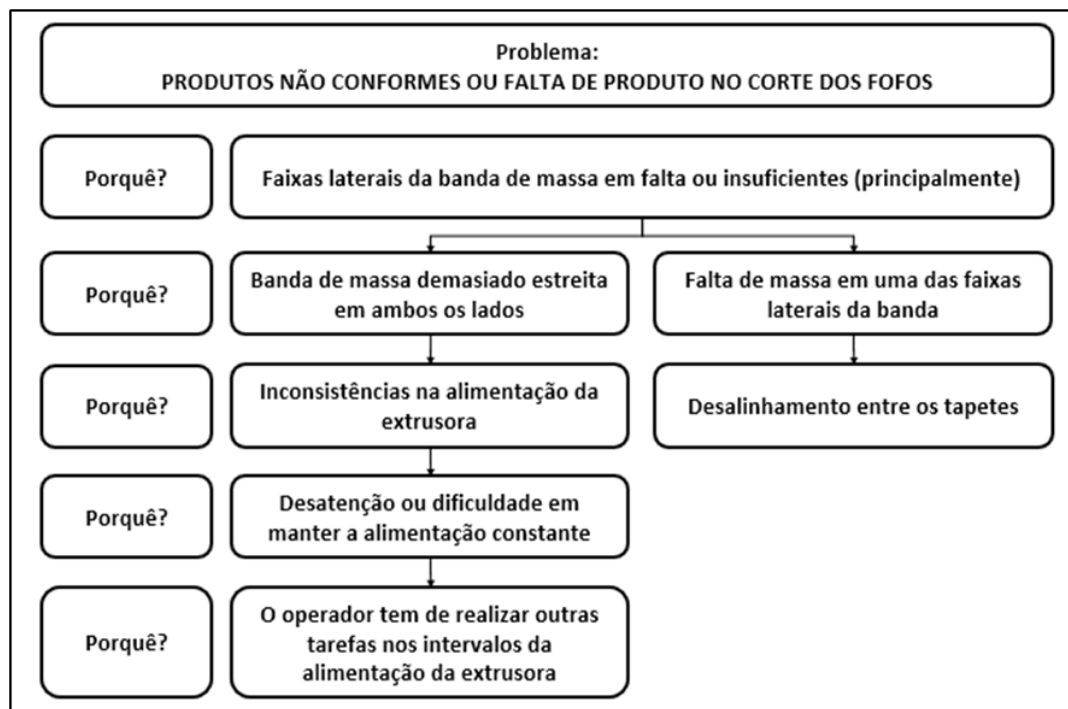


Figura 3.8 - Diagrama 5W da falta de massa na banda extrudida

3.3.2.2 Produção de excedente excessivo na zona de corte

O segundo problema identificado relacionado com a inconsistência da largura da massa foi a ocorrência de intervalos de tempo em que era produzido demasiado excedente aquando do corte, tal como se pode observar na Figura 3.9.



Figura 3.9 - Produção de excedente excessivo na zona de corte

Assim, realizou-se um outro diagrama 5W, de modo a encontrar a causa-raiz ou causas-raiz deste problema. Observou-se que este excedente não era produzido de forma constante, sendo originado pela largura excessiva da banda de massa extrudida à saída da extrusora em intervalos indefinidos. Constatou-se, ainda, que por vezes esse excedente era maior num dos lados da banda, e outras vezes produzia excedente em demasia nos dois extremos da banda de massa.

Para o caso de a produção de excedente ser apenas ou maioritariamente numa das extremidades laterais, constatou-se que se devia, também, ao desalinhamento entre os tapetes da extrusora e do corte, como já havia sido concluído no diagrama na Figura 3.8.

Além disso, no decorrer do estudo nesta zona da linha concluiu-se que a produção de excedente de forma intermitente, também à semelhança do que foi referido em 3.3.2.1, se devia à inconsistência da largura da banda de massa, causada pela alimentação da extrusora em intervalos de tempo e quantidades variáveis, que era provocada pela necessidade do operador se deslocar à extrusora para proceder à sua alimentação, enquanto realizava outras tarefas, não havendo intervalo entre alimentações predefinido.

Assim sendo, tal como em 3.3.2.1, as causas-raiz deste problema são o desalinhamento dos tapetes e a dificuldade em coordenar a alimentação da extrusora com as restantes tarefas desempenhadas pelo operador.

Na Figura 3.10, pode se observar o Diagrama 5W elaborado para o problema em estudo, onde é resumida toda esta informação.

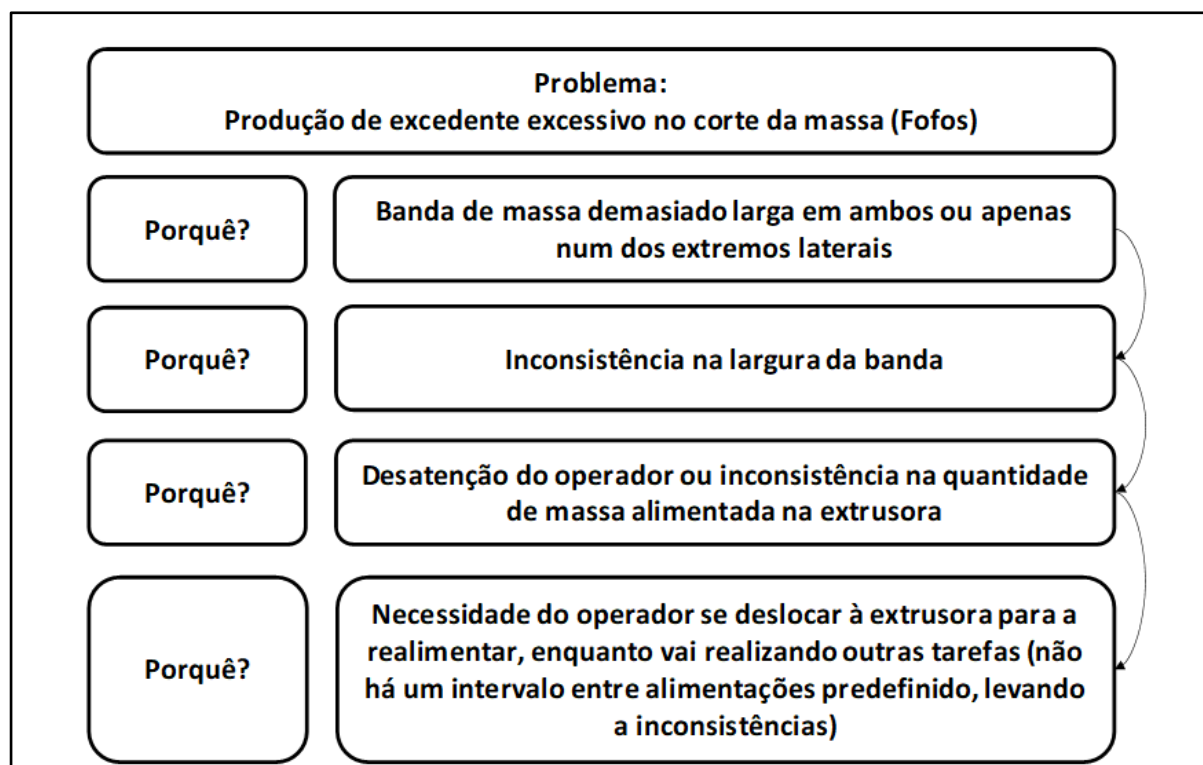


Figura 3.10 - Diagrama 5W da produção de excedente excessivo na zona de corte

Assim, concluiu-se com a elaboração dos respetivos Diagramas 5W, para os dois problemas identificados em 3.3.2.1 e em 3.3.2.2, que as causas-raiz eram semelhantes e que ambos se poderiam solucionar ou mitigar com a mesma solução ou conjunto de soluções.

3.3.3 Bolos colados à saída do forno - Linha de Fofos

O terceiro problema identificado, ainda na linha de fofos, foi a ocorrência de 2 ou mais bolos colados à saída do forno, como se pode observar na Figura 3.11. Verificou-se, ainda, que este problema apresentava elevada frequência, afetando cerca de 20/25% de todos os bolos produzidos. Por vezes alguns desses bolos voltam a desunir-se, no entanto, muitos mantêm-se colados até à zona de embalagem, onde têm de ser separados e outros não são detetados, implicando um embalagem de produto não conforme.



Figura 3.11 - Ocorrência de bolos colados à saída do forno

De forma a identificar as causas-raiz que originavam esta ocorrência, procedeu-se, novamente, à elaboração do Diagrama 5W para este problema. Inicialmente, percebeu-se que os bolos se colavam ainda antes da chegada ao forno, e podiam ocorrer de duas formas:

1. Os bolos colam-se na zona de transferência do tapete da fermentação para o tapete do forno;
2. Os bolos colam-se ainda no interior da câmara de fermentação.

Para o primeiro caso, concluiu-se que se devia à diferença de alturas e de velocidades entre os tapetes. Observou-se que o tapete do forno se movimentava a uma velocidade ligeiramente inferior em relação ao tapete da fermentação, o que fazia com que os bolos que chegavam ao tapete do forno se "atrasassem" e fossem alcançados pelos que lhes seguiam.

Para o segundo caso, verificou-se que os bolos se colavam no interior da câmara de fermentação devido ao aumento do volume causado pelo próprio processo de fermentação, que fazia com que o espaço entre os bolos diminuísse.

Concluiu-se, então, que estes bolos que se colavam no interior da câmara não deveriam estar a uma distância ideal entre eles, e, portanto, apresentavam uma distribuição deficiente no tapete, que era causada pelo facto de não existirem zonas definidas para os bolos, que delimitem o espaço ocupado para cada unidade de bolo, possibilitando que estes estejam mais próximos ou mais afastados dos restantes, de forma aleatória.

Foi, então, elaborado o diagrama 5W que resume toda esta informação, estando representado na Figura 3.12

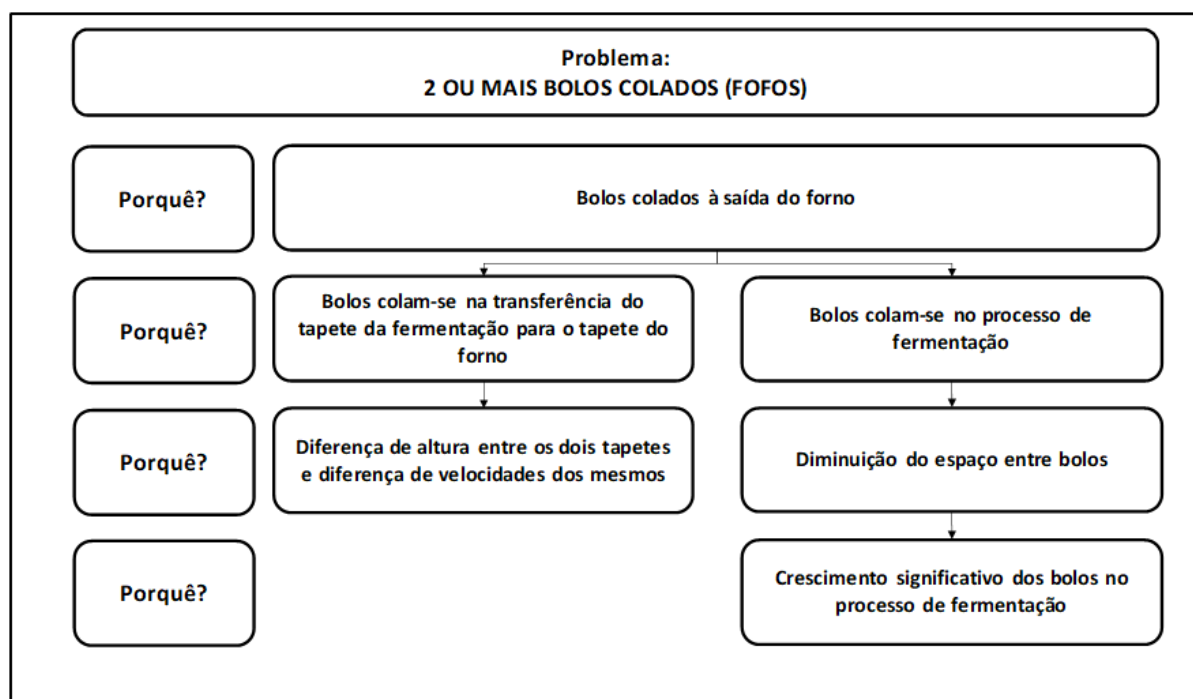


Figura 3.12 - Diagrama 5W dos bolos colados (Linha de fofos)

3.3.4 Bolos colados à saída do forno - Linha de Tabuleiros

O quarto, e último, problema identificado é semelhante ao anterior, embora, este, se tenha verificado na linha de tabuleiros e diz respeito aos bolos que se colam no processo de produção.

Verificou-se que este problema apresentava uma frequência significativamente inferior ao mesmo problema na linha de fofos, no entanto, sendo esta uma linha que produz menor quantidade e que produz maior variedade de produtos, é de extrema importância que se eliminem os desperdícios ou que estes sejam reduzidos ao máximo possível.

À semelhança do que foi feito para os problemas apresentados anteriormente, recorreu-se, também, à elaboração de um diagrama 5W, de modo a identificar as causas-raiz deste problema e, posteriormente, encontrar formas de o solucionar ou mitigar.

Inicialmente, pôde-se concluir que os bolos se colaram, devido ao espaço reduzido entre os mesmos. De seguida, verificou-se que isto se devia à má distribuição dos bolos nos tabuleiros agregada ao crescimento dos mesmos no processo de fermentação.

Posteriormente, identificaram-se duas razões para essa má distribuição dos bolos, sendo elas, a dificuldade em posicioná-los na zona de "Deposição em Tabuleiros" e o deslocamento dos bolos devido a vibrações e impactos na linha.

Para o primeiro caso, identificou-se que a causa era o pouco tempo de ação para o operador colocar os bolos.

Para o segundo caso, identificaram-se também duas razões para esses deslocamentos, sendo eles, a ocorrência de impactos demasiado intensos e a possibilidade de os bolos se movimentarem "livremente" ao longo do tabuleiro, por ausência de zonas definidas para depositar cada unidade de bolo (tabuleiros sem formas).

Assim sendo, pode-se concluir que este problema apresenta duas causas-raiz, sendo elas, o pouco tempo de ação para o operador na tarefa "Deposição em Tabuleiros" e a ausência de subdivisões no tabuleiro para cada unidade de bolo. Um resumo deste estudo está representado no Diagrama 5W, presente na Figura 3.13.

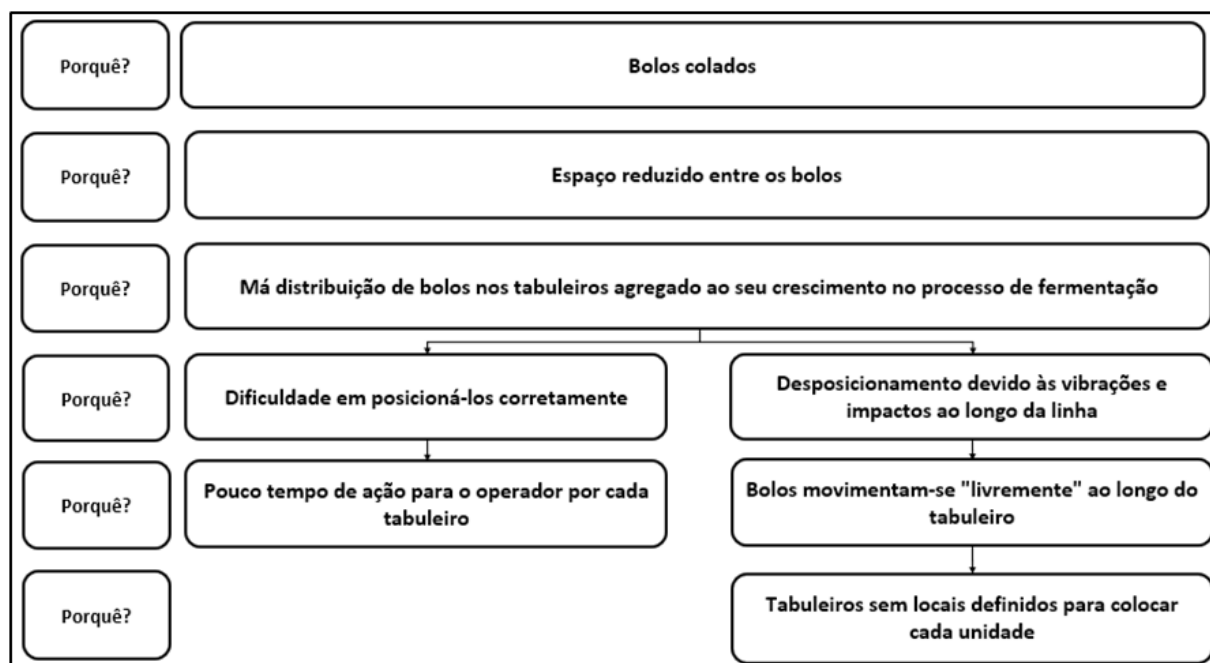


Figura 3.13 - Diagrama 5W dos bolos colados (Linha de Tabuleiros)

3.4 Propostas de melhoria

3.4.1 Propostas de melhoria para os problemas identificados

Posteriormente à identificação das causas-raiz dos problemas em estudo no subcapítulo 3.3, procedeu-se ao brainstorming e desenvolvimento de soluções que permitissem solucionar completamente ou parcialmente esses mesmos problemas.

Para o caso descrito em 3.3.1, a "ocorrência de intervalos de bolos queimados na linha de fofos", onde se observou que advinha da ocorrência de intervalos com ausência de bolos

e dificuldade na sua detecção por parte do operador, tentou-se desenvolver uma solução que permitisse ao operador obter sempre a informação de que um intervalo de ausência de bolos iria ocorrer e quando ia, aproximadamente, ocorrer, dando-lhe assim, tempo de ação para ajustar as temperaturas do forno.

Assim, foi sugerida a utilização de um sensor ou conjunto de sensores que ainda no final da câmara de fermentação detetasse esses intervalos e passasse essa informação com recurso a um dispositivo de alerta através de um sinal luminoso (*andon*) ou sinal sonoro, permitindo que o operador pudesse interromper momentaneamente as tarefas que estava a realizar e ajustasse o forno corretamente.

Esta ação de melhoria, foi apenas sugerida, pois como depende da utilização de sensores e consequente investimento, não se conseguiu colocar em prática no decorrer do período de estágio.

Para os casos descritos em 3.3.2, "produção de excedente excessivo na zona de corte e falta de massa total ou parcial, especialmente nas extremidades laterais", observou-se que ambos estavam relacionados com a inconsistência da banda de massa à saída da extrusora, causada pela dificuldade por parte do operador em manter uma alimentação constante da mesma e pelo desalinhamento entre os tapetes da extrusora e de corte.

Assim sendo, procedeu-se ao alinhamento dos tapetes, que permitiu reduzir em cerca de 25% a ocorrência de produtos não conformes e, para além disso, procurou-se desenvolver uma melhoria que permitisse manter a alimentação da extrusora de forma consistente e automática. Para isso, sugeriu-se utilizar uma tremonha que armazenava uma massa amassada completa e que, com auxílio de sensores, detetava a necessidade de massa na extrusora, cortando uma porção de massa e transferindo-a para a extrusora por meio de um tapete.

No decorrer do estágio não foi possível proceder à implementação total desta melhoria, devido à necessidade extra de adquirir sensores e de os configurar corretamente. No entanto, a tremonha foi já instalada e passou a ser utilizada com recurso ao manuseamento do operador, poupando, para já, em esforços o operador, que antes tinha de depositar cada porção de massa (aproximadamente 10Kg) na boca da extrusora a uma altura superior a 1,80m. Para se compreender melhor a implementação desta melhoria, está presente na Figura 3.14 a zona da extrusão, já com a tremonha instalada e respetivo tapete.



Figura 3.14 - Instalação da Tremonha de alimentação da Extrusora

Para o caso em estudo em **3.3.3**, "bolos colados à saída do forno na linha de fofos", onde se identificou que este problema se devia à diferença ínfima de velocidades dos tapetes da fermentação e do forno e à má distribuição dos bolos agregada ao crescimento de volume dos mesmos no processo de fermentação, tentou-se sugerir melhorias que permitissem garantir uma boa distribuição dos bolos, mantendo-os constantemente à mesma distância.

Para isso, sugere-se que se nivelem as velocidades dos dois tapetes, de modo que se mantenha a distância entre os bolos na transferência entre os tapetes e que se utilizem tapetes com divisórias individuais, limitando cada fila de bolos a uma posição definida, impossibilitando que, no processo de crescimento do seu volume, se cole aos bolos adjacentes.

Por fim, procurou-se desenvolver melhorias para o caso exposto em **3.3.4**, "bolos colados à saída do forno na linha de tabuleiros", onde se concluiu que as causas para este problema estavam relacionadas com a má distribuição dos bolos agregada ao crescimento significativo do seu volume no processo de fermentação, principalmente causada pela ausência de zonas predefinidas para cada unidade de bolo no tabuleiro.

Para isso, sugere-se que se utilizem tabuleiros com formas *standard*, adaptáveis a todos os bolos, ou tabuleiros com formas específicas para cada tipo de bolos. Desta forma, os bolos são impossibilitados de se movimentarem "livremente" ao longo do tabuleiro impossibilitando que se cole aos restantes.

3.4.2 Propostas de implementação de ferramentas *Lean*

3.4.2.1 5S

Para além dos problemas já identificados anteriormente, foram identificados outros problemas não tanto ao nível do processo de produção, tais como, falta de organização e deficiente ocupação dos postos de trabalho e espaços, em geral. De modo a colmatar estes problemas que implicam a redução da produtividade e redução das condições de segurança e conforto dos operadores, constatou-se que a aplicação da ferramenta Lean de 5S seria de elevada importância, pois permitia reduzir esses desperdícios na ocupação de espaços, bem como reduzir o tempo perdido na procura pelas ferramentas requeridas causado pela desorganização dos postos de trabalho ou dos espaços de arrumação de produtos e/ou ferramentas.

Um dos espaços em que se denotou necessidade de intervenção, aplicando a ferramenta 5S foi um espaço de arrumação de produtos químicos de limpeza e de elementos diversos, principalmente, relacionados com a limpeza. Nas Figura 3.15 e Figura 3.16 pode-se observar o estado inicial desse local, onde se deteta a olho nu uma clara desorganização dos produtos, não estando armazenados ordeiramente nem apresentando lugares predefinidos para cada produto/elemento.



Figura 3.15 - Estado inicial do espaço de arrumação de produtos químicos 1



Figura 3.16 - Estado inicial do espaço de arrumação de produtos químicos 2

Outro dos espaços em que foi identificada necessidade de aplicação desta ferramenta foi um espaço de arrumação de ferramentas de trabalho diversas. Neste espaço, também se deteta, claramente, uma enorme falta de organização em todas as prateleiras, como se pode observar na Figura 3.17.



Figura 3.17 - Estado inicial do espaço de arrumação de ferramentas

Por fim, identificou-se, ainda, outro espaço em que havia necessidade de intervenção, com recurso à utilização da ferramenta 5S. Este espaço (Figura 3.18), ao contrário dos anteri-

ores, faz parte do processo de produção, mais propriamente no posto de trabalho da amassaria, onde é possível observar alguma desarrumação e alguma sujidade que se deveria tentar evitar, sendo, no entanto, uma tarefa complicada, devido ao contexto do funcionamento deste posto.



Figura 3.18 - Estado inicial da Amassaria

3.4.2.2 *Standard Work*

Outra proposta de implementação de uma ferramenta *Lean*, estava relacionada com a padronização das tarefas e, ainda, com a melhoria da documentação técnica acerca dos produtos. Para isso, propôs-se aplicar a ferramenta *Lean* de *Standard Work*, que procura providenciar padrões de funcionamento de todas as tarefas.

Mais propriamente, foi proposto, então, desenvolver fichas técnicas do produto que resumiam toda a informação necessária acerca do processo de produção de cada produto, afixando-as num local específico da fábrica, de forma a facilitar, em caso de dúvida, a obtenção de alguma informação por parte de qualquer operador, garantindo, então, que todos os operadores desempenhem as mesmas funções da mesma forma, minimizando as possibilidades de erro e garantindo a conformidade da produção. Para além disso, propôs-se, também, desenvolver alguns documentos com instruções de trabalho mais específicas para cada posto, garantindo a qualidade e conformidade do que está a ser produzido. Assim, de seguida, identificaram-se os postos de trabalho ou áreas de ação mais críticos a esta aplicação, devido à maior complexidade das tarefas desempenhadas, sendo eles, o embalamento, a amassaria, a deposição em tabuleiros e os fornos.

3.4.2.3 Diagrama de Esparguete

Ao longo do período de estágio e com a extensiva observação dos métodos de trabalho de cada posto de trabalho e respetivos operadores, constatou-se que o operador da amassaria, que é, também, responsável pela realimentação da massa na extrusora, pela remoção do excedente dos recipientes ao longo da linha e pela regulação das temperaturas do forno consoante o estado dos bolos que o mesmo vai observando, realizava demasiados movimentos desnecessários, tendo-se optado por fazer uma análise, recorrendo-se ao Diagrama de Esparguete.

Esta é uma ferramenta que apresenta elevada utilidade, pois permite desenhar e representar todos os movimentos realizados pelo operador, averiguando se existem movimentos desnecessários e redundantes no decorrer da execução das suas tarefas e a quantidade de tempo despendido em cada ponto da linha. Posteriormente a essa representação e consequente análise da mesma, será então possível desenvolver rotas mais eficientes, aumentando o rácio do tempo despendido pelo operador no seu posto de trabalho específico.

Para isso, foi realizado um documento *template* onde se desenhou o *layout* da zona de ação do operador na fábrica contemplando, ainda, outros dados e informações relativos à observação, sendo eles, a função/ secção (posto de trabalho), o operador, a hora de início, a data, a duração do período de observação, o tempo despendido no seu posto de trabalho e fora do mesmo, a distância percorrida e a velocidade média do operador e a percentagem do tempo despendido no seu posto de trabalho.

Para proceder ao desenho do diagrama realizou-se, então, cinco observações de 15 minutos, que corresponde, aproximadamente, ao tempo de reposição de cada massa. Nesse período, observou-se que o operador se deslocava junto da extrusora 6 vezes e realizou alguns movimentos repetitivos que poderiam ser evitados. Estes últimos dizem, principalmente, respeito às deslocações aos recipientes de excedente de massa, em que o operador não aproveitava o deslocamento a esse local para realizar outras tarefas pelo caminho, obrigando-o a deslocar-se mais vezes, resultando numa maior distância percorrida. O diagrama desenhado pode ser observado na Figura 3.19. No diagrama pode-se constatar que o operador percorreu 291 metros, apresentando, então, uma velocidade média de 19,4 m/min e que tem uma percentagem de valor acrescentado no posto de trabalho de 36,78% resultantes do facto de 5 minutos e 31 segundos terem sido despendidos no seu posto de trabalho e 9 minutos e 29 segundos terem sido fora do seu posto, em deslocações e a realizar outras tarefas complementares.

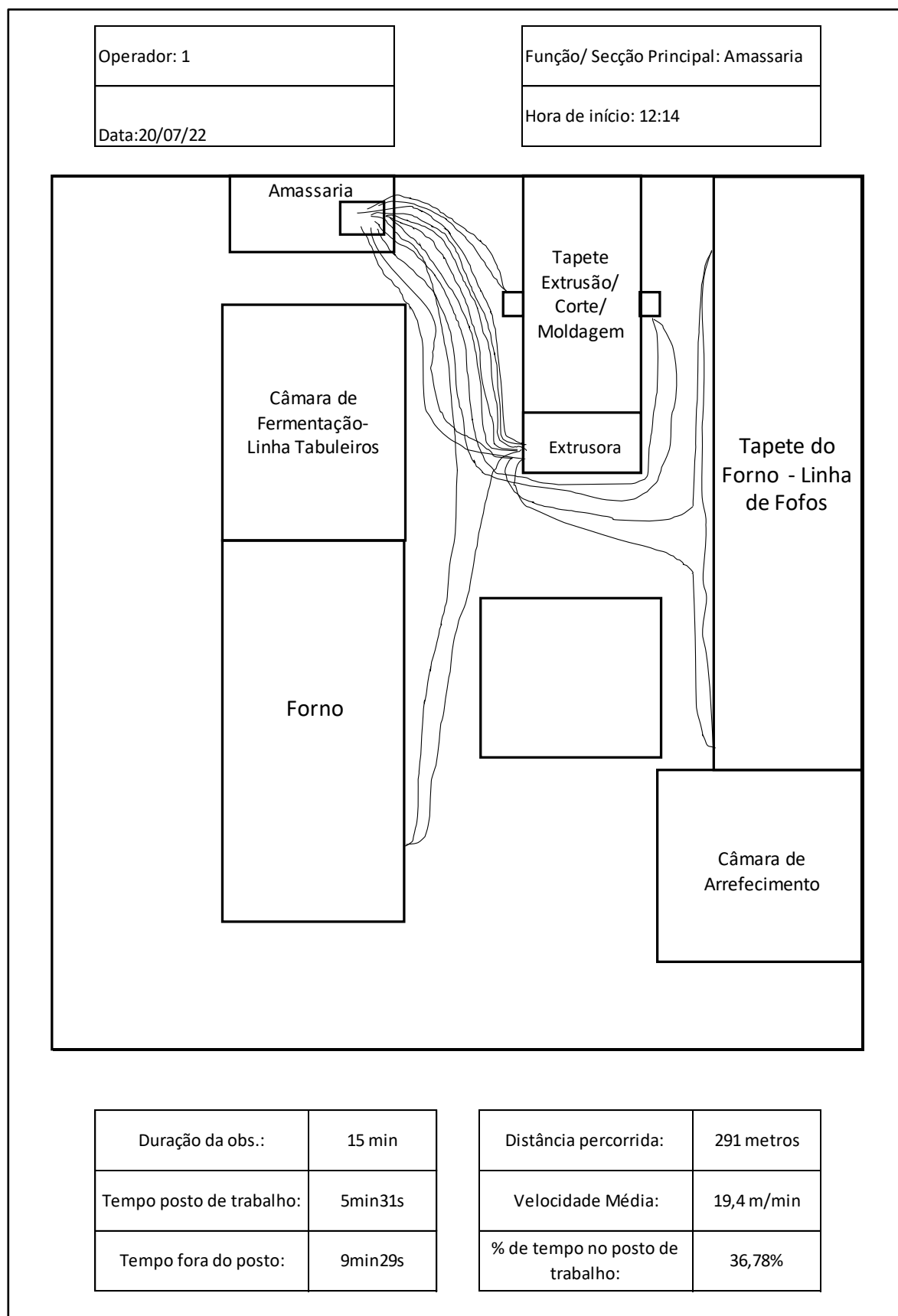


Figura 3.19 - Diagrama de Esparguete da situação inicial do operador

IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTAS *LEAN* E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 Implementação das Ferramentas *Lean*

4.1.1 5S

Embora tenham sido identificados três espaços diversos que denotavam necessidade de implementação da ferramenta *Lean* 5S, por ordem de alguns constrangimentos, apenas se conseguiu aplicar esta ferramenta em um desses espaços.

Para o primeiro caso, do **espaço de arrumação de produtos químicos de limpeza**, por se tratar de um espaço menor e de mais simples aplicação da ferramenta, foi possível proceder à sua aplicação. Inicialmente, seguindo os passos integrantes desta metodologia, começou-se por realizar um trabalho de observação do espaço e identificação dos elementos desse espaço que eram, efetivamente, preponderantes e os que eram desnecessários ou que não estavam num local adequado, removendo-os ou realocando-os de forma que no espaço de trabalho estejam apenas e só os elementos indispensáveis e estritamente necessários para a realização das tarefas aí desempenhadas.

De seguida, já, apenas, com os elementos necessários, foram predefinidos os locais exatos para cada elemento, rotulando cada um deles corretamente, identificando ainda os símbolos de perigo químico correspondentes a cada, de forma que o operador saiba imediatamente os cuidados que deve ter ao manusear o produto (Figura 4.1 e Figura 4.2).



Figura 4.1 - Estado final do espaço de arrumação de produtos químicos 1



Figura 4.2 - Estado final do espaço de arrumação de produtos químicos 2

Além disso, reorganizaram-se alguns elementos, como os panos de limpeza, que antes não apresentavam nenhum local específico nas prateleiras, tendo sido acrescentados suportes para os mesmos, facilitando a sua utilização, à semelhança do que aconteceu com as apanhadeiras, como se pode observar na Figura 4.3.



Figura 4.3 - Estado final do espaço de arrumação de produtos químicos 3

Por fim, procurou-se manter este local constantemente limpo, estabelecendo, para isso, padrões de limpeza e arrumação deste espaço, elaborando um plano periódico de forma a garantir que as condições apresentadas se mantêm ao longo do tempo. Para isso, é, também, importante que todos os colaboradores responsáveis pela limpeza ou que utilizem este tipo de produtos, saibam como os utilizar e como proceder na sua arrumação. Assim, como se verificou que neste espaço se encontravam, ainda, os planos de higienização gerais da fábrica e as fichas de dados de segurança dos produtos, no decorrer da aplicação do 5S, tentou-se dar ênfase a estes elementos, identificando-os bem e colocando-os em locais de fácil acesso, para que todos saibam onde os encontrar e como proceder quanto à higienização periódica dos espaços da empresa e, também, como proceder e quais os cuidados a ter no manuseamento de qualquer produto presente neste espaço. (Figura 4.4).

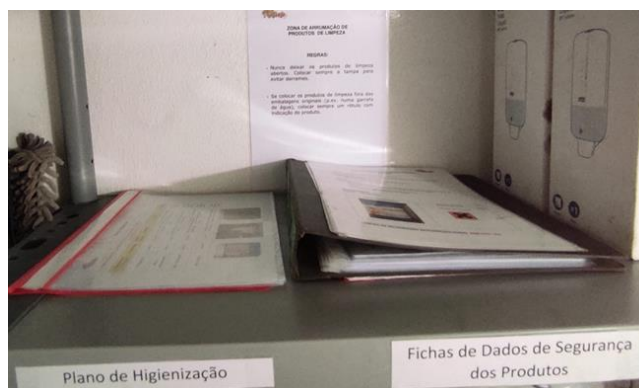


Figura 4.4 - Estado final do espaço de arrumação de produtos químicos 4

Para os outros dois casos identificados anteriormente que requeriam necessidade de aplicação da ferramenta 5S, no espaço de arrumação de ferramentas de trabalho e na amassaria, não foi possível proceder a esta implementação.

No caso do **espaço de arrumação das ferramentas de trabalho**, não se conseguiu aplicar esta ferramenta, pois, apenas, se identificou num momento final do período de estágio esta necessidade e, para além disso, é um espaço relativamente grande, mas com algumas limitações, sendo necessária uma remodelação global do espaço de forma que se tornasse corretamente eficiente. No entanto, com recurso a observação cuidada do espaço e das ferramentas que nele se encontravam, aconselha-se o uso de um conjunto de painéis perfurados com suportes para cada ferramenta, ordenando-as e rotulando-as corretamente e recomenda-se, também, a utilização de caixas de arrumação em gaveta, de forma a separar e organizar outro tipo de elementos diversos, como parafusos, brocas, entre outros.

Para o caso da **amassaria**, por ser um espaço integrante e preponderante do processo de produção na fábrica, seria difícil aplicar esta ferramenta em horário útil de trabalho, pois para proceder a esta aplicação seria necessário que se interrompesse o seu funcionamento durante um período considerável, portanto, não foi possível atuar efetivamente na implementação do 5S neste posto, mas sugere-se que seja aplicado, pois permitiria uma maior arrumação do posto e maior limpeza do mesmo, contribuindo para um aumento da garantia de qualidade do produto.

4.1.2 *Standard Work*

4.1.2.1 Ficha Técnica do Produto

Tal como foi identificado, havia necessidade de melhorar a documentação técnica acerca da produção de cada um dos produtos, portanto, para isso foi desenvolvido um *template* de uma ficha técnica do produto, que contempla um resumo de toda a informação necessária ao processo de produção do mesmo. Para isso, identificaram-se as informações necessárias a constar na ficha, sendo elas, as referências da receita e da ficha técnica, as dimensões e peso do produto, bem como do seu posicionamento nos tabuleiros, as informações de regulação do forno, as instruções e características do embalamento, encaixotamento, paletização e do seu armazenamento. Na Figura 4.5 está um exemplo de uma ficha técnica do produto, neste caso dos Extrafos.

Ficha Técnica do Produto

	Produto	Extrafofos "Bombolo"
	Ref. Receita	
	Ref. Ficha técnica	

Dimensões			
Peso em massa por unidade	25g		
Forno			
Tempo de cozedura	8 min		
Temperatura de cozedura	≥225°C	≥185°C	≥200°C
Embalamento			
Unid. p/ embalagem (Aprox.)	12		
Peso líquido por embalagem	300g		
Tipo de embalamento	Saco fechado termicamente em grupagem		
Tipo de Rotulagem	Rótulo em filme impressor		
Tipo de caixa			
Embalagens p/ caixa	12		
Caixas p/ palete	12		
Tipo de palete			
Armazenamento			
Tipo de armazenamento	Ambiente		

Figura 4.5 - Exemplo de Ficha técnica do produto para o produto Extrafofos "Bombolo"

4.1.2.2 Ficha de Instruções de Trabalho

Para além da ficha técnica, foram, como proposto, desenvolvidos vários documentos acerca das instruções de trabalho para cada tarefa desempenhada nos postos de trabalho ou zonas de ação identificados anteriormente.

Para a zona de embalamento, constam as informações específicas da tarefa a desempenhar no posto de trabalho acerca do tipo de embalagem, peso da embalagem, tipo de rotulagem, tipo de caixa, embalagens por caixa, número de caixas por palete e o tipo de palete a utilizar. Além disso, este documento apresenta também os passos a seguir pelo operador desde a receção do produto embalado até à sua paletização. Por fim, o operador deste posto de trabalho é, também, responsável por verificar a qualidade e conformidade do produto, portanto, este documento pode contemplar, se necessário, algumas imagens ilustrativas do estado requerido da cozedura, da embalagem, da rotulagem e da forma e tamanho dos bolos.

Para a amassaria, nestas fichas de instruções de trabalho, constam as referências da receita e da ficha técnica, as características da amassadura (peso da massa, tempo de amassadura e intervalo entre amassaduras) e os ingredientes e respetivas quantidades que fazem parte da receita.

No que diz respeito ao posto da Deposição em Tabuleiros, estão presentes, também, as referências da receita e da ficha técnica e as características do bolo requeridas (peso e dimensões), o peso de afinação na máquina (que não corresponde exatamente ao peso requerido para o bolo), o posicionamento dos bolos no tabuleiro (com fotografia ilustrativa), bem como fotografias ou indicações relacionadas com a conformidade do produto que se deve garantir à chegada e/ou à saída do posto.

Por fim, na ficha de instruções de trabalho para a zona dos fornos, estão presentes, tal como nos restantes, as referências da receita e da ficha técnica, as informações de regulação do forno (tempo de cozedura e temperaturas das diversas zonas do forno), indicações referentes ao estado de cozedura dos bolos à saída do forno (com fotografias ilustrativas) e indicações do estado de qualidade do produto relacionadas com produto mal formado ou bolos colados (com fotografias ilustrativas).

Na Figura 4.6 está representado um exemplo de um documento das Instruções de Trabalho do posto de Embalamento da linha de Extrafofos.

Instruções de Trabalho - Extrafos "Bombolo"

	Posto de trabalho	Embalamento
	Ref. Receita	
	Ref. Ficha técnica	

Características do Embalamento	
Intervalo de peso aceite p/ embalagem	300-310g
Tipo de embalamento	Saco fechado termicamente em grupagem
Tipo de Rotulagem	Rótulo em filme impressor
Tipo de caixa	
Embalagens p/ caixa	12
Caixas p/ palete	12
Tipo de palete	
Métodos/ Instruções/ Ações	
- Montar a caixa	
- Verificar o estado dos bolos (cozedura, forma e tamanho) e estado da embalagem e rótulo	
- Colocar 12 embalagens por caixa	
- Selar a caixa	
- Rotular a caixa	
- Passar a caixa pelo detetor de metais	
- Colocar as caixas na palete em bases de 4 caixas com 8 caixas de altura	

Figura 4.6 - Exemplo de Ficha de instruções de trabalho para o Embalamento do produto Extrafos "Bombolo"

4.1.3 Diagrama de Esparguete

Posteriormente à aplicação do Diagrama de Esparguete, foi possível, observar alguns movimentos desnecessários realizados pelo operador ao longo do período de observação, elaborando uma rota otimizada desse percurso, diminuindo o número de deslocações e a distância percorrida para 198 metros, podendo observar-se esta nova rota na Figura 4.7.

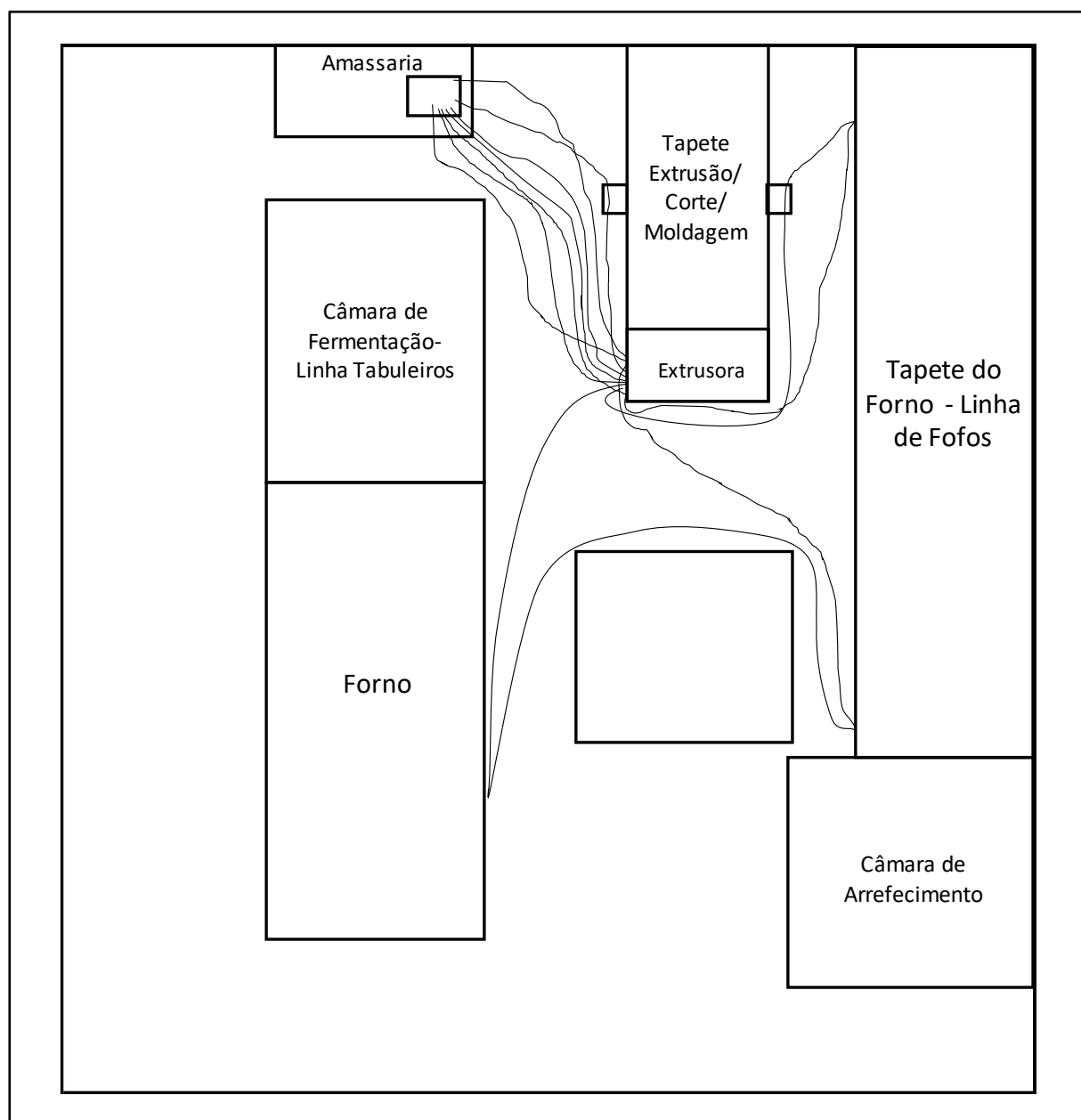


Figura 4.7 - Diagrama de Esparguete da rota otimizada do operador na situação final

Por análise do Diagrama de Esparguete inicialmente desenhado, constatou-se que o operador nas suas constantes deslocações à extrusora, nem sempre realizava tarefas pelo caminho, desaproveitando o tempo e distância percorridos. Assim, para o desenho desta

nova rota otimizada, procurou-se coordenar os deslocamentos obrigatórios à extrusora com as restantes tarefas desempenhadas pelo operador, de forma que o caminho percorrido pelo operador fosse mais eficiente.

Além disso, foi ainda pensado outro cenário, referente à implementação total da tremonha que permitirá a alimentação automática da extrusora. Neste cenário, o operador teria muito mais tempo "livre", pois não necessitava de se deslocar tantas vezes à extrusora, podendo então realizar outro tipo de tarefas que até àquele momento seria impossível realizar.

4.2 VSM de estado futuro

No decorrer do período de estágio não foi possível implementar melhorias no processo que tivessem um efeito imediato no VSM, no entanto, para ambas as linhas em estudo foi desenvolvido um possível sistema (comum a ambas) que poderia ser implementado na fábrica, em que se utiliza um sistema misto de *pull* e *push* com recurso a cartões *Kanban*.

Neste sistema seria utilizado um supermercado no armazém, de onde seriam retiradas as necessidades dos clientes. Consoante essa retirada de produto, eram processados cartões *Kanban* de produção que seriam encaminhados para o início do sistema de produção, para o processo da "Mistura/Amassaria", indicando o produto específico e a quantidade a produzir. Além disso, seria também implementado *pull* no início do sistema com recurso a supermercado, de modo que a empresa só recebesse a matéria-prima à medida que ia utilizando a mesma, diminuindo o *stock* de matérias-primas.

Como esta é apenas uma guia que a empresa pode e deve seguir no futuro, não tendo sido implementada, não foi possível averiguar exatamente os possíveis efeitos no *lead time* dos sistemas, no entanto, é esperado que estas alterações a cada um dos sistemas venham a diminuir consideravelmente o *lead time* do processo, conseqüente da diminuição das quantidades em *stock*, quer seja de matéria-prima, como de produto acabado.

Na Figura 4.8 e na Figura 4.9, é possível observar os VSM's de estado futuro para a linha de Fofos e linha de Tabuleiros, respetivamente.

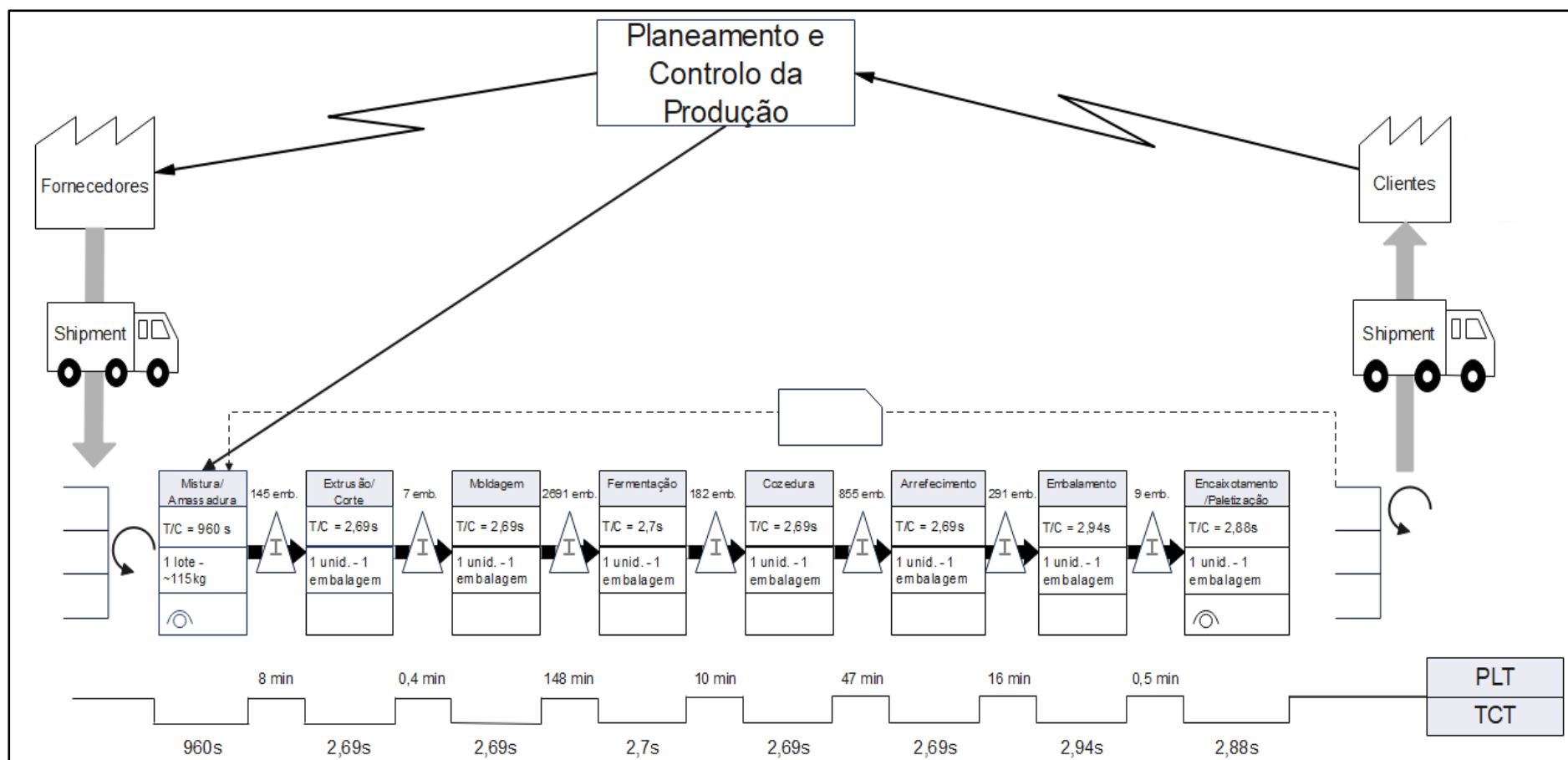


Figura 4.8 - VSM do estado futuro da linha de fofos (Produto "Extrafocos")

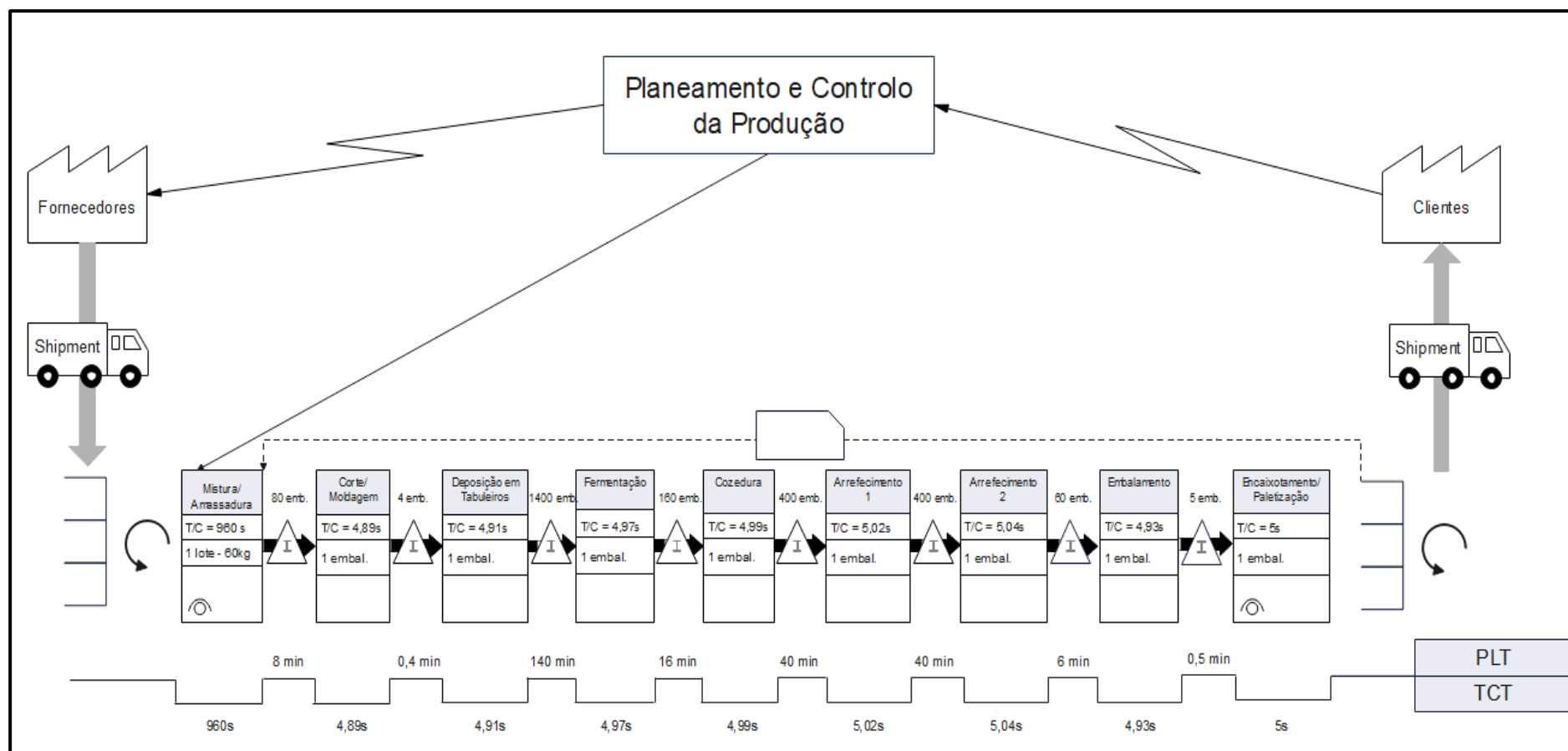


Figura 4.9 - VSM do estado futuro da linha de tabuleiros (Produto "Mini-Brioche/Bolas")

4.3 Discussão de Resultados

Com a aplicação da ferramenta 5S, obteve-se uma maior organização do espaço de arrumação em causa, permitindo que o tempo perdido em busca do produto requerido seja menor. Além disso, com a rotulagem dos locais de todos os produtos agregada aos símbolos químicos dos mesmos, é possível manter uma organização constante dos produtos, visto que agora cada um tem o seu local específico de arrumação e o operador consegue ter noção imediata dos cuidados a ter no seu manuseamento.

Quanto à implementação do *Standard Work* através do desenvolvimento das fichas técnicas do produto e de instruções de trabalho, permitiu uma maior padronização dos processos de produção, garantindo maior conformidade e uniformidade do produto, e maior facilidade de acesso às informações relativas ao produto a produzir, diminuindo as possibilidades de erro.

Além disso, no que diz respeito à implementação do Diagrama de Esparguete, foi possível diminuir os movimentos desnecessários realizados pelo operador, diminuindo a distância percorrida em 93 metros, dos 291 metros para 198 metros num mesmo período de 15 minutos. Além disso, constatou-se, ainda, que com a implementação total da tremonha que permitirá alimentar a extrusora automaticamente, o operador terá muito mais tempo disponível, visto já não ser necessário deslocar-se à extrusora tantas vezes e espera-se, ainda, que o número de produtos não conformes venha a diminuir drasticamente após a correta configuração dos sensores que permitirão a alimentação automática da extrusora.

Por fim, foram desenvolvidos dois VSM's de estado futuro para as linhas em estudo, em que é sugerido implementar futuramente um sistema misto de *pull* e *push* com recurso a supermercado, com intuito de diminuir o lead time do sistema, através da diminuição do stock em armazém. Não foi possível averiguar os efeitos concretos que estas medidas teriam em termos quantitativos, no entanto, seria de esperar que os *lead times* entre a chegada da matéria-prima e o processo "Mistura/Amassaria" e entre a saída do produto do "Encaixotamento/Paletização" e a expedição para o cliente diminuíssem consideravelmente, o que resultaria numa diminuição do PLT de cada linha.

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

Neste capítulo será feita, então, uma conclusão em forma de reflexão acerca da aplicação de *Lean* e dos seus benefícios e dificuldades, numa empresa da indústria panificadora.

Com o aumento da competitividade no mercado e com as dificuldades sentidas pelas empresas consequentes da pandemia de covid-19 e, mais recentemente, da guerra entre Rússia e Ucrânia, ficou ainda mais evidente a necessidade e a urgência da adoção de filosofias e métodos diferentes, mais rentáveis e que garantam maior produtividade. A filosofia *Lean*, sendo uma filosofia que procura reduzir e/ou eliminar todo e qualquer tipo de desperdício, traz benefícios consideráveis para as empresas, reduzindo os custos de produção e de armazenamento e, ainda, maximizando a sua produtividade. Assim sendo, pelo facto de a filosofia *Lean* contribuir desta forma, tem vindo a ser cada vez mais recorrente a sua aplicação nas empresas em todo o mundo.

A filosofia *Lean*, teve origem na indústria automóvel, na *Toyota Motor Corporation*, tendo sido posteriormente aplicada a outros setores industriais e não só, recorrendo-se a adaptações da filosofia inicialmente concebida, consoante os cenários sentidos. Na indústria alimentar e mais propriamente no setor de panificação, a aplicação desta filosofia é ainda relativamente escassa quando comparada a muitos outros setores industriais, o que se deve, principalmente, à especificidade do produto a ser produzido e do próprio processo de produção, que por vezes impossibilita a aplicação de certas ferramentas. No entanto, mais recentemente, tem-se vindo a adotar cada vez mais metodologias *Lean* nestes setores, resultante do maior conhecimento adquirido acerca destas técnicas, permitindo a melhor adaptação a cada tipo de indústria.

Neste estudo de caso realizado numa fábrica da indústria panificadora, iniciou-se por elaborar os VSM's de dois produtos da fábrica, de duas linhas distintas, o "Extrafos" e o "Mini-Brioche/Bolas". Para isso, foi necessário compreender todo o funcionamento de ambas as linhas ao pormenor, e, posteriormente, com recurso a *Gemba Walks* e cronometragem, registaram-se os tempos de ciclo de cada um dos processos de produção de cada linha e os tempos de espera entre processos. Para que os dados fossem consistentes, procurou-se realizar observações com períodos consideráveis, realizando cerca de 10 observações para cada processo. Posteriormente, foi, então, possível elaborar os VSM's, onde se pode observar de uma forma simplificada todo o processo de produção e respetivos detalhes sobre o mesmo.

No decorrer de todas as observações realizadas em ambas as linhas foram, também, sendo detetados alguns problemas ou falhas, que foram, então, alvo de estudo com recurso à ferramenta *Lean* do Diagrama de 5W com o objetivo de identificar as causas-raiz de cada um desses problemas. Posteriormente, com a identificação dos problemas e maior conhecimento do funcionamento de cada um desses pontos da linha, foram desenvolvidas sugestões de melhoria a serem implementadas. Para a maioria dessas sugestões, a implementação não foi efetiva durante o período de estágio, pois envolviam investimentos avultados ou utilização de novas técnicas.

Além disso, com o decorrer do período do estudo, foram implementados o 5S num espaço de arrumação de produtos químicos, o diagrama de esparguete referente aos movimentos realizados por um dos operadores e o *Standard Work*, focando no desenvolvimento de fichas de instruções de trabalho padronizadas e das fichas técnicas do produto.

Com a implementação do 5S foi possível melhorar consideravelmente a organização do espaço, retirando elementos desnecessários a esse espaço e especificando locais para cada um dos produtos ou elementos necessários ao mesmo. Para isso, foram rotulados todos os produtos que integravam esse espaço, indicando, ainda, os símbolos químicos de cada um, de modo que fosse mais fácil identificar os cuidados a ter ao manusear os referidos produtos.

Por sua vez, a implementação do Diagrama de Esparguete foi útil, pois permitiu desenhar todos os movimentos do operador no decorrer das suas ações de trabalho e identificar os movimentos desnecessários ou repetitivos realizados pelo mesmo e, posteriormente, foi desenvolvida uma nova rota otimizada, de onde resultou uma redução na distância percorrida num período de 15 minutos, de 291 metros para 198 metros.

Quanto à implementação do *Standard Work*, foram elaboradas fichas técnicas do produto, com um resumo de todas as informações relativas ao produto em questão, o que per-

mite um mais fácil acesso às informações necessárias à sua produção. Neste âmbito, foram ainda desenvolvidas fichas de instruções de trabalho para alguns postos ou zonas de ação da fábrica, que têm como objetivo auxiliar os operadores a desempenharem as suas funções garantindo uma constante conformidade do produto.

Por fim, embora não se tenha conseguido implementar melhorias que tivessem impacto direto no VSM, foram, ainda assim, desenvolvidos VSM's de estado futuro para ambas as linhas, com possíveis soluções que a empresa deverá seguir no futuro, em que se espera conseguir diminuir o stock de matéria-prima e produto acabado no armazém, através da implementação de um sistema de produção misto de *pull* e *push* com recurso a supermercado.

Em suma, pode-se concluir que o trabalho desenvolvido no decorrer do estágio teve resultados positivos, tendo, ainda, no contexto da filosofia *Lean*, muito por explorar e melhorar na fábrica. É extremamente necessário para isso que todos os intervenientes na fábrica, estejam empenhados em procurar a perfeição continuamente, implementando *Lean* com o objetivo constante de reduzir desperdícios em todas as áreas da fábrica.

5.2 Trabalhos Futuros

Concluído este estudo, verifica-se que a empresa pode ainda ser alvo de diferentes abordagens de análise, que não foram aqui abrangidas por falta de tempo devido ao relativamente reduzido período de estágio ou por maior complexidade destas análises, que seriam muito mais exigentes e requeriam um maior conhecimento de todo o processo produtivo.

Assim sendo, para além da implementação das sugestões mencionadas no decorrer deste estudo, são mencionadas, ainda, algumas sugestões de possíveis trabalhos futuros:

- Implementação de produção *pull* e *Kanban* no sistema de produção da fábrica, tal como sugerido nos VSM's de estado futuro elaborados;
- Análise OEE dos equipamentos, de modo a averiguar a necessidade de aquisição de novos equipamentos;
- Análise ao *layout* da fábrica e armazém - Com intuito de reorganizar o seu layout, tornando-o mais eficiente;
- Aplicação do Diagrama de Esparguete no armazém, de forma a estabelecer melhores rotas de movimentação dos operadores/produtos ou estabelecer novo *layout* que permita rotas de movimentação mais eficientes.

BIBLIOGRAFIA

- [1] N. T. Putri e L. S. Dona, «Application of lean manufacturing concept for redesigning facilities layout in Indonesian home-food industry: A case study», *TQM J.*, vol. 31, n. 5, pp. 815–830, out. 2019, doi: 10.1108/TQM-02-2019-0033.
- [2] M. Dora e X. Gellynck, «Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: A Case Study: Lean Six Sigma in a Food SME», *Qual. Reliab. Eng. Int.*, vol. 31, n. 7, pp. 1151–1159, nov. 2015, doi: 10.1002/qre.1852.
- [3] M. del R. Q. Castro e J. G. A. Posada, «Implementation of lean manufacturing techniques in the bakery industry in Medellin», *Gest. Produção*, vol. 26, n. 2, 2019, doi: 10.1590/0104-530x-2505-19.
- [4] «State of the Industry 2022: Bakery faces formidable challenges | Snack Food & Wholesale Bakery». <https://www.snackandbakery.com/articles/98916-state-of-the-industry-2022-bakery-faces-formidable-challenges> (acedido 19 de setembro de 2022).
- [5] «COVID-19 crisis on European bakery markets | BBM Magazine». <https://magazinebbm.com/blog/impact-of-the-covid-19-crisis-on-european-bakery-markets-1767> (acedido 19 de setembro de 2022).
- [6] A. Palange e P. Dhattrak, «Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing», *Mater. Today Proc.*, vol. 46, pp. 729–736, jan. 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.12.193.
- [7] N. Kumar, S. Shahzeb Hasan, K. Srivastava, R. Akhtar, R. Kumar Yadav, e V. K. Choubey, «Lean manufacturing techniques and its implementation: A review», *Mater. Today Proc.*, vol. 64, pp. 1188–1192, jan. 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.03.481.
- [8] P. Masai, P. Parrend, e C. Zanni-Merk, «Towards a Formal Model of the Lean Enterprise», *Procedia Comput. Sci.*, vol. 60, pp. 226–235, jan. 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.08.122.
- [9] E. Reke, D. Powell, e M. F. Mogos, «Applying the fundamentals of TPS to realize a resilient and responsive manufacturing system», *Procedia CIRP*, vol. 107, pp. 1221–1225, jan. 2022, doi: 10.1016/j.procir.2022.05.135.
- [10] T. W. Kehr e M. D. Proctor, «People Pillars: Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Inadequacies Revealed During the Automotive Recall Crisis», *Qual. Reliab. Eng. Int.*, vol. 33, n. 4, pp. 921–930, 2017, doi: 10.1002/qre.2059.
- [11] J. Liker e D. Meier, *The Toyota Way Fieldbook*, 1st edition. New York: McGraw Hill, 2005.
- [12] J. M. Ching, B. L. Williams, L. M. Idemoto, e C. C. Blackmore, «Using Lean “Automation with a Human Touch” to Improve Medication Safety: A Step Closer to the “Perfect Dose”»,

- Jt. Comm. J. Qual. Patient Saf.*, vol. 40, n. 8, pp. 341–350, ago. 2014, doi: 10.1016/S1553-7250(14)40045-X.
- [13] D. Romero, P. Gaiardelli, D. Powell, T. Wuest, e M. Thürer, «Rethinking Jidoka Systems under Automation & Learning Perspectives in the Digital Lean Manufacturing World», *IFAC-Pap.*, vol. 52, n. 13, pp. 899–903, jan. 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.11.309.
- [14] J. Ma, Q. Wang, e Z. Zhao, «SLAE–CPS: Smart Lean Automation Engine Enabled by Cyber-Physical Systems Technologies», *Sensors*, vol. 17, n. 7, p. 1500, jul. 2017, doi: 10.3390/s17071500.
- [15] J. Falak, M. Kunjan, D. Nagaraju, e S. Narayanan, «Evaluation of Continuous Improvement Techniques using Hybrid MCDM Technique under Fuzzy Environment», *Mater. Today Proc.*, vol. 22, pp. 1295–1305, jan. 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.01.422.
- [16] A. S. Aradhye e S. P. Kallurkar, «A Case Study of Just-In-Time System in Service Industry», *Procedia Eng.*, vol. 97, pp. 2232–2237, jan. 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.467.
- [17] B. Zhou e Z. He, «A static semi-kitting strategy system of JIT material distribution scheduling for mixed-flow assembly lines», *Expert Syst. Appl.*, vol. 184, n. 115523, dez. 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2021.115523.
- [18] Y. Xu e M. Chen, «Improving Just-in-Time Manufacturing Operations by Using Internet of Things Based Solutions», *Procedia CIRP*, vol. 56, pp. 326–331, jan. 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.10.030.
- [19] J. Womack e D. Jones, *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, vol. 48. 1996. doi: 10.1038/sj.jors.2600967.
- [20] M. Bevilacqua, F. E. Ciarapica, e C. Paciarotti, «Implementing lean information management: the case study of an automotive company», *Prod. Plan. Control*, vol. 26, n. 10, pp. 753–768, jul. 2015, doi: 10.1080/09537287.2014.975167.
- [21] J. Azevedo *et al.*, «Improvement of Production Line in the Automotive Industry Through Lean Philosophy», *Procedia Manuf.*, vol. 41, pp. 1023–1030, jan. 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2019.10.029.
- [22] A. L. Bergenwall, C. Chen, e R. E. White, «TPS's process design in American automotive plants and its effects on the triple bottom line and sustainability», *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 140, n. 1, pp. 374–384, nov. 2012, doi: 10.1016/j.ijpe.2012.04.016.
- [23] T. Melton, «The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries», *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 83, n. 6, pp. 662–673, jun. 2005, doi: 10.1205/cherd.04351.
- [24] M. F. Morales-Contreras, M. F. Suárez-Barraza, e M. Leporati, «Identifying *Muda* in a fast food service process in Spain», *Int. J. Qual. Serv. Sci.*, vol. 12, n. 2, pp. 201–226, mai. 2020, doi: 10.1108/IJQSS-10-2019-0116.
- [25] W. de P. Ferreira, F. Armellini, L. A. de Santa-Eulalia, e V. Thomasset-Laperrière, «Extending the lean value stream mapping to the context of Industry 4.0: An agent-based technology approach», *J. Manuf. Syst.*, vol. 63, pp. 1–14, abr. 2022, doi: 10.1016/j.jmsy.2022.02.002.
- [26] S. Rahima Shabeen e K. Aravind Krishnan, «Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study», *Mater. Today Proc.*, vol. 65, pp. 1105–1111, jan. 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.04.159.

- [27] M. A. Nash e S. R. Poling, *Mapping the Total Value Stream: A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes*, 1ª. New York: Productivity Press, 2008. doi: 10.4324/9780429294631.
- [28] K. Venkataraman, B. V. Ramnath, V. M. Kumar, e C. Elanchezhian, «Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process», *Procedia Mater. Sci.*, vol. 6, pp. 1187–1196, jan. 2014, doi: 10.1016/j.mspro.2014.07.192.
- [29] Q. Liu, H. Yang, e Y. Xin, «Applying value stream mapping in an unbalanced production line: A case study of a Chinese food processing enterprise», *Qual. Eng.*, vol. 32, n. 1, pp. 111–123, 2020, doi: 10.1080/08982112.2019.1637526.
- [30] «Value Stream Mapping (VSM) - Nortegubisian», 24 de outubro de 2018. <https://www.nortegubisian.com.br/blog/value-stream-mapping-vsm/> (acedido 20 de setembro de 2022).
- [31] K. M. Senthil Kumar, K. Akila, K. K. Arun, S. Prabhu, e C. Selvakumar, «Implementation of 5S practices in a small scale manufacturing industries», *Mater. Today Proc.*, vol. 62, pp. 1913–1916, jan. 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.01.402.
- [32] M. M. Shahriar, M. S. Parvez, M. A. Islam, e S. Talapatra, «Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study», *Clean. Eng. Technol.*, vol. 8, n. 100488, jun. 2022, doi: 10.1016/j.clet.2022.100488.
- [33] E. Andrés-López, I. González-Requena, e A. Sanz-Lobera, «Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for Service Activities», *Procedia Eng.*, vol. 132, pp. 23–30, jan. 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.12.463.
- [34] T. A. Saurin, J. L. D. Ribeiro, e G. Vidor, «A framework for assessing poka-yoke devices», *J. Manuf. Syst.*, vol. 31, n. 3, pp. 358–366, jul. 2012, doi: 10.1016/j.jmsy.2012.04.001.
- [35] D. Kolberg e D. Zühlke, «Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies», *IFAC-Pap.*, vol. 48, n. 3, pp. 1870–1875, jan. 2015, doi: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359.
- [36] A. Janes e G. Succi, *Lean Software Development in Action*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014. doi: 10.1007/978-3-642-00503-9.
- [37] X. Ma, S. Dong, W. Ma, Y. Xue, e J. Li, «Design of a Metronome Based on the Idea of “AN-DON”», em *2017 Second International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE)*, dez. 2017, pp. 79–82. doi: 10.1109/ICMCCE.2017.17.
- [38] M. A. Orloff, *Modern TRIZ Modeling in Master Programs: Introduction to TRIZ Basics at University and Industry*. Cham: Springer International Publishing, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-37417-4.
- [39] N. A. A. Rahman, S. M. Sharif, e M. M. Esa, «Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation», *Procedia Econ. Finance*, vol. 7, pp. 174–180, jan. 2013, doi: 10.1016/S2212-5671(13)00232-3.
- [40] P.-S. Wang, T. Yang, e L.-C. Yu, «Lean-pull strategy for order scheduling problem in a multi-site semiconductor crystal ingot-pulling manufacturing company», *Comput. Ind. Eng.*, vol. 125, pp. 545–562, nov. 2018, doi: 10.1016/j.cie.2018.03.043.
- [41] U. Murugaiah, S. Benjamin, M. Marathamuthu, e S. Muthaiyah, «Scrap loss reduction using the 5-whys analysis», *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 27, pp. 527–540, mai. 2010, doi: 10.1108/02656711011043517.
- [42] O. Serrat, «The Five Whys Technique», em *Knowledge Solutions*, Singapore: Springer Singapore, 2017, pp. 307–310. doi: 10.1007/978-981-10-0983-9_32.

- [43] R. Şahin e A. Koloğlu, «A Case Study on Reducing Setup Time using SMED on a Turning Line», *GAZI Univ. J. Sci.*, vol. 35, pp. 60–71, mar. 2022, doi: 10.35378/gujs.735969.
- [44] A. Silva, J. C. Sá, G. Santos, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira, e M. T. Pereira, «Implementation of SMED in a cutting line», *Procedia Manuf.*, vol. 51, pp. 1355–1362, jan. 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.189.
- [45] M. Brito, A. L. Ramos, P. Carneiro, e M. A. Gonçalves, «Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area», *Procedia Manuf.*, vol. 13, pp. 1112–1119, jan. 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.172.
- [46] M. Afonso, A. T. Gabriel, e R. Godina, «Proposal of an innovative ergonomic SMED model in an automotive steel springs industrial unit», *Adv. Ind. Manuf. Eng.*, vol. 4, n. 100075, mai. 2022, doi: 10.1016/j.aime.2022.100075.
- [47] R. Borges Lopes, F. Freitas, e I. Sousa, «Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries», *J. Technol. Manag. Innov.*, vol. 10, n. 3, pp. 120–130, out. 2015, doi: 10.4067/S0718-27242015000300013.
- [48] M. G. Maarof e F. Mahmud, «A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises», *Procedia Econ. Finance*, vol. 35, pp. 522–531, jan. 2016, doi: 10.1016/S2212-5671(16)00065-4.
- [49] J. A. Garza-Reyes, V. Kumar, S. Chaikittisilp, e K. H. Tan, «The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations», *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 200, pp. 170–180, jun. 2018, doi: 10.1016/j.ijpe.2018.03.030.
- [50] R. Selvaraj e V. R. Sathish Kumar, «Productivity improvement in oil free airend assembly», *Mater. Today Proc.*, vol. 62, pp. 1065–1071, jan. 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.04.292.
- [51] S. Tyagi, A. Choudhary, X. Cai, e K. Yang, «Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process», *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 160, pp. 202–212, fev. 2015, doi: 10.1016/j.ijpe.2014.11.002.
- [52] L. T. Lot, A. Sarantopoulos, L. L. Min, S. R. Perales, I. de F. S. F. Boin, e E. C. de Ataíde, «Using Lean tools to reduce patient waiting time», *Leadersh. Health Serv.*, vol. 31, n. 3, pp. 343–351, jul. 2018, doi: 10.1108/LHS-03-2018-0016.
- [53] D. Seth, N. Seth, e P. Dhariwal, «Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study», *Prod. Plan. Control*, vol. 28, n. 5, pp. 398–419, abr. 2017, doi: 10.1080/09537287.2017.1300352.
- [54] P. Ribeiro, J. C. Sá, L. P. Ferreira, F. J. G. Silva, M. T. Pereira, e G. Santos, «The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study», *Procedia Manuf.*, vol. 38, pp. 765–775, jan. 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.104.
- [55] A. Muñoz-Villamizar, J. Santos, J. R. Montoya-Torres, e C. Jaca, «Using OEE to evaluate the effectiveness of urban freight transportation systems: A case study», *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 197, pp. 232–242, mar. 2018, doi: 10.1016/j.ijpe.2018.01.011.
- [56] R. Domingo e S. Aguado, «Overall Environmental Equipment Effectiveness as a Metric of a Lean and Green Manufacturing System», *Sustainability*, vol. 7, n. 7, pp. 9031–9047, jul. 2015, doi: 10.3390/su7079031.
- [57] P. M. Gibbons e S. C. Burgess, «Introducing OEE as a measure of lean Six Sigma capability», *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 1, n. 2, pp. 134–156, mai. 2010, doi: 10.1108/20401461011049511.

- [58] M. Balaji, S. N. Dinesh, S. Raja, R. Subbiah, e P. Manoj Kumar, «Lead time reduction and process enhancement for a low volume product», *Mater. Today Proc.*, vol. 62, pp. 1722–1728, jan. 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2021.12.240.
- [59] S. G. Gebeyehu, M. Abebe, e A. Gochel, «Production lead time improvement through lean manufacturing», *Cogent Eng.*, vol. 9, n. 2034255, dez. 2022, doi: 10.1080/23311916.2022.2034255.
- [60] K. Senderská, A. Mareš, e Š. Václav, «Spaghetti diagram application for workers' movement analysis», *UPB Sci. Bull. Ser. Mech. Eng.*, vol. 79, n. 1, pp. 139–150, 2017.
- [61] S. Bragança e E. Costa, «An application of the lean production tool standard work», *J. Teknol.*, vol. 76, n. 1, pp. 47–53, 2015, doi: 10.11113/jt.v76.3659.
- [62] M. H. Song e M. Fischer, «Daily plan-do-check-act (PDCA) cycles with level of development (LOD) 400 objects for foremen», *Adv. Eng. Inform.*, vol. 44, n. 101091, abr. 2020, doi: 10.1016/j.aei.2020.101091.
- [63] T. Pereira, A. S. L. Neves, F. J. G. Silva, R. Godina, L. Morgado, e G. F. L. Pinto, «Production Process Analysis and Improvement of Corrugated Cardboard Industry», *Procedia Manuf.*, vol. 51, pp. 1395–1402, jan. 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.194.
- [64] P. Neves, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira, T. Pereira, A. Gouveia, e C. Pimentel, «Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products», *Procedia Manuf.*, vol. 17, pp. 696–704, jan. 2018, doi: 10.1016/j.promfg.2018.10.119.
- [65] M. Raza, A. A. Malik, e A. Bilberg, «PDCA integrated simulations enable effective deployment of collaborative robots: case of a manufacturing SME», *Procedia CIRP*, vol. 104, pp. 1518–1522, jan. 2021, doi: 10.1016/j.procir.2021.11.256.
- [66] M. Dora, D. Van Goubergen, M. Kumar, A. Molnar, e X. Gellynck, «Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises», *Br. Food J.*, vol. 116, n. 1, pp. 125–141, jan. 2014, doi: 10.1108/BFJ-05-2012-0107.
- [67] S. R. Shah e E. Naghi Ganji, «Lean production and supply chain innovation in baked foods supplier to improve performance», *Br. Food J.*, vol. 119, n. 11, pp. 2421–2447, nov. 2017, doi: 10.1108/BFJ-03-2017-0122.
- [68] L. B. M. Costa, M. Godinho Filho, L. D. Fredendall, e F. J. Gómez Paredes, «Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review», *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 82, pp. 122–133, dez. 2018, doi: 10.1016/j.tifs.2018.10.002.
- [69] B. S. Scott, A. E. Wilcock, e V. Kanetkar, «A survey of structured continuous improvement programs in the Canadian food sector», *Food Control*, vol. 20, n. 3, pp. 209–217, mar. 2009, doi: 10.1016/j.foodcont.2008.04.008.
- [70] W. P. Ferreira, A. M. Silva, E. F. Zampini, e C. Pires, «Applicability of the Lean thinking in bakeries», *Espacios*, vol. 38, n. 2, 2017.
- [71] M. Guo, «VSM Analysis of Allied Bakeries White and Wholemeal Mixed Loaf», em *Proceedings of the 2018 10th International Conference on Information Management and Engineering - ICIME 2018*, Salford, United Kingdom, 2018, pp. 127–131. doi: 10.1145/3285957.3285991.
- [72] «Realbolo - Produtos», *Realbolo*. <https://realbolo.com/produtos/> (acedido 20 de setembro de 2022).

ANEXO A

STANDARD WORK

A.1 Fichas de Instruções de Trabalho

Instruções de Trabalho - "Produto"																								
	Posto de trabalho	Amassaria																						
	Ref. Receita																							
	Ref. Ficha técnica																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tbody><tr><td style="width: 50%; padding: 5px;">Peso da massa</td><td style="width: 50%; padding: 5px;"></td></tr><tr><td style="padding: 5px;">Tempo de amassadura</td><td style="padding: 5px;"></td></tr><tr><td style="padding: 5px;">Intervalos entre amassaduras</td><td style="padding: 5px;"></td></tr><tr><td colspan="2" style="background-color: #cccccc; text-align: center; padding: 5px;">Receita</td></tr><tr><td style="text-align: center; padding: 5px;">Ingrediente</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">Quantidade</td></tr><tr><td style="padding: 5px;"></td><td style="padding: 5px;"></td></tr><tr><td style="padding: 5px;"></td><td style="padding: 5px;"></td></tr><tr><td style="padding: 5px;"></td><td style="padding: 5px;"></td></tr><tr><td style="padding: 5px;"></td><td style="padding: 5px;"></td></tr><tr><td style="padding: 5px;"></td><td style="padding: 5px;"></td></tr><tr><td style="padding: 5px;"></td><td style="padding: 5px;"></td></tr></tbody></table>			Peso da massa		Tempo de amassadura		Intervalos entre amassaduras		Receita		Ingrediente	Quantidade												
Peso da massa																								
Tempo de amassadura																								
Intervalos entre amassaduras																								
Receita																								
Ingrediente	Quantidade																							

Instruções de Trabalho - "Produto"

	Posto de trabalho	Embalamento
	Ref. Receita	
	Ref. Ficha técnica	

Características do Embalamento	
Intervalo de peso aceite p/ embalagem	
Tipo de embalamento	
Tipo de Rotulagem	
Tipo de caixa	
Embalagens p/ caixa	
Caixas p/ palete	
Tipo de palete	
Métodos/ Instruções/ Ações	

Instruções de Trabalho - "Produto"

	Posto de trabalho	Deposição em tabuleiros
	Ref. Receita	
	Ref. Ficha técnica	

Peso em massa	
Dimensões	
Peso afinação da máquina	
Posicionamento Dep. Tabuleiros	Fotografia ilustrativa
Estado de qualidade do produto	
Estado OK	Estado Não OK

Instruções de Trabalho - "Produto"

	Posto de trabalho	Forno
	Ref. Receita	
	Ref. Ficha técnica	

Forno	
Tempo de Cozedura	
Temperatura das zonas do forno (1, 2, 3)	
Estado de qualidade do produto	
Estado OK	Estado Não OK
Forno	
Tempo de cozedura	
Temperatura de cozedura(1, 2, 3)	
Estado de cozedura	
Cozedura OK	Cozedura Não OK

A.2 Ficha Técnica do Produto

Ficha Técnica do Produto			
	Produto		
	Ref. Receita		
	Ref. Ficha técnica		
Deposição em tabuleiros			
Dimensões			
Peso em massa por unidade			
Forno			
Tempo de cozedura			
Temperatura de cozedura			
Embalamento			
Unid. p/ embalagem (Aprox.)			
Peso líquido por embalagem			
Tipo de embalamento			
Tipo de Rotulagem			
Tipo de caixa			
Embalagens p/ caixa			
Caixas p/ palete			
Tipo de palete			
Armazenamento			
Tipo de armazenamento			

ANEXO B

DIAGRAMA DE ESPARGUETE

Diagrama de Esparguete															
Operador: Data:		Função/ Secção Principal: Hora de início:													
The diagram illustrates the layout of a pasta production line. It includes several key components: Amassaria: Located at the top left, with a small square icon next to it. Câmara de Fermentação-Linha Tabuleiros: A large rectangular area in the center-left. Forno: A large rectangular area below the fermentation chamber. Tapete Extrusão/Corte/Moldagem: A vertical rectangular area in the center-right, with a small square icon to its left. Extrusora: A smaller rectangular area below the tapete. Tapete do Forno - Linha de Fofos: A large rectangular area on the right side. Câmara de Arrefecimento: A rectangular area at the bottom right.															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Duração da obs.:</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Tempo posto de trabalho:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Tempo fora do posto:</td> <td></td> </tr> </table>		Duração da obs.:		Tempo posto de trabalho:		Tempo fora do posto:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Distância percorrida:</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Velocidade Média:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">% de tempo no posto de trabalho:</td> <td></td> </tr> </table>		Distância percorrida:		Velocidade Média:		% de tempo no posto de trabalho:	
Duração da obs.:															
Tempo posto de trabalho:															
Tempo fora do posto:															
Distância percorrida:															
Velocidade Média:															
% de tempo no posto de trabalho:															



2022

PEDRO COELHO MELO

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS LEAN NUMA UNIDADE INDUSTRIAL DO SETOR
DA INDÚSTRIA PANIFICADORA: ESTUDO DE CASO