

Otimização do processo produtivo

Caso de estudo: Central Fruteira Cerfundão

Denise Marques Fortunato

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial
(2º ciclo de estudos)

Versão final após discussão

Orientador: Prof. Doutor Pedro Miguel de Figueiredo Dinis Oliveira Gaspar

Julho de 2023

Declaração de Integridade

Eu, Denise Marques Fortunato, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M11345 do 2º Ciclo em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridade da Universidade da Beira Interior.**

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 17 /07 /2023

Agradecimentos

Aos meus pais, ao meu irmão e aos meus amigos que tornaram possível a realização de um sonho.

Agradeço ainda a todos os professores e auxiliares da Universidade da Beira Interior, especialmente ao meu orientador que me auxiliou na realização desta dissertação e me deu a conhecer a organização em estudo.

Resumo

Nesta dissertação são utilizadas técnicas de otimização dos processos através da aplicação de ferramentas *Lean*, de modo a melhorar os fluxos produtivos da empresa Cerfundão, situada na Beira Interior, dedicada à produção, embalamento e comercialização de frutas da região da Cova da Beira.

Esta dissertação foca-se no embalamento e comercialização de cereja, desde a sua receção na central fruteira até à sua expedição. Este tipo de fruta caracteriza-se pelo seu curto tempo de vida e por isso tem de se manter a uma temperatura ideal o maior tempo possível até ser consumida, de modo a não perder as suas características organoléticas e qualidade.

A aplicação de ferramentas *Lean*, em particular de *Kaizen* e *Value Stream Mapping* conduziu à proposta de um novo *layout*, implementação de sistemas de climatização dos corredores, formação aos funcionários assim como o destacamento de alguns deles para mais que uma tarefa. As implementações destas ideologias destacam, essencialmente, o aumento produtivo, permitindo assim uma maior quantidade de cereja expedida e o aumento dos valores associados. É prevista uma redução do *cycle time* de cerca de 4 e 8 minutos, dependente dos tipos de embalamentos realizados de acordo com o tipo de cliente e pedido efetuado por este.

Tendo em vista na melhoria contínua, os desperdícios ao longo do processo produtivo foram reduzidos, desde movimentações desnecessárias com a implementação de um novo *layout* e tempos em que a cereja se encontrava à temperatura ambiente e não à temperatura ideal de conservação.

Palavras-chave

Cereja; Otimização de processos; Climatização; Setor frutícola; Ferramentas *Lean*; *Value Stream Mapping*

Abstract

This dissertation uses process optimization techniques through the application of Lean tools to improve the production flows of the company Cerfundão, located in Beira Interior, dedicated to the production, packaging and marketing of fruit from the Cova da Beira region.

This dissertation focuses on the packing and marketing of cherries, from their reception at the fruit packing plant to their shipment. This kind of fruit is characterized by its short shelf life and therefore has to be kept at an ideal temperature as long as possible until it is consumed, so as not to lose its organoleptic characteristics and quality.

The application of Lean tools, in particular Kaizen and Value Stream Mapping, led to the proposal of a new layout, the implementation of air conditioning systems in the aisles, training for employees as well as the deployment of some of them for more than one task. The implementation of these ideologies highlights, essentially, the production increase, allowing for a larger quantity of cherries to be shipped and the increase of associated values. A cycle time reduction of about 4 and 8 minutes is predicted, depending on the types of packaging done according to the type of client and request.

With a focus on continuous improvement, the waste existing throughout the production process was reduced, from unnecessary movements with the implementation of a new layout and times when the cherry was at room temperature and not at the ideal conservation temperature.

Keywords

Cherry; Process optimization; Climatization; *Lean* tools; Fruit Sector;

Value Stream Mapping

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Índice	vii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
Nomenclatura	xiii
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Metodologia.....	3
1.4. Visão geral e organização da dissertação	4
2. Estado da Arte	5
2.1. Filosofia Lean e a sua evolução histórica	5
2.2. Princípios Lean	6
2.3. Desperdícios	7
2.4. Benefícios do Lean	12
2.5. Ferramentas Lean	12
2.5.1. 5'S	13
2.5.2. Value Stream Mapping (VSM).....	14
2.5.3. Just-In-Time (JIT)	16
2.5.4. Jidoka	18
2.5.5. Single Minute Exchange of Dies (SMED)	19
2.5.6. Kanban	20
2.5.7. Heijunka	21
2.5.8. Kaizen	22
2.6. Barreiras e fatores críticos na implementação do Lean nas PMEs.....	23
2.7. Six Sigma	24
2.7.1. Ciclo DMAIC	25
2.7.2. Lean Six Sigma.....	26
2.7.3. Fatores Críticos de sucesso na implementação do Lean Six Sigma ...	28
2.8. Ferramentas Lean no setor frutícola	28
3. Materiais e Métodos	37
3.1. Materiais.....	37
3.1.1. Caracterização da empresa (Cerfundão).....	37

3.1.2. Planta da Empresa.....	39
3.1.3. Processos produtivos.....	40
3.2. Métodos.....	49
3.2.1. Tipo de análise	49
4. Caso Prático	51
4.1. Introdução.....	51
4.2. Levantamento dos trajetos e distâncias no Caso 1	51
4.3. Levantamento dos trajetos e distâncias no Caso 2.....	54
4.4. VSM atual.....	57
4.4.1. VSM atual: Caso 1	58
4.4.2. VSM atual: Caso 2.....	63
4.5. Melhorias identificadas	66
4.6. Implementação de um novo Layout.....	68
4.7. VSM futuro.....	71
4.7.1. VSM futuro: Caso 1.....	74
4.7.2. VSM futuro: Caso 2	74
5. Conclusões	77
5.1. Conclusões gerais	77
5.2. Sugestões de trabalhos futuros.....	79
Referências Bibliográficas.....	81

Lista de Figuras

Figura 1- Classe de dimensão das empresas no setor agrícola no ano de 2020 em Portugal.	2
Figura 2- Princípios da Filosofia <i>Lean</i>	7
Figura 3- Exemplo de um VSM.	15
Figura 4- Produção Tradicional VS Produção JIT.	17
Figura 5- Passos do <i>Jidoka</i>	18
Figura 6- Etapas para a aplicação do SMED.	20
Figura 7- Modo de funcionamento do sistema Kanban.	21
Figura 8- Exemplos dos dois tipos de cartão <i>Kanban</i>	21
Figura 9- Etapas para aplicar o <i>Kaizen</i>	23
Figura 10- Fatores críticos à implementação do <i>Lean</i>	24
Figura 11- Objetivos de melhoria do <i>Lean</i> , <i>Six Sigma</i> e <i>Lean Six Sigma</i>	27
Figura 12- Divisão do tempo de produção em 2014.	34
Figura 13- Cerfundão.	38
Figura 14- Logótipo da empresa.	38
Figura 15- Planta da empresa.	39
Figura 16 - Receção da fruta através do cais.	40
Figura 17 - Receção da fruta com auxílio de um empilhador.	40
Figura 18 - Pesagem da fruta recebida.	41
Figura 19- Caracterização da fruta e paletes recebidas.	41
Figura 20 - Transcrição dos dados recolhidos para o programa.	42
Figura 21 - Rotulagem de uma palote.	42
Figura 22 - Ticket.	43
Figura 23 - Armazenamento dos alimentos numa arca frigorífica.	44
Figura 24 - Limpeza e calibração da cereja.	44
Figura 25 - Distribuição da cereja em caixas de plástico de acordo com o calibre.	45
Figura 26 - Distribuição, pesagem e empilhamento da cereja em caixas de cartão de 2 kg.	46
Figura 27 - Seleção da fruta e averiguação do funcionamento das máquinas.	47
Figura 28 - Embalamento da cereja em caixas de plástico de 0,5 kg.	47
Figura 29 - Citar uma paleta.	48
Figura 30 - Entrada das câmaras de refrigeração.	49
Figura 31 - Trajetos realizados para o Caso 1.	51
Figura 32 - Trajetos realizados para o Caso 2.	54
Figura 33 - Simbologia utilizada na ferramenta VSM.	61
Figura 34 - VSM atual- Caso 1.	62
Figura 35 - VSM atual - Caso 2.	65
Figura 36- Proposta de novo <i>layout</i>	69
Figura 37- VSM futuro- Caso 1.	72
Figura 38- VSM Futuro- Caso 2.	73

Lista de Tabelas

Tabela 1- Especificações de uma PME	1
Tabela 2- Benefícios do Lean.....	12
Tabela 3- Fatores críticos de sucesso do <i>Lean Six Sigma</i>	28
Tabela 4- Exemplos de estudos da aplicação de ferramentas <i>Lean</i> no setor agroindustrial.	31
Tabela 5- Redução das perdas através da implementação do VSM.	32
Tabela 6- Aplicação do SMED na indústria do peixe arenque.	35
Tabela 7- Legenda da planta da empresa.....	39
Tabela 8- Descrição dos trajetos, distâncias, modos de realização e tempos associados ao Caso 1.	52
Tabela 9- Descrição dos trajetos, distâncias, modos de realização e tempos associados ao Caso 2.	55

Nomenclatura

DP	Desvio Padrão
EUA	Estados Unidos da América
INE	Instituto Nacional de Estatística
JIT	<i>Just-in-Time</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PMEs	Pequenas e médias empresas
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
TC	Tempo de Ciclo
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TR	<i>Changeover</i>

1. Introdução

Neste capítulo introdutório apresenta-se a contextualização do trabalho desenvolvido, passando pela definição dos objetivos da investigação, a metodologia utilizada e a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento

As pequenas e médias empresas (PMEs) são reconhecidas mundialmente como contribuinte chave e significativo para o desenvolvimento económico, criação de empregos e saúde e bem-estar das economias (Elkhairi *et al.*, 2019).

As PMEs desempenham um papel significativo nas economias, especialmente nos países em desenvolvimento, contribuindo até 60% do emprego total e até 40% do Produto Interno Bruto (PIB) nas economias emergentes (Zocca *et al.*, 2017).

As características de uma pequena e média empresa estão representadas na Tabela 1 (Kolla *et al.*, 2019).

Tabela 1- Especificações de uma PME (Kolla *et al.*, 2019).

Empreendimento	Nº de funcionários	Volume de negócios anual (euros)	Balanço Total (euros)
Médio	<250	≤ 50 milhões	≤ 43 milhões
Pequeno	<50	≤ 10 milhões	≤ 10 milhões
Micro	<10	≤ 2 milhões	≤ 2 milhões

No caso português, 99,9% do tecido empresarial insere-se em PMEs, sendo o segundo país da União Europeia com maior percentagem deste tipo de empresas (PorData, 2021).

Na última década a quantidade de microempresas sofreu um aumento de 0,2%, passando dos 95,8% para 96%. No caso das pequenas empresas, a quantidade destas diminuiu 0,3% (de 3,6% para 3,3%) enquanto o número de médias empresas se manteve nos 0,5% (PorData, 2021).

Para lidar com o aumento das exigências dos clientes, o aumento entre a competitividade empresarial e a constante dinâmica de mercado, muitas empresas

implementam o *Lean Manufacturing* (LM) com o objetivo de se eliminarem os desperdícios associados a todos os processos e otimizá-los. Devido à complexidade da estrutura do LM nas PMEs, na prática, estas empresas apresentam pequenas oportunidades de configurar uma estrutura apropriada e muitas vezes falham na seleção e avaliação dos métodos e ferramentas apropriadas (Elkhairi *et al.*, 2019).

A implementação destas ferramentas poderá requer investimentos inicial elevado, que pode ficar para além da realidade destes empresários. As pequenas empresas, especialmente as empresas familiares, quer seja pela tendência a produzir de forma tradicional, quer pela falta de recursos humanos com competências a este nível, poderão não estar abertas a estas mudanças (Zocca *et al.*, 2017).

A quantidade de PMEs no setor agrícola, produção animal, caça, silvicultura e pesca têm crescido bastante e apresentam uma enorme contribuição para a economia portuguesa, com um aumento de 75.237 empresas neste setor entre 2009 e 2019, correspondendo em 2019 a cerca de 10% do total de PME (PorData, 2021).

A dimensão das empresas do setor agrícola e a caracterização geral destas, no ano de 2020, apresenta-se na Figura 1, correspondendo a 39.091 empresas com 283.335 pessoas ao serviço, envolvendo um volume de negócios de 49,962 milhões de euros (Bpstat, 2021).

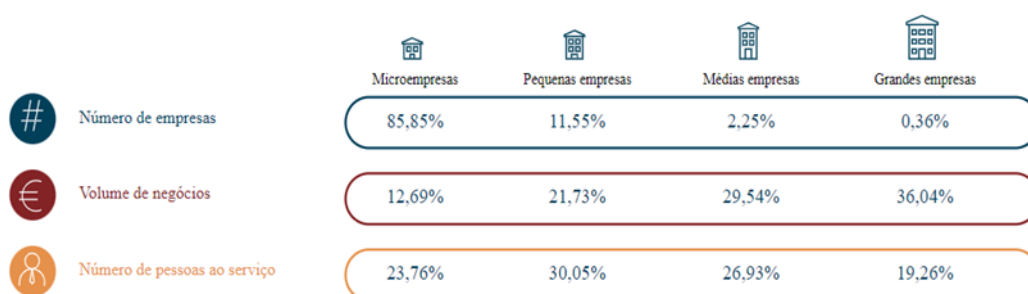


Figura 1- Classe de dimensão das empresas no setor agrícola no ano de 2020 em Portugal (Bpstat, 2021).

As exportações de frutas, legumes, plantas e flores subiram 4,4% no ano de 2020 em comparação com o ano anterior, como indica o Instituto nacional de Estatística (INE). O segmento das frutas é aquele que assume maior relevância nas exportações,

representando 47% das exportações do setor agrícola em 2020. Em termos de subsectores, os furtos vermelhos continuam a liderar as exportações com um aumento de 5,5% face a 2019. A exportação das laranjas atingiu um valor recorde com o aumento de 72% de um ano para o outro (Lusa, 2021).

Portugal Fresh (2020) indicou que estes números eram muito positivos considerando o contexto pandémico que o Mundo enfrentava. O investimento feito e a aposta dos produtores em modernizar todo o seu sistema produtivo tem possibilitado o crescimento e o melhoramento sistemático deste setor, o que faz com que a produção de origem portuguesa seja hoje um fornecedor de excelência, tanto para o mercado europeu como para o mercado americano e asiático. A mesma fonte indica ainda que para se assegurar a competitividade futura é necessário continuar a garantir o investimento nas inovações tecnológicas em toda a cadeia de valor, que deve ser acompanhada por investimento público estratégico em infraestruturas (Covas & Cardoso, 2021).

É incontestável a importância das PME's na economia portuguesa e mundial. É relevante ajudar estas PME's na sua subsistência e modernização a fim de se garantir um futuro melhor e mais saudável (Zocca *et al.*, 2017).

1.2. Objetivos

O principal objetivo consiste no desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão que permita identificar e localizar os desperdícios existentes numa empresa, mais propriamente numa PME no setor agrícola, a central fruteira Cerfundão pela implementação de ferramentas *Lean*.

A revisão da literatura da LM permite compreender de uma forma aprofundada os diferentes pontos de vista e perceber quais as ferramentas *Lean* mais adequadas a implementar neste tipo de organizações.

1.3. Metodologia

A metodologia utilizada para a elaboração desta dissertação envolve pesquisas de artigos científicos, tese anteriores relacionadas com o tema, websites de informação e

livros recolhidos numa base de dados da *Science Direct*, *ubibliorum*, *Web of Science*, *IEEE Xplore* e *Google livros*.

O tipo de pesquisa efetuada trata-se uma pesquisa exploratória que se caracteriza pela exploração de um problema de modo a fornecer informações para uma investigação mais precisa. Este tipo de pesquisas visam uma maior proximidade com o tema, que pode ser construído com base em hipóteses ou intuições e o principal objetivo deste é descobrir ideias e pensamentos (Bhattacharjee, 2012).

O método de abordagem é classificado como indutivo uma vez que o objetivo é inferir conceitos e padrões a partir de dados de observados (Bhattacharjee, 2012), ou seja, de acordo com as diversas áreas onde o LM é aplicado vão ser retiradas conclusões gerais.

A investigação é indutiva, uma vez que é efetuada uma investigação cuidadosa da bibliografia e este tem o propósito de tornas as fontes de informação mais fiáveis do que as observações normalmente efetuadas pelo ser humano (Bhattacharjee, 2012). Esta investigação destina-se a explorar estudos de referência e analisar uma base empírica que sustenta a LM.

1.4. Visão geral e organização da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em quatro capítulos. O primeiro capítulo refere-se à introdução e contém a contextualização do tema, a definição dos objetivos da investigação, a metodologia utilizada e a estrutura da dissertação.

O segundo capítulo diz respeito à revisão bibliográfica da literatura do tema. Este capítulo inclui a evolução histórica da filosofia *Lean*, os seus princípios e fontes de desperdícios, a caracterização das ferramentas *Lean*, sendo elas *5'S*, *Value Stream Mapping* (VSM), *Total Productive Maintenance* (TPM), *Just-In-Time* (JIT), *Jidoka*, *Single Minute of Dies* (SMED), *Kanban* e *Heijunka*, as barreiras e os fatores críticos associados à implementação destas práticas nas PMEs, alguns dos benefícios com maior destaque.

No terceiro capítulo é caracterizada a empresa (Cerfundão) na qual se pretende implementar a filosofia *Lean* a fim de otimizar os seus processos.

O quarto capítulo diz respeito à aplicação das ferramentas *Lean* e os resultados associados com a implementação destas na empresa em estudo.

2. Estado da Arte

Neste capítulo é realizada uma abordagem teórica das ferramentas *Lean*, assim como a sua evolução histórica, os seus princípios, as fontes de desperdício, a descrição das ferramentas e práticas associadas a esta filosofia.

2.1. Filosofia Lean e a sua evolução histórica

O *Toyota Production System* (TPS) originou a filosofia *Lean* que foi desenvolvida ao longo de várias décadas pela empresa japonesa Toyota. O TPS surgiu após a Segunda Guerra Mundial, em meados da década de 1950, período esse de reconstrução para o Japão que se encontrava numa grande crise devido à grande guerra e a sua produção encontrava-se com valores baixos, ao contrário dos Estados Unidos da América (EUA) que apresentavam uma produção em massa (Zocca *et al.*, 2017).

Os EUA basearam a sua produção no fordismo, um sistema de produção em massa, idealizado por Henry Ford (1863-1947) que se destacava por ser utilizada uma grande quantidade de mão-de-obra e de capital, ao contrário do que acontecia no Japão que apresentava uma enorme escassez de fluxo de capital para se investir e alavancar a indústria (Zocca *et al.*, 2017).

O sistema da Ford era caracterizado pela presunção de que os funcionários da linha de produção realizariam uma ou duas tarefas simples ordenadas pelo supervisor elaboradas pelo engenheiro industrial, principal responsável pela melhoria dos processos produtivos (Jones *et al.*, 2007).

Os engenheiros da *Toyota*, Eiji Toyoda e Taichii Ohno, depois de perceberem que o tipo de produção utilizada pelo mundo não era adequado para o Japão pós-guerra, criaram, então, o TPS que evoluiu notavelmente ao longo do tempo desde a sua criação com as novas tecnologias. Esta evolução no processo, ferramentas e metodologias deu origem ao LM, uma vez que os resultados foram cada vez mais encorajadores (Zocca *et al.*, 2017).

O TPS surgiu de referência a inúmeros sistemas de produção de outras tantas empresas que gradualmente se “apoderaram” dos conceitos do TPS e os ajustaram à sua medida (Pinto, 2006).

2.2. Princípios Lean

Womack e Jones (2003) identificaram cinco princípios da filosofia *Lean*. No entanto estes cinco princípios apresentam algumas lacunas e por isso foram adicionados mais dois com o intuito de se colocar qualquer organização no caminho certo rumo à excelência do desempenho extraordinário (Pinto, 2014).

Pinto (2014), Karim e Arif-Uz-Zuman (2013) identificaram como sete os princípios desta filosofia, sendo eles caracterizados da seguinte forma:

- 1. Conhecer os Stakeholders:** Uma organização deve focar-se em todos os seus intervenientes desde fornecedores, colaboradores e clientes, isto é, uma organização que se concentra apenas na satisfação do cliente final negligenciando os interesses e necessidades das outras partes não consegue atingir um bom futuro.
- 2. Definir os valores:** Atividades que antes eram classificadas como desperdícios são, atualmente, consideradas como valor acrescentado visto que criam valor para outras partes sem se focarem apenas e só no cliente. As organizações que apresentam preocupações na responsabilidade social são exemplos de organizações que procuram criar valor para todas as partes. Um esforço exemplo efetuado pelas organizações que se pode incluir neste fator é a formação.
- 3. Definição das cadeias de valor:** Se a organização tem como objetivo a satisfação de todos os seus intervenientes, é natural que esta tem de definir para cada parte interessada a respetiva cadeia de valor, não sobrepondo nenhuma destas partes às demais. É fundamental a empresa procurar o equilíbrio entre interesses.
- 4. Otimização do fluxo:** A organização deve sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes. Fazem parte, fluxos de materiais, de pessoas, de informação e de capital. A procura por uma otimização intensificou a necessidade de uma produção mais flexível com menos desperdícios, melhorar o processo de controlo, utilizar mão-obra eficiente a fim de se alcançar uma vantagem competitiva.
- 5. Implementação do Sistema Pull:** A lógica do sistema pull tem como objetivo permitir que todos os intervenientes liderem os processos, competindo-lhes o desencadeamento dos pedidos, evitando que as organizações “empurrem” para as partes interessadas aquilo que eles

consideram as necessidades destas. A implementação deste princípio pode apresentar custos elevados assim como uma grande necessidade de tempo.

6. **Perfeição:** Tendo conhecimento da constante evolução das necessidades e expectativas de todas as partes interessadas, é necessário incentivar a melhoria contínua a todos os níveis da organização.
7. **Inovação:** Inovar para criar novos produtos, serviços e processos com o objetivo de se criarem novos valores.

A Figura 2 ilustra de forma resumida quais os princípios da filosofia *Lean* (Citeve, 2012).

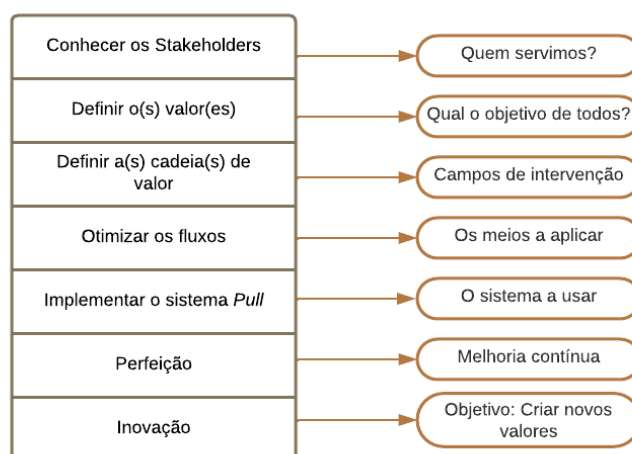


Figura 2- Princípios da Filosofia *Lean* (Citeve, 2012).

2.3. Desperdícios

Muda, termo japonês que significa desperdício e diz respeito a todas as atividades realizadas ou recursos utilizados que não acrescentam qualquer tipo de valor ao produto final, isto é, são um conjunto de atividades desnecessárias, que provocam, por exemplo, o custo de produção. O principal objetivo da implementação das práticas *Lean* é eliminar ou reduzir estes desperdícios (Shahin & Janatyan, 2010).

Pinto (2006) e Liker (2004) identificaram como sete os grandes desperdícios e caracterizaram as suas causas, consequências e quais as formas possíveis para a eliminação destes, sendo elas:

- 1. Sobreprodução:** Produção de itens para os quais não existem pedidos, originando desperdícios como excessos de pessoal e custos de armazenamento e transporte devido aos excessos de *stock*.

Causas:

- Grandes lotes de produção;
- Necessidade de rentabilizar esforços feitos em atividades que não acrescentam valor, como transportes, inspeções, etc;
- Antecipação da produção na expectativa de venda antecipada ou resultante da imposição de elevados níveis de serviço por parte dos clientes;
- Variações dos consumos dos clientes;
- Criação de *stock* para compensar o número de peças com defeito, atrasos nas entregas ou avarias.

Consequências:

- Ocupação desnecessária;
- Consumo de matérias e de energia sem retorno financeiro;
- Antecipação na compra de peças e matérias-primas;
- Aumento dos *stocks*;
- Ausência de flexibilidade no planeamento.

Formas de eliminação:

- Programar trabalhos e uniformizá-los ao longo da cadeia de valor;
- Postos de trabalho balanceados;
- Fluxo contínuo;
- *Just-in-time* (JIT): Relacionado com o fluxo de materiais, pessoas e informação através de processos rápidos, garantindo os itens para o lugar certo na hora certa, sem interrupções. (Liker & Morgan, 2006);
- *Heijunka*: Nivelamento entre as operações. Criar um fluxo de pedidos a um certo nível de carga de trabalho, criando oportunidades de padronização de processos. Sem a criação de um inventário para compensar a instabilidade, o sistema irá constantemente abaixo quando existir uma procura elevada do produto. (Liker & Morgan, 2006)

- Mudança rápida de ferramentas - *Single Minute Exchange of Dies* (SMED).

2. Tempos de Espera: Desperdício associado ao período em que materiais, funcionários, equipamentos e/ou informações não se encontram disponíveis quando necessários. Para este tipo de desperdício, as causas, consequências e formas de eliminação associadas são as seguintes:

Causas:

- Fluxo obstruído (exemplo: avarias, defeitos de qualidade ou acidentes);
- Problemas e/ou atrasos com entregas de fornecedores (internos ou externos);
- Desequilíbrio entre a oferta e a procura;
- Grandes lotes de produção.

Consequências:

- Ocorrências de avarias ou acidentes;
- Produtos defeituosos;
- Excessos de transporte;
- Possíveis problemas inter-relacionais com fornecedores e clientes;
- Excesso de *stock*;

Formas de eliminação:

- *Heijunka*;
- Implementação de um *layout* específico para cada produto ou serviço;
- Melhoramento do planeamento e a sincronização entre as áreas de trabalho;
- Realização do balanceamento dos postos de trabalho.
- *Single Minute Exchange of Dies* (SMED): Diminuir os tempos de *setup*, a criação de sistemas que permitam identificar, prevenir e corrigir problemas de forma a evitar paragens e diminuir o tempo de espera entre os processos. (Elrhanimi *et al.*, 2016).

3. Transporte desnecessário: Desperdício associado ao transporte de materiais, pessoas ou produtos acabados entre armazéns ou entre processos. As

causas, consequências e as formas de eliminação destes desperdícios, apresentam-se de seguida.

Causas:

- Sistemas de transporte mal estruturados;
- Má organização de materiais, peças, equipamentos, etc.

Consequências:

- Ocupação desnecessária na empresa;
- Aumento de custos associados ao transporte;
- Aumento do tempo de produção;
- Possíveis danificações durante os transportes;

Formas de eliminação:

- Redução das distâncias entre processos ou armazéns;
- Alteração do planeamento das operações;
- Implementação do sistema *pull*.

- 4. Movimentação desnecessária:** Qualquer movimento considerado desnecessário realizado pelos funcionários durante a realização das suas tarefas, como por exemplo alcançar ferramentas, procurar peças etc.
- 5. Desperdício do próprio processo:** Operações que não são necessárias para se atingir o objetivo produtivo. Um aumento dos defeitos podem ser consequência de operações ou processos incorretos. A falta de treino e/ou formação pode também provocar este desperdício. Todos os processos geram perdas, contudo estas devem ser eliminadas ao máximo. Isto pode ser alcançado através de esforços de atomização, de formação de colaboradores ou pela substituição por processos mais eficientes.
- 6. Stock:** Desperdício relativo ao excesso de matérias-primas, materiais e produtos finais. Este sexto desperdício apresenta as seguintes causas, consequências e formas de eliminação:

Causas:

- Aceitar os *stocks* como normais;
- Fraco *layout* dos equipamentos;
- Elevados tempos associados às mudanças de ferramentas;

- Existência de estrangulamento nos processos;
- *Just-in-case*: Antecipação da produção;
- Problemas de qualidade (defeitos, controles e inspeções);
- Processos a trabalhar a diferentes ritmos.

Consequências:

- Armazenamento ou transporte desnecessário;
- Danificações durante o armazenamento e/ou transporte;
- Aumento dos custos associados ao armazenamento e/ou transporte;
- Fluxo descontínuo;
- Atrasos nas entregas;
- Defeitos nos produtos finais;
- Longos tempos de *setup*.

Formas de eliminação:

- Reforço do planeamento e controlo das operações;
- *Heijunka*;
- Regulação do fluxo das operações;
- Implementação do sistema *pull*;
- Melhoria da qualidade dos processos.

7. **Defeitos:** Desperdício associados a produção defeituosa que precisa de retrabalho ou até mesmo ser eliminada, os equipamentos podem necessitar, de por exemplo, reparações, provocando desperdício de manuseamento, tempo e esforço. As causas, consequências e formas de eliminação associadas a este desperdício, apresentam-se de seguida.

Causas:

- Ênfase na inspeção final;
- Ausência de padrões de autocontrolo e de inspeção;
- Falhas e erros humanos;
- Transporte e movimentações de matérias-primas, peças, etc.

Consequências:

- Insatisfação do cliente;
- Reparções e retrabalho;
- Aumento do número de inspeções;

- Aumento de *stocks* a fim de compensar as peças com defeito;
- Diminuição da produtividade;
- Aumento dos custos dos produtos e dos serviços;

Formas de eliminação:

- Implementação de operações padrões;
- Presença de dispositivos de detecção de erros;
- Construção com qualidade na fonte de cada processo;
- Incentivar a produção em fluxo contínuo;
- Eliminar a necessidade de ter que haver movimentação de peças e materiais;
- Automatização de determinadas atividades.

2.4. Benefícios do Lean

O conceito *Lean* pode ser aplicado a qualquer organização, setor de atividade ou serviço (Pinto, 2006). Segundo um estudo de Womack e Jones (2003) os benefícios que apresentam maior destaque com a implementação das ferramentas *Lean* nas organizações apresentam-se na Tabela 2 (Pinto, 2006).

Tabela 2- Benefícios do *Lean* (Pinto, 2006).

Benefícios do <i>Lean</i>:
Crescimento do negócio
Aumento da produtividade
Redução dos stocks
Aumento da qualidade dos serviços prestados
Maior envolvimento, motivação e participação de toda a comunidade organizacional
Redução de acidentes de trabalho
Aumento da capacidade de resposta por parte da organização
Redução do <i>lead time</i> (tempo que decorre desde a receção da matéria-prima e a expedição do produto final)

2.5. Ferramentas Lean

O *Lean* tem-se mantido até hoje como uma das formas mais comuns para eliminar ou reduzir os desperdícios nas organizações, ajudando-as a melhorar a eficiência, a qualidade e os custos (Ismail *et al.*, 2019).

O pensamento *Lean*, mais que as suas diretrizes de mudanças de paradigma e mentalidade, fornece uma grande panóplia de ferramentas e metodologias (Melton, 2005).

As ferramentas *Lean* abordadas de seguida são aquelas que segundo pesquisas na mesma área foram as mais utilizadas nas PMEs. (Quartarolli *et al.* 2018; Maalouf & Zaduminska, 2019; Kharu *et al.* 2021).

2.5.1. 5'S

O 5'S é uma ferramenta do LM que visa organizar o local de trabalho e padronizar os processos de trabalho com o objetivo de os tornar mais eficientes. Esta ferramenta envolve toda a empresa, através de práticas voltadas para a mudança de comportamentos, atitudes e valores das pessoas e normalmente não é aplicável a qualquer empresa, pois esta prática implica mudanças habituais dos profissionais na rotina da empresa. (Zocca *et al.*, 2017).

A ferramenta 5'S é constituída por cinco palavras japonesas: *Seiri* (Arrumar); *Seiton* (Organizar); *Seiso* (Limpeza), *Seiketsu* (Normalização) e *Shitsuke* (Disciplina), e apresentam as seguintes características (Natarajan *et al.*, 2017):

- **Seiri (Arrumar):** Tem como objetivo a identificação daquilo que é útil e necessário e separá-los do inútil e desnecessário;
- **Seiton (Organização):** O principal objetivo é estipular os lugares de cada item e certificar que estes se encontram no seu devido lugar de modo a se atingir um trabalho mais fácil e fluído;
- **Seiso (Limpeza):** Cada funcionário deve ser responsável pela limpeza do seu próprio local de trabalho, de modo que tudo se encontre limpo e organizado;
- **Seiketsu (Normalização):** Devem ser criadas normas gerais para os processos de limpeza e arrumação que abranjam todos os equipamentos e instalações;
- **Shitsuke (Disciplina):** Tem como objetivo seguir todas as regras anteriormente instruídas, desde organizar, limpar, arrumar e cumprir as normas.

A prática do 5's ainda apresenta as seguintes vantagens (Ablanedo-Rosas *et al.*, 2010; Zocca *et al.*, 2017):

- Libertação de espaços físicos;
- Diminuição de acidentes;
- Diminuição de custos de manutenção;
- Reutilização de recursos;
- Melhoria visual do ambiente de trabalho;
- Melhoria na estrutura da empresa e dos processos produtivos;
- Redução dos tempos de operações, diminuindo, por consequência, o tempo de espera dos clientes, e a quantidade de reclamações ou defeitos.

2.5.2. Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) é um método que permite uma visão geral do fluxo de materiais desde a aquisição da matéria-prima até à expedição do produto final. O VSM permite identificar os desperdícios, oportunidades de melhoria e permite ajudar na identificação de quais as ferramentas *Lean* mais propícias a implementar. Para aplicação desta metodologia devem ser seguidos os seguintes passos (Oliveira *et al.*, 2017):

1. Seleção do produto/produtos a melhorar;
2. Representação do estado atual deste(s) produto(s);
3. Representação do estado futuro, sem as ineficiências previamente identificadas;
4. Elaboração de um plano de trabalho para atingir o estado futuro pretendido.

O uso do VSM auxilia na identificação de resíduos, fornece uma linguagem comum para a sua análise e facilita a compreensão das conexões do fluxo de materiais. É também uma forma eficaz de registar os tempos de processamento (*Lead Times*), tempos de *setup* (tempo em que a produção é interrompida para, por exemplo, realização de ajustes) e outros, de forma a possibilitar a visualização clara por parte do responsável. (Oliveira *et al.*, 2017).

A Figura 3 apresenta um exemplo de VSM (McCarthy & Rich, 2004).

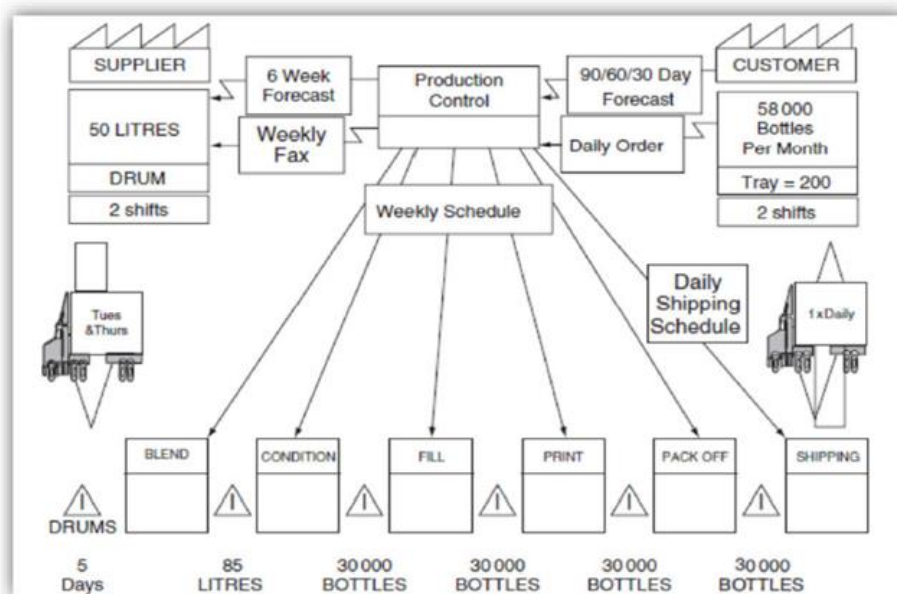


Figura 3- Exemplo de um VSM (McCarthy & Rich, 2004).

Além do VSM permitir o estudo dos mapas do estado atual e futuro, também existem cálculos envolventes. Os cálculos que devem ser considerados são os seguintes (Ismail *et al.*, 2019):

1. **Takt Time:** Tempo máximo que leva a produzir um produto em resposta à procura do cliente. É utilizado para controlar os processos de produção e permite identificar eventuais irregularidades e retificá-las. Para determinar o *Takt Time* é usada a Equação (1):

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ de\ trabalho\ disponível}{Procura\ (unidades\ requeridas\ pelo\ cliente)} \quad (1)$$

2. **Cycle Time - Tempo de ciclo:** Tempo necessário que um trabalhador leva a completar a operação antes de repeti-la. Este tempo não pode ser superior ou igual ao *Takt time* a fim de evitar atrasos nas entregas ou criar desperdícios nos processos. Na Equação (2) encontra-se a fórmula para calcular o tempo de ciclo:

$$\text{Cycle Time} = \frac{\text{Tempo do processo (total)}}{\text{Número de peças produzidas}} \quad (2)$$

- 3. Lead Time:** Descreve o tempo associado à produção de um produto, desde a receção da matéria-prima até à expedição do produto final. A Equação (3) representa o cálculo do *lead time*.

$$\begin{aligned} \text{Lead Time} = & \text{Tempo de receção} + \text{Tempo do processamento} \\ & + \text{Tempo de expedição} \end{aligned} \quad (3)$$

- 4. Processing Time:** Informação fornecida aos trabalhadores e responsáveis da produção, a fim de conhecerem o tempo que cada produto leva a ser fabricado durante todo o seu processo produtivo. Para se obter o tempo de processamento utiliza-se a Equação (4).

$$\text{Processing time} = \sum \text{Cycle Time} \quad (4)$$

O VSM para além de simples demonstra uma facilidade na sua implementação. Esta ferramenta apresenta as seguintes vantagens de acordo com Rother & Shook (1999):

- Permite uma melhor perceção do fluxo da cadeia de valores da empresa e como esta depende dos seus processos;
- Melhora a relação existente entre processos e fluxos de informação e material;
- Permite a identificação dos desperdícios e as suas causas;
- Promove a produtividade numa empresa;
- Identifica as oportunidades para implementar as ferramentas *Lean*;
- Melhora a compreensão de todos os sistemas mais complexos;
- Permite a elaboração de um plano sólido para se aplicar as ferramentas *Lean*;
- Separa as atividades que acrescentam valor ao produto das que se tornam desperdício.

2.5.3. Just-In-Time (JIT)

O JIT nasceu no Japão e é aplicada na produção que envolve ter os itens certos com a quantidade certa, no lugar e na hora certa com o objetivo de aumentar a qualidade, produtividade e eficiência, melhorar a comunicação dentro da organização e diminuir os desperdícios e os custos associados a estes (Javadian *et al.*, 2013).

O JIT foca-se em duas questões (Bookbinder & Ülkü, 2021) sendo elas:

- ✓ Como é que os métodos e procedimentos de logística e transporte podem permitir que um sistema produtivo JIT funcione corretamente?
- ✓ Ao projetar os procedimentos, pode-se aplicar os princípios JIT à logística?

Os objetivos do JIT são a qualidade e a flexibilidade e quando estabelecidos quanto ao processo produtivo, têm um efeito secundário sobre a eficiência, velocidade e a confiabilidade do processo. O JIT apresenta diversas diferenças de abordagem em relação aos sistemas tradicionais de produção. A sua principal característica é “puxar” a produção ao longo do processo, de acordo com os pedidos, isto é, o material somente é processado de acordo com os pedidos. Outra diferença característica reside em ser um sistema ativo uma vez que incentiva a não realização de processos produtivos que não agregam valor à produção (Correa & Gianesi, 1996).

A Figura 4 mostra uma comparação entre as abordagens tradicionais e produção JIT (Correa & Gianesi, 1996).

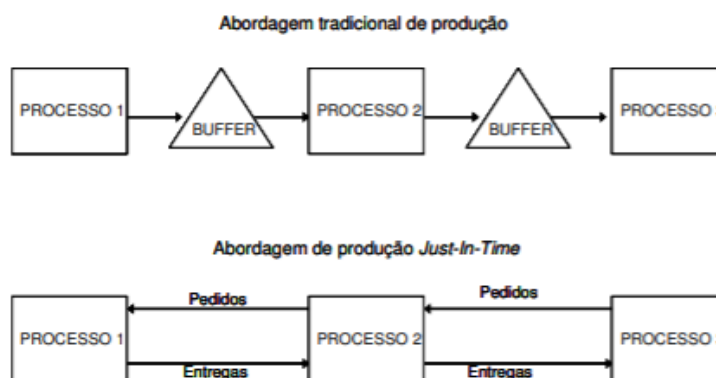


Figura 4- Produção Tradicional VS Produção JIT (Correa & Gianesi, 1996).

Como observado na Figura 4, na abordagem tradicional pode-se notar a utilização de *buffers* (*stock* existente) entre os processos, mantidos com o intuito de evitar que os processos seguintes fiquem sem abastecimento em caso de falhas, ao contrário do que acontece na produção JIT.

2.5.4. *Jidoka*

Jidoka nasceu do facto de Sakichi Toyoda, em 1926 lançar um tear capaz de parar automaticamente quando um dos fios se rompesse ou quando a quantidade programada de tecido fosse atingida, tornando assim possível a supervisão simultânea de várias máquinas. O conceito *Jidoka* encontra-se mais vinculada com autonomia que com automação (Silva, 2016).

Com esta prática, o funcionário não necessita de estar constantemente junto ao equipamento para observar se as operações são realizadas corretamente. Com a adição de práticas *Jidoka*, o operador pode ser capaz de controlar todo o processo no seu posto de trabalho, permitindo-lhe detetar outros possíveis defeitos ou falhas no processo (Ismail, 2019).

Para Grout e Toussaint (2010), os passos do *Jidoka* são simples e apresentam-se na Figura 5.

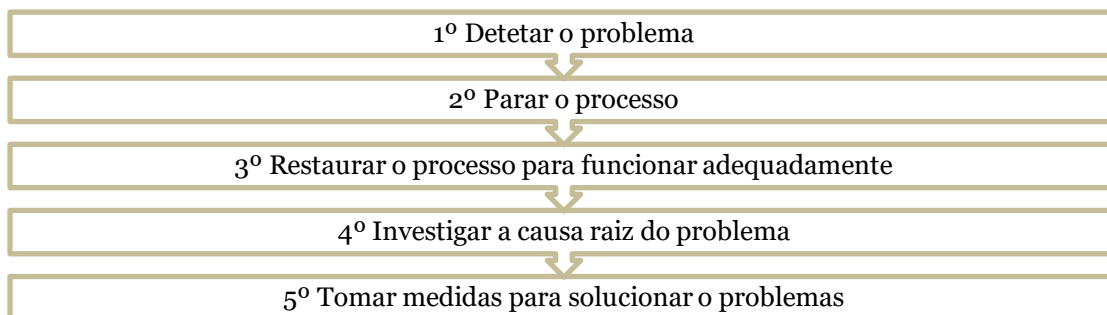


Figura 5- Passos do *Jidoka* (Grout & Toussaint, 2010).

Para Sugimori *et al.* (1977), os efeitos importantes alcançados com o *Jidoka* são os seguintes:

- Redução de custos através da redução da força de trabalho;
- Flexibilidade na produção para alterações de pedidos;
- Assegurar a qualidade;
- Aumentar o respeito humano.

Ao parar a linha de produção, obviamente ocorrerá perdas na produção, mas ao continuar a produção sem se encontrar a causa raiz das anomalias, o processo poderá acabar por ser comprometido, isto é, acabará por afetar diretamente o cliente final com

consequência da perda de credibilidade da empresa (Kosaka, 2006).

Algumas das ferramentas a destacar no processo de identificação de problemas ou defeitos (Silva, 2016) são:

1. **Poka-Yoke:** Centrado na interrupção das operações para restauração dos parâmetros de execução ou para remoção das causas dos defeitos.
2. **Andon:** Permite a visualização das condições dos processos produtivos tendo em consideração que são processos simples e flexíveis. É uma técnica genérica de controlo que pode ser aplicada nos mais diversos tipos de sistemas produtivos, porém requer assistência de pessoas para se obter resultados consistentes.

2.5.5. Single Minute Exchange of Dies (SMED)

A prática *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) foi introduzida pela empresa Toyota, com o objetivo de diminuir os tempos de *setup*, os tempos de entrega, a quantidade de *stocks* e aumentar a eficiência dos processos produtivos, os lucros e os resultados no geral (Oliveira *et al.*, 2017).

As operações são divididas em duas partes (Cakmakci & Karasu, 2006):

1. **Operações Internas:** Só podem ser realizadas ações nos equipamentos quando estes se encontram imobilizados;
2. **Operações Externas:** As ações a efetuar nos equipamentos podem ser realizados quando estes se encontram em funcionamento.

As principais etapas a seguir para aplicação desta ferramenta e as características de cada uma delas apresentam-se representadas na Figura 6 (Calmakci *et al.*, 2007):

1ª Etapa	2ª Etapa	3ª Etapa
Separar as operações internas das externas. Nesta etapa é fundamental responder à seguinte questão: “Terá que o equipamento ser desligado para realizar a ação?”. A resposta ajudará a escolher entre os dois tipos de configurações; esta etapa pode reduzir o tempo de reparação entre 30% a 50%.	Conversão das operações internas em externas, com o objetivo de se atingir a redução do tempo de imobilização do equipamento.	Racionalização de todos os aspetos das operações. Nesta etapa deve ser procurada a simplificação de todas as operações, com o intuito de reduzir o custo inerente e o tempo total de configuração. Um exemplo de uma ferramenta que pode aplicada é a metodologia 5’S.

Figura 6- Etapas para a aplicação do SMED (Calmakci et al., 2007):

2.5.6. Kanban

Kanban significa cartão ou sinal, é uma ferramenta de controlo do fluxo de materiais, pessoas e informação e garante o funcionamento do sistema *Pull*. (Citeve, 2012).

Este sistema permite a redução de desperdícios, proporciona a flexibilidade nos postos de trabalho, garante a melhoria da qualidade, elimina o excesso de produção, assegura a rápida movimentação entre pontos de trabalho, reduz os custos, os tempos de espera, níveis de *stock* e despesas na sua generalidade (Ismail *et al.*, 2019).

Para sinalizar a produção podem ser utilizados cartões, contentores, carros de transporte, sinais eletrónicos, marcas no chão etc. (Citeve, 2012).

Existem vários fatores que devem ser considerados para que a implementação deste sistema seja eficaz, incluindo a participação de todos os intervenientes, melhorias na qualidade, melhoria no controlo da qualidade, gestão de *stocks* e compromisso de toda a empresa (Ismail *et al.*, 2019).

O *Kanban* é um sistema de produção em lotes pequenos. Cada lote é armazenado em recipientes uniformizados (*containers*) que contém um número definido de peças. Para cada lote existe um cartão *Kanban* correspondentes.

As peças dentro dos recipientes são acompanhadas pelo cartão e movimentadas através dos centros de trabalho (Pinto, 2006). A Figura 7 ilustra o modo de funcionamento deste sistema (Pinto, 2006).

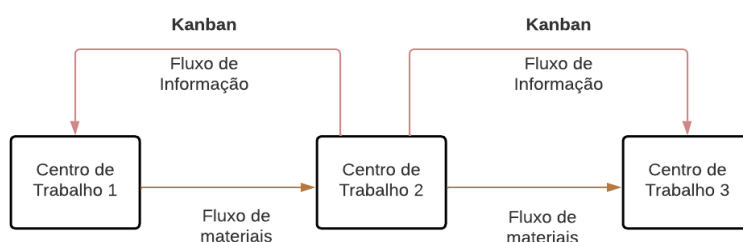


Figura 7- Modo de funcionamento do sistema Kanban (Pinto, 2006).

Pinto (2006) identifica dois tipos deste sistema descritos de seguida e apresentados exemplos na Figura 8:

- **Kanban de Produção:** Nenhuma operação de fabrico é autorizada sem que haja um *Kanban* de produção a autorizar;
- **Kanban de transporte:** Este cartão contém, geralmente, as mesmas informações do *Kanban* de produção com as indicações do centro de produção e destino.

Kanban de Produção:	Kanban de Transporte:
Código da Peça: JPOP1969	Código da Peça: JPOP1969
Descrição: Parafuso tipo 2a	Descrição: Parafuso tipo 2a
Tamanho do lote: 17 peças	Tamanho do lote: 17 peças
Contentor: Box24	Contentor: Box24
Centro de trabalho: Sala07	Origem: Sala07
Data: 2005 VII 08	Destino: Armazém PA
	Lançamento: 3/5
	Data: 2005 VII 08

Figura 8- Exemplos dos dois tipos de cartão *Kanban* (Pinto, 2006).

2.5.7. Heijunka

O *Heijunka*, palavra de origem japonesa usada para definir o nivelamento da produção para que todos os processos funcionem ao mesmo ritmo. A programação diária deste sistema compreende o nivelamento da carga de forma a garantir assim uma combinação de diferentes produtos como medida de garantir um fluxo contínuo de materiais e informação, sem acumulação de *stocks* (Galgano, 2006).

O método *Heijunka* tem por objetivo nivelar o volume de produção, o tipo de produtos

e o tempo de produção e o nivelamento destes três pontos, permite uma carga de trabalho estável e ao mesmo tempo satisfazer as necessidades dos clientes no tempo e qualidade desejada (Pinto, 2006).

Para Galgano (2006), as suas principais vantagens são:

- Maior rapidez na satisfação da procura dos clientes;
- Diminuição de *stocks*;
- Menor ocupação de armazenamento;
- Fabrico, ao mesmo tempo, de grandes quantidades de produtos diferentes.

2.5.8. Kaizen

Segundo Imai (1997), *Kaizen* é como um guarda-chuva que abrange todas as técnicas de melhoria, reunindo-as de maneira harmoniosa com o intuito de tirar o máximo de proveito que cada uma oferece.

Segundo Mika (2006) deve-se elaborar um plano *Kaizen* sempre que é identificada uma área com problema. *Kaizen* consiste na mentalidade de suporte de toda a filosofia *Lean*, tratando-se de esforços de melhoria contínua e devem estar envolvidos todos os elementos da organização, de modo a oferecer uma visão mais crítica sobre o processo (Mika, 2006).

Segundo Araújo e Rentes (2006) identificam-se dois tipos de *Kaizen*:

- *Kaizen* de Fluxo: Incide no fluxo de valor, dirigido ao cliente;
- *Kaizen* de Processo: Incide em processos individuais, dirigidos às equipas de trabalho e líderes.

Para aplicar os princípios de melhoria contínua dos processos *Kaizen*, deverão ser realizadas as etapas apresentadas na Figura 9 (Pinto, 2014).

-
- 1^a **Etapa:** Criação de uma equipa para procurar e descrever os desperdícios e desenvolver soluções com custos baixos de fácil implementação;
 - 2^a **Etapa:** Preparação de um workshop para apresentar a solução/proposta de melhoria;
 - 3^a **Etapa:** Descrever o desperdício encontrado a todos os intervenientes da organização;
 - 4^a **Etapa:** Utilizar dados a fim de demonstrar o desempenho atual;
 - 5^a **Etapa:** Fazer um brainstorming com todos os intervenientes;
 - 6^a **Etapa:** Os intervenientes Proporem soluções;
 - 7^a **Etapa:** Elaboração e implementação de um plano de ações;
 - 8^a **Etapa:** Apresentar as melhorias depois da implementação;
 - 9^a **Etapa:** Monitorizar.

Figura 9- Etapas para aplicar o *Kaizen* (Pinto, 2014).

2.6. Barreiras e fatores críticos na implementação do Lean nas PMEs

As PME's são bem reconhecidas em todo o mundo. A introdução do LM auxilia as empresas a poupar 50% do tempo de trabalho, 30% do espaço de produção e aumentar, pelo menos, 30% a produtividade (Elkhair *et al.*, 2019).

Muitas barreiras surgiram na implementação da LM, apesar das várias aplicações bem-sucedidas e estas podem afetar bastante a implementação de qualquer prática *Lean* e resistir ao seu desempenho se não forem levadas em consideração com o intuito de entendê-las, pesquisar as causas e medir os seus impactos. (Elkhair *et al.*, 2019).

Bajjou e Chafi (2018), classificaram as barreiras em três categorias, sendo elas (Elkhair *et al.*, 2019):

1. **Barreiras administrativas e técnicas:** Falta de planeamento, de experiência, de perspetiva estratégica, incompreensão do LM e de comprometimento por parte da gestão de topo;
2. **Barreiras Sociais:** Resistência a mudanças;
3. **Barreiras económicas:** Recursos limitados.

Os fatores críticos à implementação do *Lean* são caracterizados por serem fatores essenciais para o sucesso de qualquer programa ou técnica a implementar, no sentido em que, se os objetivos não forem alcançados, a aplicação da técnica poderá falhar catastroficamente. Esses fatores apresentam-se na Figura 10 (Elkhair *et al.*, 2019):



Figura 10- Fatores críticos à implementação do *Lean* (Elkhair *et al.*, 2019).

2.7. Six Sigma

De acordo com Vetter & Morrice (2019), a metodologia Six Sigma é baseada em filosofias, ferramentas e técnicas que conseguem obter de forma rápida e eficiente o aumento da produtividade e qualidade dos produtos/serviços o que gera, consequentemente o aumento do lucro, da satisfação dos clientes, maior envolvimento da equipa e na diminuição da variabilidade dos processos. A meta principal desta metodologia é atingir valores muito próximo de zero no que toca a defeitos, erros ou falhas (Vetter & Morrice, 2019).

Do ponto de vista estatístico, a metodologia Six Sigma é baseada no conceito de que ocorrem menos de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, o equivalente a uma taxa de sucesso de 99,7% nos processos produtivos (Kwak & Anbari, 2006).

Six Sigma é uma iniciativa de melhoria de negócios que foi desenvolvida pela empresa de telecomunicações “Motorola” pelo engenheiro Bill Smith em meados da década de 1980 (Snee, 2010).

De acordo com Antony et al. (2017), a Motorola desenvolveu esta filosofia com o objetivo de dar resposta a pressões externas, provenientes sobretudo do Japão.

Em 1988, a empresa Motorola ganhou o prémio da qualidade de Malcolm Baldrige Quality Award, divulgando o *Six Sigma* no seio empresarial como fator de sucesso. Entre 1980 e 1990, esta empresa obteve ganhos de 2,2 milhões de dólares com a aplicação do *Six Sigma* (Drohomeretski et al., 2013; Snee, 2010)

O *Six Sigma* ganhou uma maior projeção em 1996, quando o presidente da empresa *General Electric* se propõe a implementar o *Six Sigma* em todos os processos da sua empresa. Como resultado veio a diminuição custos a rondar os 900 milhões de dólares no espaço de 2 anos (Barone & Franco, 2012).

Seja por uma questão de segurança, satisfação dos clientes ou prevenção dos custos da qualidade para obter economias como resultado, reduzir a variação dos processos para melhorar a qualidade é fundamental para cada qualquer organização atingir os seus objetivos (George et al., 2005). Um dos outros fatores a salientar é a educação e a formação de todos os colaboradores das organizações a fim de estes dominarem os conceitos inerentes a esta metodologia e às ferramentas e técnicas que a constituem (Kwak & Anbari, 2006).

2.7.1. Ciclo DMAIC

O Ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*) é originalmente descrito como um método que permite a redução das variações dos processos e é aplicado na prática como uma metodologia de melhoria e de resolução dos problemas (McAdam & Lafferty, 2004).

Este ciclo, usado para guiar projetos de melhoria, é constituído por cinco etapas e cada uma delas baseia-se na anterior, e todo o processo é de natureza cíclica, que se pode repetir quantas vezes necessário. É descrita como uma “*estrutura baseada em dados para resolver problemas nos processos*” (George et al., 2005).

As etapas do DMAIC podem-se definir da seguinte forma (Sousa et al., 2012; George, et al., 2005; Andersson et al., 2006):

1ª Fase- Definir: Etapa onde se identifica o problema, definem-se os requisitos para a qualidade e estabelecem-se as metas. Nesta etapa deve-se descrever o impacto sobre

o negócio e não concluir, prematuramente, as causas e as soluções. Nesta fase é importante entender claramente quais as dificuldades para eliminar as causas dos problemas.

2ª Fase- Medir: O objetivo desta fase é identificar quais os fatores-chave com maior influência nos processos e decidir como estes devem ser medidos. Nesta etapa todas as informações e dados relevantes são recolhidos. A medição dos níveis de desempenho medidos nesta fase serão posteriormente comparadas com as medições no final do projeto para determinar qual o nível de melhoramento dos processos;

3ª Fase- Analisar: É considerada a etapa mais importante do Ciclo DMAIC. Depois de todas as informações recolhidas na etapa anterior, estas devem ser analisadas de forma a confirmarem a origem de por exemplo, atrasos, desperdícios e qualidade reduzida. O principal objetivo desta fase é identificar, validar e selecionar as causas-raiz das variações para eliminar estas;

4ª Fase-Melhorar: Nesta etapa uma solução para reduzir os problemas prioritários é encontrada, testada e implementada. São realizadas alterações nos processos com o objetivo de eliminar defeitos, desperdícios e custos desnecessários que estão interligados às necessidades dos clientes identificadas na 1ª fase;

5ª Fase-Controlar: Esta etapa tem como foco garantir que as melhorias implementadas se mantenham ao longo do tempo, o que implica o auxílio aos funcionários, transmitindo-lhes o novo conhecimento adquirido, o que vai aumentar a rapidez de reação a problemas futuros, facilidade no compartilhamento das novas implementações com outras pessoas de outras organizações e evitar o retrocesso.

2.7.2. Lean Six Sigma

Lean Six Sigma é uma metodologia que integra a filosofia *Lean* e *Six Sigma* de forma a solucionar um problema. A junção destas metodologias tem como objetivo procurar as perdas e reduzir os defeitos, agregando os benefícios de cada uma destas metodologias (Pamfilie *et al.*, 2012).

Esta metodologia híbrida é um método e uma estratégia de negócios que permite aumentar o desempenho dos processos, a qualidade dos produtos/serviços, melhorar a satisfação dos clientes e obter lucros mais elevados (Snee, 2010).

Snee (2010) apresentou os objetivos de melhoria do LM, *Six Sigma* e *Lean Six Sigma* como se pode observar na Figura 11.

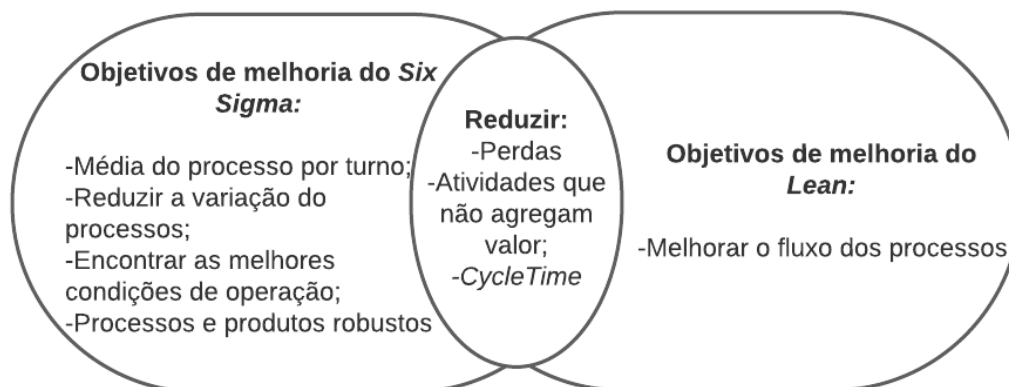


Figura 11- Objetivos de melhoria do *Lean*, *Six Sigma* e *Lean Six Sigma* (Snee, 2010).

De acordo com Snee (2010), comparar as duas filosofias não é produtivo, uma vez que quando ambas são mencionadas instiga-se uma discussão sobre qual a mais benéfica a implementar. O objetivo de ambas é a melhoria contínua, e por isso é necessário refletir sobre as ferramentas e técnicas comuns entre as metodologias.

A metodologia *Lean Six Sigma*, segundo Salah *et al.* (2010), pode ser implementada de acordo com 6 modelos diferentes:

- 1º Modelo: O *Six Sigma* faz parte do LM, o seu surgimento é associado ao evento *Kaizen*;
- 2º Modelo: O LM faz parte do *Six Sigma*. É utilizado o ciclo DMAIC, onde o LM só aparece nas últimas 3 etapas deste ciclo;
- 3º Modelo: O LM e o *Six Sigma* são implementados isoladamente;
- 4º Modelo: O LM e o *Six Sigma* são aplicados em paralelo, isto é, respondem ao mesmo desafio, mas são aplicadas isoladamente;
- 5º Modelo: O LM e o *Six Sigma* são aplicados em séria, isto é, até se solucionar um problema, implementa-se ora uma estratégia ora outra;
- 6º Modelo: O LM e o *Six Sigma* são aplicados simultaneamente.

Qualquer organização que implementa qualquer um dos 6 modelos acima descritos, não deve adotar uma abordagem muito focada no LM, que limita a capacidade de resposta ao mercado, nem adotar um método que se foca exhaustivamente na variação

dos processos, não trazendo mais-valia do ponto de visto do consumidor (Pepper & Spedding, 2010).

2.7.3. Fatores Críticos de sucesso na implementação do Lean Six Sigma

Esta filosofia deve ser implementada da maneira mais eficaz possível de modo as organizações obterem resultados gerais sólidos.

De acordo com Ribeiro (2018) os fatores críticos de sucesso associados à implementação do *Lean Six Sigma* nas organizações apresentam-se na Tabela 3.

Tabela 3- Fatores críticos de sucesso do *Lean Six Sigma* (Ribeiro, 2018).

Fatores Críticos de Sucesso do Lean Six Sigma
Competência em <i>Lean Six Sigma</i> (abordagem baseada em dados, compreensão do <i>Lean Six Sigma</i> , das ferramentas e técnicas)
Comprometimento, envolvimento e liderança da Gestão de Topo
Comunicação
Cultura Organizacional (Consciência, mudança cultural)
Habilidade na gestão de projetos
Infraestruturas adequadas (infraestrutura organizacional, seleção adequada da equipa de projeto, recursos para a equipa de projeto)
Ligação do <i>Lean Six Sigma</i> com a estratégia da empresa (Planeamento estratégico, visão e definição de um plano)
Ligação do <i>Lean Six Sigma</i> com os clientes
Ligação do <i>Lean Six Sigma</i> com os fornecedores
Seleção e priorização adequada dos projetos (Rastreamento e revisão dos projetos)
Sistema de recompensação e reconhecimento (Ligação do <i>Lean Six Sigma</i> com recompensação dos Recursos Humanos)
Treino e educação

A semelhança dos fatores críticos do *Lean Six Sigma* com os fatores críticos do LM e *Six Sigma* deve-se ao facto de que, estas metodologias de melhoria contínua apresentam requisitos semelhantes (Ribeiro, 2018).

2.8. Ferramentas Lean no setor frutícola

Existem poucos artigos científicos atuais que se focam na aplicação do LM neste setor, por isso este capítulo pode apresentar referências já antigas.

A existência de uma forte concorrência juntamente com o crescimento da procura por parte dos consumidores, torna imperativo para as empresas explorarem formas de reduzir os desperdícios e aumentem a eficiência produtiva, conduzindo consequentemente ao aumento das receitas e a satisfação dos clientes, através da implementação de tecnologias flexíveis e padronizadas (Mahalik & Nambiar, 2010;

Henrique & Godinho, 2020). LM é uma das iniciativas que muitas empresas (agroindústrias inclusive) têm vindo adotar para se manterem no mercado competitivo (Schonberger, 2006; Jones et al., 1990).

As empresas do ramo agrícola apresentam um nível adicional de complexidade em comparação com outras indústrias uma vez que existem fatores físicos e biológicos envolvidos que podem afetar todos os processos (Bolívar-Lara *et al.*, 2018).

As empresas agroindustriais encontram-se a implementar diversas inovações para atender às mudanças de necessidade e hábitos de vida. Para que produtos frescos apresentem a qualidade nutricional e um prazo de validade suficientemente longo para uma distribuição viável dentro da região de consumo, diversas empresas encontram-se a comercializar produtos que passam por um processamento mínimo (Siddiqui *et al.*, 2011).

A maioria das frutas e vegetais são produzidos sazonalmente e são altamente perecíveis, ou seja, apresentam um tempo de vida muito limitado para a sua comercialização. Sendo estes produtos organismos vivos, após a sua colheita devem permanecer vivos e em boas condições até ao seu consumo (Nunes *et al.*, 2014). Para minimizar os efeitos adversos, a aplicação imediata destes produtos no frio permite reduzir perdas de vitaminas, açúcares, ácidos e água assim como a velocidade das reações bioquímicas e enzimáticas (Parikh *et al.*, 1990). Na maioria dos casos, o armazenamento a frio é realizado em grandes áreas das organizações deste tipo, apresentando assim um custo elevado (Latini *et al.*, 2016).

Suryaningrat (2016) indica que a matéria-prima é o fator mais importante para sustentar as atividades de processamento num sistema agroindustrial, especialmente para empresas de renome que realizam processos com uma enorme quantidade de alimentos. Problemas com a matéria-prima traduzem-se em problemas de qualidade, quantidade e continuidade, fatores críticos para apoiar as atividades diárias da empresa.

Weber (1991) constatou que a escolha dos fornecedores (agricultores) é o fator mais importante nas cooperativas agrícolas, seguido da distribuição e qualidade dos produtos. É importante garantir o fornecimento dos alimentos com o volume, quantidade e qualidade certa no local e hora determinada (Vorst *et al.* 2007).

As perdas existentes nesta indústria, por exemplo, perdas de alimentos, podem ser resultantes da ineficiência em toda a cadeia produtiva. Com a constatação que existem perdas nos processos de produção, distribuição, armazenamento e comercialização deste tipo de produtos, torna-se essencial a identificação das causas dessas perdas para que se possam oferecer recomendações às indústrias deste setor. Muitas vezes as perdas podem ser reduzidas por aplicação de boas práticas agrícolas efetuadas pelos agricultores, no manuseio pós-colheita, e/ou com a implementação de ações nas diferentes etapas da produção (Júnior & Soares, 2014).

A forma como estes produtos são manuseados na cooperativa agrícola é um fator crítico na qualidade dos produtos. As frutas e vegetais devem ser embalados em locais limpos, secos, ventilados e higienizados a fim de manterem a qualidade do produto. O controlo da temperatura e humidade são fatores críticos, pois afetam diretamente a respiração e transpiração das frutas e legumes pós-colheita (Júnior & Soares, 2014).

O transporte e o armazenamento dos produtos têm de funcionar em conjunto para que os produtos não percam qualidade. No transporte, a cadeia de frio deve ser mantida sem interrupções desde a colheita até à cooperativa ou desde a cooperativa até ao revendedor/consumidor final. Os principais problemas no transporte prendem-se com a falta de controlo da temperatura, danos por vibração e elevados tempos de espera dos produtos em cais de descarga não refrigerados (Almeida, 2005).

Em relação ao armazenamento, estes produtos podem ser guardados durante algumas horas ou até vários meses. O período de armazenamento depende do produto, das condições de armazenamento e do ciclo de comercialização. Ao contrário do armazenamento prolongado, no armazenamento de curta duração é frequente a abertura das portas dos sistemas de refrigeração, o que dificulta manter a temperatura ótima naquelas áreas. (Almeida, 2005).

Alguns dos principais entraves nas cooperativas agrícolas são (Júnior & Soares, 2014):

- Condições higiénico-sanitárias pouco satisfatórias nos locais de armazenamento e comercialização;
- Pessoal sem formação para manusear alimentos;
- Sistemas de refrigeração insuficientes, ineficientes e/ou usados irregularmente;
- Empilhamento incorreto da mercadoria;

- Falta de investimento na melhoria das condições de transporte, recepção, armazenamento e expedição;
- Falta de infraestruturas nos cais;
- Falta de comprometimento nas datas de expedição;
- Falta de classificação e padronização dos produtos;
- Tempo de espera elevado nos cais de recepção e expedição.

As ferramentas *Lean* como VSM e JIT podem ser usadas para melhorar a cadência de produção e eficiência da indústria alimentar (Henrique & Godinho 2020).

O uso do VSM mostra-se um importante instrumento para análise e diagnóstico das cooperativas agrícolas, direcionados pelas causas de desperdícios. Segundo um estudo de Quatarolli *et al.* (2018), através de algumas pesquisas na área, conclui-se que o VSM é a ferramenta *Lean* mais utilizada a fim de melhorar o desempenho destas organizações, como é possível observar na Tabela 4 (Quatarolli *et al.*, 2018).

Tabela 4- Exemplos de estudos da aplicação de ferramentas *Lean* no setor agroindustrial (Quatarolli *et al.*, 2018).

Processos da cadeia:	Perda:	Causa:	Ferramenta Lean:	Efeito:	Autor:
Produção Produto: Milho	Perda da qualidade	Secagem e granulagem	VSM	Diminuição da humidade do milho	Folinas <i>et al.</i> (2014)
Produção Produto: Sumo de Manga	Perda de tempo	Falta de <i>stock</i> , falhas de máquinas entre outras	VSM, 5'S, JIT	Diminuição do lead time em 55%	Hossain & Uddin (2015)
Colheita, Manipulação e distribuição Produto: Batata-doce	Perda económica	Fatores biológicos e físicos	VSM	Redução de 50% das perdas de resíduos e desperdícios per capita na Etiópia	Parmar, Hensel & Sturm (2017)
Distribuição e retalho Produto: Tomate, Cenoura e Couve	Perda de tempo e perda económica	Alto nível de <i>stock</i>	VSM	Aumento do lucro dos retalhistas	Dome & Prusty (2017)

Segundo o mesmo autor, a aplicação do VSM permitiu reduzir perdas no transporte, processos inadequados, e o excesso de movimentação. As perdas com defeitos

mantiveram-se com o mesmo valor, porém com tendência a diminuir com a implementação de um controle da qualidade dos produtos recebidos. O melhor resultado foi obtido com a eliminação de perdas associadas ao tempo de espera. As perdas denominadas por Stocks desnecessário não reduziram uma vez que as ações implementadas são para uma redução de médio e longo prazo. Estes dados podem ser observados na Tabela 5, onde se obteve uma redução das perdas e desperdícios de 35% (Quatarolli *et al.*, 2018).

Tabela 5- Redução das perdas através da implementação do VSM (Quatarolli *et al.*, 2018).

Tipos de perdas:	Desperdícios encontrados:	Perdas VSM Atual:	Perdas VSM Futuro:
Excesso de produção	Não se aplica	0%	0%
Transporte	Excesso de transporte dos fornecedores para as cooperativas e destas para os pontos de entrega	4%	2%
Stock desnecessário	Excesso de <i>stock</i>	14%	17%
Processos inadequados	Embalagens inadequadas e falta de equipamentos	7%	1%
Espera	Processos de carga e descarga e descumprimento nos prazos de entrega	2%	0%
Excesso de movimentações	Retrabalho, <i>layout</i> inadequado e pedidos fracionados	7%	1%
Defeitos	Deterioração biológica, física e química	1%	1%
Redução total		35%	

Kharub *et al.* (2021) utilizaram o *Lean Six Sigma* como metodologia a implementar numa empresa deste setor, a fim de melhorar a taxa de produção e reduzir o desperdício. Foi feito inicialmente um estudo aprofundado, com base em observações, onde foi possível identificar os pontos de estrangulamento. Depois de identificados, usou-se o DMAIC a fim de eliminar estes pontos. Em cada fase da metodologia DMAIC, foi utilizada uma ferramenta *Lean*.

Na fase da medição, todo o processo é definido desde os fornecedores até à compra dos produtos. Nesta etapa foram encontrados alguns pontos de estrangulamento, como as movimentações manuais de frutas e legumes, foram identificados alimentos impróprios para consumo e excessos de *stocks*. Nesta fase, as atividades com e sem valor agregado foram identificadas usando o diagrama VSM.

Na fase da análise, foram identificadas as causas principais para os pontos de estrangulamento que desenvolveram defeitos e prejuízos para a empresa.

Na fase de melhoria, foram feitas poucas implementações na organização, mas adequadas, com ajuda da metodologia 5'S, como por exemplo implementar uma lista de

limpeza diária em cada equipamento, formar os trabalhadores e fazer um *check-up* minucioso do espaço.

Na fase de controlo, garantiu-se que as alterações e implementações passem apropriadamente mantidas. No final do estudo concluiu-se que a empresa poderia reduzir em 50% o desperdício e aumentar o lucro em cerca de 7%.

Maalouf e Zaduminska (2019) aplicaram a ferramentas VSM e SMED numa linha produtiva de uma empresa de processamento e embalagem do peixe arenque em recipientes de plástico juntamente com salada. Visto este ser um alimento perecível como frutas e vegetais é relevante destacar este estudo.

A fim de se obter uma melhor compreensão dos tipos de resíduos presentes nesta linha de produção, a empresa observou as atividades com e sem valor agregado durante um turno de 8 horas, fornecendo assim aos trabalhadores e gerentes uma ideia clara das atividades de valor agregado e dos desperdícios associados a cada máquina. Os dois principais tipos de desperdícios observados foram os seguintes:

- Paralisação dos equipamentos devido a problemas técnicos que podem ocorrer periodicamente em diferentes zonas da linha produtiva, que não podem ser resolvidos num curto espaço de tempo uma vez que envolvem grandes investimentos na atualização de máquinas;
- Resíduos causados pela má manutenção dos equipamentos, além dos desperdícios de tempo, a análise mostrou erros e problemas durante o reequipamento, como configuração de peças incorretas.

Como se pode observar na Figura 12, no ano de 2014, o tempo de produção corresponde apenas 47% do tempo total possível de produção, enquanto o tempo associado à manutenção e o tempo de paragem das máquinas correspondem a 28% e 25%, respetivamente.

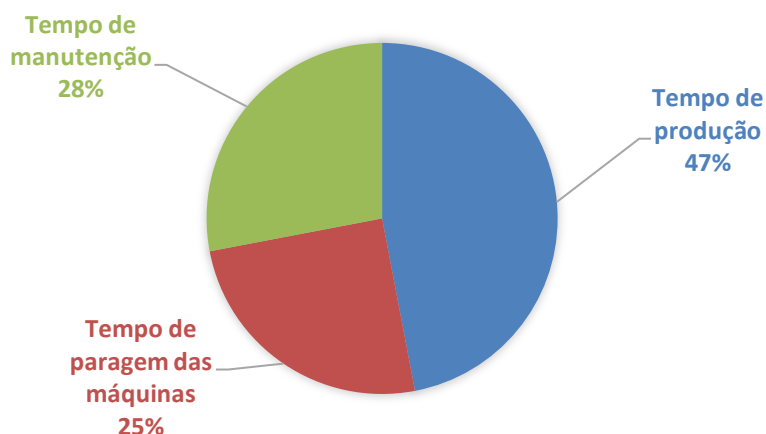


Figura 12- Divisão do tempo de produção em 2014 (Maalouf e Zaduminska, 2019)

Este estudo focou-se no reequipamento e manutenção dos equipamentos, observando que se apenas um trabalhador realizar essas operações, muito tempo e movimentos serão desperdiçados, mas quando este trabalho é realizado por dois operadores, o tempo de *setup* pode ser reduzido.

Antes da melhoria, durante a época alta de pedidos (últimos 4 meses do ano), a empresa tinha dois turnos de 8 horas a trabalhar constantemente, que associava um aumento de empregados e custos associados. Após a aplicação da ferramenta SMED, a empresa funcionava apenas com um único turno de 10 horas, com funcionários regulares.

A Tabela 6 contextualiza os problemas, os mecanismos acionados e os resultados obtidos (Maalouf & Zaduminska, 2019).

Tabela 6- Aplicação do SMED na indústria do peixe arenque (Maalouf & Zaduminska, 2019).

Ferramenta <i>Lean</i> :	Problemas encontrados:	Mecanismos para a resolução dos problemas:	Resultados:
- VSM e SMED	<ul style="list-style-type: none"> -Equipamentos inflexíveis, reequipamento com uma grande quantidade de tempo e movimentações associadas. -O reequipamento e manutenção realizada apenas por um trabalhador consome tempo e movimentações desnecessárias; -Suavizar e acelerar o fluxo produtivo não é uma opção, pois o <i>takt time</i> é pré-definido; -Pedidos sazonais; -Produtos com prazo de validade curto -Paralisação das máquinas associam preços de reparação elevados e dependem de investimentos a longo prazo 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do tempo de reequipamento com a utilização de 2 trabalhadores; -Redução do tempo de manutenção e reequipamento, reduz o tempo de entrega, crucial em produtos sazonais com curto prazo de validade; -Lotes de tamanhos pequenos facilitam a identificação de problemas de qualidade e, em caso de rejeição, a quantidade de material utilizada é reduzida 	<ul style="list-style-type: none"> - Melhoramento da eficiência (Reequipamento mais rápidos); -Lotes de pequenas dimensões; -Tempo de entrega reduzidos; -Menor quantidade de problemas associados à qualidade; -Desnecessidade de adicionar trabalhadores ou adicionar turnos (investimento em formação); -A adição de duas horas ao turno regular é suficiente para atender aos pedidos sazonais.

Com a utilização do VSM e do SMED, o tempo associado ao equipamento e manutenção foi reduzido em 34% e a capacidade produtiva aumentou em 11%. Esta melhoria permitiu que a empresa atingisse as metas de produção, estendendo o tempo do único turno de 8 horas para 10 horas diárias durante o período de pico de pedidos, evitando assim o uso de trabalhadores temporários durante esses 4 meses.

Os tempos de *setup* foram reduzidos, evitando assim a necessidade de aumentar o tamanho dos lotes, o que pode aumentar o *cycle time* e a incidência de problemas na qualidade (Carrizo & Campos, 2011).

3. Materiais e Métodos

3.1. Materiais

Neste capítulo é apresentada a empresa no setor frutícola, Cerfundão, em que se pretende implementar práticas *Lean*. É ainda apresentada a planta legendada da empresa assim como os seus processos produtivos desde a entrada da fruta até à sua expedição.

3.1.1. Caracterização da empresa (Cerfundão)

A empresa Cerfundão foi constituída em novembro de 2007 com um capital social de 1.500.000,00 euros. A sua sede fica localizada na Zona Industrial do Fundão (Racius, 2020).

A sua atividade passa pelo embalamento e comercialização de cereja e de outros frutos, como ameixa, figos, frutos de casca rija, maçã, marmelos, nectarinas, frutos vermelhos, pêra e pêsego (Cerfundão, 2020).

A região da Cova da Beira é responsável por 50% do volume de produção de cereja e pêsego. A Cerfundão tem como principais objetivos e missão (Cerfundão, 2020):

- Produção, embalamento e comercialização de fruta da região da Cova da Beira;
- Comercializar a fruta com o melhor valor acrescentado possível;
- Ajudar na resolução do estrangulamento da comercialização existente na região;
- Aumentar a adesão dos produtores às respetivas organizações;
- Promover o crescimento sustentado da Fileira da Fruta da Cova da Beira;

A organização nos últimos anos evoluiu quer na gestão quer nos métodos de processamento das frutas e foi investido uma grande quantidade de capital em novos equipamentos e estratégias de produção. Em 2016 foi uma das 22 empresas premiada na categoria “Empresas”, na 5ª edição do prémio Nacional de Agricultura. Este prémio aumentou o sentido de responsabilidade dos colaboradores assim como manter padrões de funcionamento e de qualidade de excelência (Correio da Manhã, 2017).

Os produtos frutícolas são escoados para lojas próximas, mercados abastecedores ou exportados (Cerfundão, 2020). Os principais países que recebem estes produtos são Portugal, Espanha, França, Suíça e Inglaterra (Jornal de negócios, 2017).

A empresa e o seu logótipo encontram-se representados na Figura 13 e 14, respetivamente.



Figura 13- Cerfundão.



Figura 14- Logótipo da empresa.

3.1.2. Planta da Empresa

Neste subcapítulo é possível, através da Figura 15, visualizar a planta da empresa. A Tabela 7 corresponde à legenda de cada espaço identificado na planta.

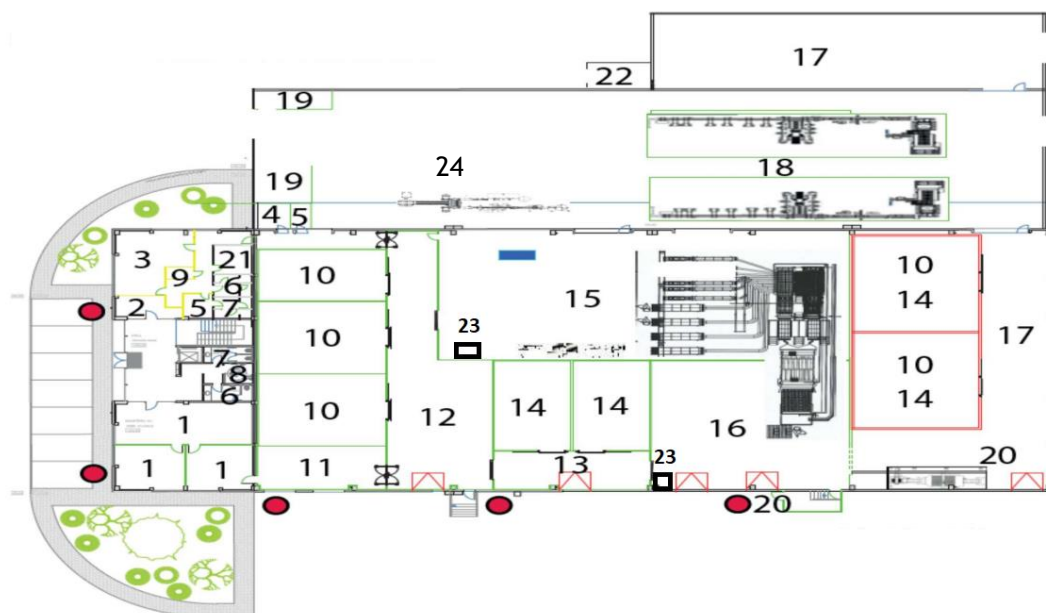


Figura 15- Planta da empresa.

Tabela 7- Legenda da planta da empresa.

1-Escritórios	7-WC e balneário masculino	13-Corredor das câmaras de congelação	19-Zona de manutenção
2-Receção	8-WC de deficientes	14-Câmaras de congelação	20-Cais de Receção da fruta
3-Balneário	9-Despensa	15-Zona de embalagem 1	21-Gabinete / zona de isolamento
4-Vestiário Feminino	10-Câmaras de refrigeração	16-Zona de calibração	22-Compressor
5-Vestiário Masculino	11-Controlo da Qualidade	17-Zona de armazenamento	23-Balança
6-WC e balneário feminino	12-Zona de expedição	18-Zona de embalagem 2	24 -Zona de embalagem
■ - Zona de Citação	● -Zona de Fumadores		

3.1.3. Processos produtivos

Cada etapa do processo produtivo é realizada nos números correspondes à planta da empresa. Os primeiros 6 processos são realizados para todo o tipo de fruta recebida na Cerfundão. No caso da cereja os processos são exclusivos a partir da 7ª etapa.

Os processos produtivos são os seguintes:

- **1º Processo - Receção (20):** A chegada da fruta, no horário da manhã, é realizada em cais e esta apresenta-se em palotes ou paletes. Dependendo do tipo de transporte de cada produtor, a receção pode ser realizada diretamente no cais ou com auxílio de um empilhador que transporta os frutos desde o transporte do produtor até ao sítio de receção, como se pode observar na Figura 16 e 17, respetivamente. Nesta mesma receção, são retiradas cerca de 10 peças de frutas como amostra para determinar a sua dureza e a quantidade de açúcar presente (*bricks*).



Figura 16 - Receção da fruta através do cais.



Figura 17 - Receção da fruta com auxílio de um empilhador.

- **2º Processo - Pesagem (23):** Depois da fruta ser recebida, esta é transportada para uma balança com o auxílio de um empilhador. Nesta balança é medido o peso bruto e este valor ao ser inserido num programa. O peso líquido é automaticamente retirado de acordo com o número de paletes ou palotes recebidos. A Figura 18 apresenta este processo.



Figura 18 - Pesagem da fruta recebida.

Na Figura 19 são apresentados os dados retirados acerca da variedade dos frutos, tipo e número de embalagens recebidas assim como o seu peso bruto.

Variedade	Tipo embalagem	Nº de embalagem	Tipo paleta	Peso bruto
Bravo	palote	3	—	656
n	n	3	—	642
n	n	3	—	654
n	n	3	—	630
n	n	3	—	639

Cerfundão: 9 Produtor: _____

VASILHAME Nº 12059

Nº	TIPO	Nº
----	------	----

Figura 19- Caracterização da fruta e paletes recebidas

Na Figura 20 é possível visualizar a transcrição dos dados retirados manualmente no programa, onde se obtém automaticamente o peso líquido.

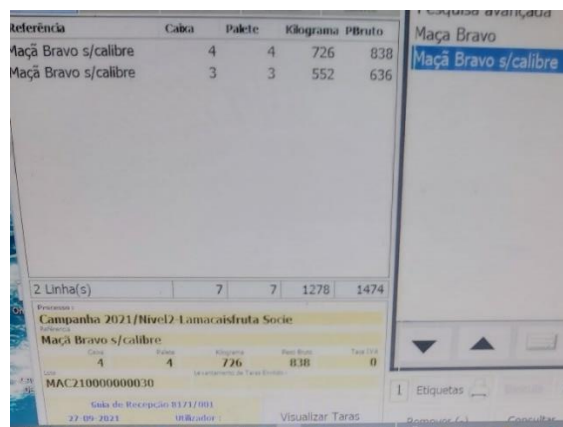


Figura 20 - Transcrição dos dados recolhidos para o programa.

- **3º Processo - Rotulagem (20):** Os palotes ou paletes recebidas são identificadas por um rótulo que discriminam o peso líquido, a identificação do produtor, a guia, a data de entrega, a variedade da fruta assim como a identificação das certificações e do lote. A Figura 21 apresenta um exemplo deste rótulo.



Figura 21 - Rotulagem de uma palote.

- **4º Processo - Preenchimento de um ticket (20):** Neste processo é preenchido um *ticket* que será entregue ao produtor depois da campanha deste tipo de fruta ser expedida. Neste documento está descrita a data de entrega e o peso do produto recebido. Na Figura 22 encontra-se apresentado um exemplo deste tipo de *ticket*.

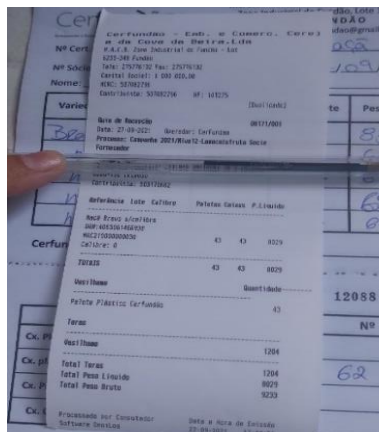


Figura 22 - Ticket.

- **5º Processo - Armazenamento em câmaras de refrigeração (10):** A fruta depois de pesada e identificada é transportada, com auxílio de um empilhador, para as câmaras de refrigeração. Como normalmente é recebida mais que uma paleta ou palote, estas são transportadas uma a uma até à entrada das câmaras de refrigeração, e posteriormente são colocadas no seu interior ao mesmo tempo, de modo a evitar transições bruscas de temperaturas possam diminuir a qualidade dos produtos. A fruta permanece cerca de 22 horas nas câmaras de refrigeração. No caso da cereja, a temperatura das câmaras de refrigeração deve-se encontrar entre os 4°C e 7°C. Já no caso da maçã entre os 2°C e 4°C. A Figura 23 permite visualizar o interior de uma câmara de refrigeração instalada na empresa.



Figura 23 - Armazenamento dos alimentos numa arca frigorífica.

- **6º Processo - Limpeza e Calibração (16):** Neste processo, as frutas são despejadas para um tanque de água e limpas para se passar ao passo seguinte, a calibração. A calibração é determinada pelo diâmetro máximo da secção equatorial. As frutas que não correspondem às dimensões mínimas são excluídas, e serão vendidas para a indústria. Na Figura 24 é possível visualizar estes processos.



Figura 24 - Limpeza e calibração da cereja.

- **7º Processo - Armazenamento da cereja em caixas de plástico (15):** As cerejas são distribuídas por caixas de plástico de 5 kg de acordo com o calibre que apresentam. Quando uma destas caixas se encontra cheia, os funcionários são avisados através de um sinal visual (ferramenta *Andon*). O sinal apresenta-se da cor laranja quando não existe qualquer tipo de caixa para receber a fruta ou não está totalmente cheia. Quando a caixa apresenta cerca de 5 kg líquidos, a luz passa a ser incolor. Na Figura 25 é possível visualizar esta distribuição, assim como o sinal visual.



Figura 25 - Distribuição da cereja em caixas de plástico de acordo com o calibre.

O seguinte processo é diferente para dois tipos de casos, que se caracterizam pelo seguinte:

Caso 1: A cereja é previamente encomendada de acordo com quantidades e características especificadas por um determinado comprador;

Caso 2: A cereja é encomendada sem especificação da quantidade ou características com destino a vários retalhistas ou compradores.

No Caso 1:

- **8º Processo - Distribuição, pesagem e empilhamento da fruta em caixas de cartão de 2 kg (23):** A cereja presente em caixas de plástico de 5 kg é transportada até uma balança onde é manualmente distribuída por caixas de cartão de 2 kg. A Figura 26 representa este processo.



Figura 26 - Distribuição, pesagem e empilhamento da cereja em caixas de cartão de 2 kg.

No Caso 2:

- **8º Processo - Embalamento (24):** Neste processo, as caixas de plástico de 5 kg são transportadas até à zona de embalamento. Nesta zona, a cereja passa por uma última seleção efetuada pelos funcionários e estes averiguam ainda o funcionamento das máquinas. A fruta é embalada e rotulada automaticamente em pequenas caixas de plásticos com capacidade para 500 gramas. Dez destas embalagens são colocadas numa caixa que depois de cheia é empilhada nas restantes caixas cheias. Na Figura 27 é possível visualizar os funcionários a realizarem uma seleção da fruta enquanto averiguam as máquinas e o processo.



Figura 27 - Seleção da fruta e averiguação do funcionamento das máquinas.

Na Figura 28 é possível visualizar o embalamento automático da cereja nas pequenas embalagens de plástico.



Figura 28 - Embalamento da cereja em caixas de plástico de 0,5 kg.

- **9º Processo - Citar (■):** As paletes que transportam empilhadas as caixas de cereja do Caso 1 e do Caso 2 passam por um processo em que são colocadas umas citas à volta para não haver qualquer tipo de derrube durante o transporte, seja ele com auxílio do empilhador ou no transporte até aos pontos de venda. O tempo deste processo depende da quantidade de caixas empilhadas. Na Figura 29 é apresentado este processo.



Figura 29 - Citar uma paleta.

- **10º Processo - Armazenamento das caixas em câmaras de refrigeração (10):** No caso de apenas existir uma paleta seja correspondente ao Caso 1 ou ao Caso 2, esta é transportada diretamente até à câmara de refrigeração. No caso de existir uma grande quantidade de paletes, estas são colocadas à entrada da câmara de refrigeração e, posteriormente são transferidas, todas ao mesmo tempo, para o interior desta, assim como acontece no primeiro armazenamento. Este processo pode ser observado na Figura 30.



Figura 30 - Entrada das câmaras de refrigeração.

O tempo de armazenamento destas paletes na câmara de refrigeração depende de todos os tempos associados aos processos anteriores. Normalmente as paletes são transportadas até à entrada das câmaras de refrigeração, depois de todos os processos anteriores efetuados e serão expedidas durante a tarde, normalmente, depois das 15/16 horas.

- **11º Processo- Expedição (12):** As paletes são transportadas desde as câmaras de refrigeração até ao cais de expedição quando o comprador ou distribuidor chega à Cerfundão. A hora da expedição é efetuada diariamente no horário da tarde.

3.2. Métodos

Neste capítulo são descritos os métodos utilizados para a recolha de dados de modo a analisar todos os processos pela qual a fruta passa desde a receção até à sua expedição.

3.2.1. Tipo de análise

Foram registados os tempos e as distâncias desde a receção da cereja nos cais até à expedição. O principal objetivo passa pela aplicação de uma ou mais ferramenta *Lean* na empresa, de modo a reduzir ou evitar os desperdícios.

Foram registados 5 vezes os tempos de modo a calcular a média (\bar{X}) e o Desvio Padrão (DP) associado entre os processos produtivos e tempos de espera.

A média (\bar{X}) é obtida através da Equação 5.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{n} \quad (5)$$

O Desvio Padrão (σ), por sua vez é obtido com recurso à Equação 6.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (6)$$

De salientar que em ambas as equações:

- X_i : Representa cada tempo individual registado;
- \bar{X} : Representa a média dos valores registados;
- n : representa o número de valores de tempo registados.

4. Caso Prático

4.1. Introdução

Neste capítulo são apresentados os tempos, em horas, minutos e segundos, e as distâncias, em metros, percorridas entre cada processo, seja no Caso 1 como no Caso 2.

4.2. Levantamento dos trajetos e distâncias no Caso 1

A Figura 31 representa os trajetos efetuados dentro da organização para as encomendas realizadas por compradores que especificam as características e quantidades desejadas deste tipo de frutas (Caso 1).

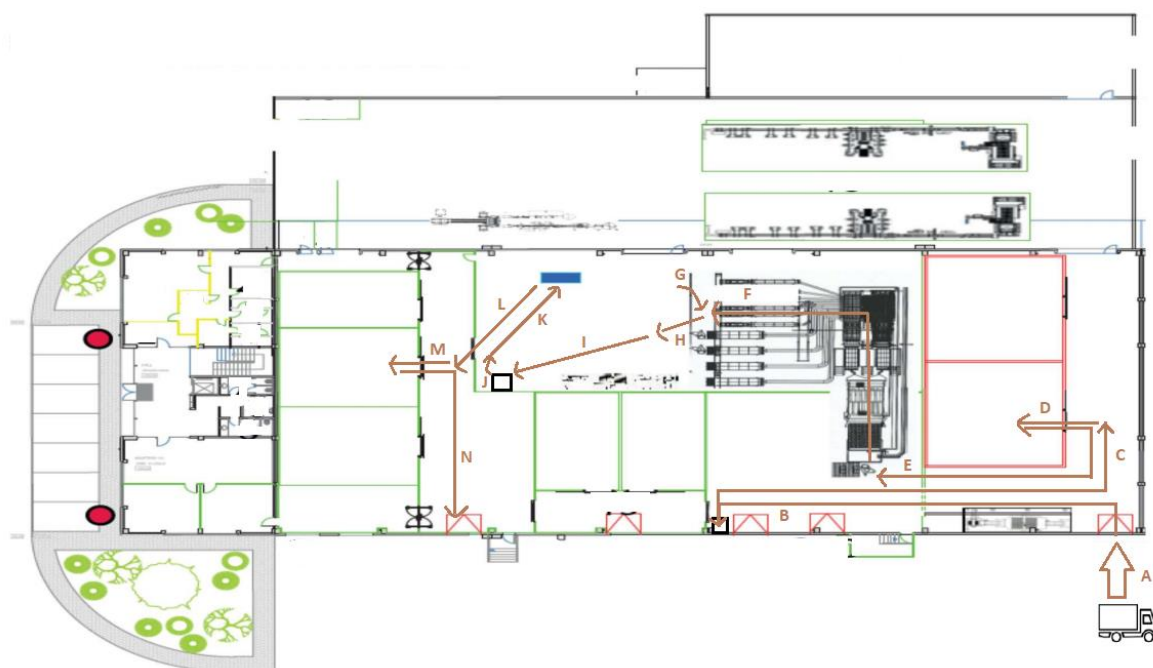


Figura 31 - Trajetos realizados para o Caso 1.

De acordo com a Figura 31, de forma a facilitar a leitura dos trajetos, as distâncias associadas, o modo de realização e o tempo de duração de cada processo, realizou-se a Tabela 8, que pode ser observada de seguida.

Tabela 8- Descrição dos trajetos, distâncias, modos de realização e tempos associados ao Caso 1.

Trajeto	Descrição	Distância (metros)	Modo de realização	Média e DP (Horas:Minutos:Segundos)
A	Transporte de uma paleta de fruta desde o meio de transporte até ao cais	12	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:01:03 σ : 00:00:07
B	Transporte de uma paleta desde o cais até à balança	28	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:29 σ : 00:00:03
Pesagem	Pesagem de uma paleta; Obtenção automática do peso bruto	-	Automático	\bar{X} : 00:00:09 σ : 00:00:01
Registo e Rotulagem	Registo do peso bruto no <i>ticket</i> e no programa onde se obtém automaticamente o peso líquido; Rotulagem de uma paleta de acordo com as características da fruta recebida	-	Automático (Obtenção do peso líquido no programa); Manual (Preenchimento do <i>ticket</i> e Rotulagem)	\bar{X} : 00:03:13 σ : 00:00:29
C	Transporte da paleta desde a balança até ao corredor das câmaras de refrigeração	35	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:27 σ : 00:00:02
Espera para uma paleta dar entrada na câmara de refrigeração	Só depois da segunda paleta estar igualmente pesada, registada e rotulada, e na entrada nas câmaras de refrigeração, é que ambas são colocadas no interior da câmara de refrigeração	-	-	\bar{X} : 00:05:40 σ : 00:00:37
D	Transporte da paleta desde o corredor até ao interior da câmara de refrigeração	5	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:08 σ : 00:00:02
Espera na câmara de refrigeração	A cereja é armazenada durante, aproximadamente 1 dia até se realizar o processo seguinte	-	-	\bar{X} : 22:15:00 σ : 00:30:00
E	Transporte da paleta desde a câmara de refrigeração até à zona de limpeza e calibração	24	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:24 σ : 00:00:02
Espera para despejar cada caixa	Tempo que cada funcionário demora a despejar uma caixa de 10 kg pertencente à paleta dentro de um tanque de água. Tempo de empilhar de empilhamento da caixa vazia.	-	Manual	\bar{X} : 00:00:04 σ : 00:00:01
F	Limpeza e calibração da cereja (ciclo para uma caixa despejada)	38	Automático	\bar{X} : 00:01:19 σ : 00:00:05
G	Transporte de uma caixa de plástico (vazia) com capacidade para 5 kg para a zona de recolha da fruta limpa e calibrada	2	Manual	\bar{X} : 00:00:05 σ : 00:00:01

Espera para encher uma caixa	Cada caixa de plástico apresenta um tempo de espera para esta se encher com 5 kg de cereja	-	Automático	\bar{X} : 00:01:23 σ : 00:00:26
H	Transporte de uma caixa de plástico para o empilhamento numa palete	3	Manual	\bar{X} : 00:00:06 σ : 00:00:01
Espera para colocar todas as caixas numa palete	Tempo de espera para o empilhamento de cerca de 50 caixas de plástico numa palete, desde o início do processo “limpeza e calibração”	-	-	\bar{X} : 00:48:58 σ : 00:09:41
I	Transporte de uma palete com as caixas de 5 kg de fruta para a zona da balança	16	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:26 σ : 00:00:06
Transporte da Caixa até à banca	Transporte de uma caixa desde a palete até à bancada de trabalho	2	Manual	\bar{X} : 00:00:04 σ : 00:00:01
Pesagem	Distribuição e pesagem da fruta numa caixa de cartão com capacidade para 2 kg	-	Manual e Automático	\bar{X} : 00:00:22 σ : 00:00:02
J	Transporte de uma caixa de cartão de 2 kg para o empilhamento numa palete	1	Manual	\bar{X} : 00:00:03 σ : 00:00:01
K	Transporte de uma palete com 50 caixas de cartão para a zona de citar	10	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:27 σ : 00:00:07
Citar	A palete com as 50 caixas de cartão é citada de modo a evitar derrames ao longo dos trajetos	-	Automático	\bar{X} : 00:01:25 σ : 00:00:10
Registo	Depois de empilhada e citada é inserido num programa as características do produto e são impressos rótulos	-	Automático	\bar{X} : 00:03:15 σ : 00:00:30
Rotulagem	Cada caixa é rotulada de acordo com as características do produto	-	Manual	\bar{X} : 00:00:01 σ : 00:00:01
L	Transporte da palete para o corredor das câmaras de refrigeração	13	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:20 σ : 00:00:02
Esperar para cada palete dar entrada na arca frigorífica	Tempo que cada palete demora a dar entrada na câmara de refrigeração	-	-	\bar{X} : 00:20:45 σ : 00:10:00
M	Transporte de uma palete para o interior da câmara de refrigeração	3	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:10 σ : 00:00:01
Espera para expedição	Tempo em que as paletes se encontram na câmara de refrigeração para serem expedidas	-	-	\bar{X} : 06:30:00 σ : 01:00:00
N	Transporte de uma palete desde a câmara de refrigeração à expedição	30	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:48 σ : 00:00:02

4.3. Levantamento dos trajetos e distâncias no Caso 2

No caso de a expedição não ser caracterizada no que toca a quantidades e variedades com destino a vários pontos de venda (Caso 2), os trajetos apresentam-se representadas na Figura 32.

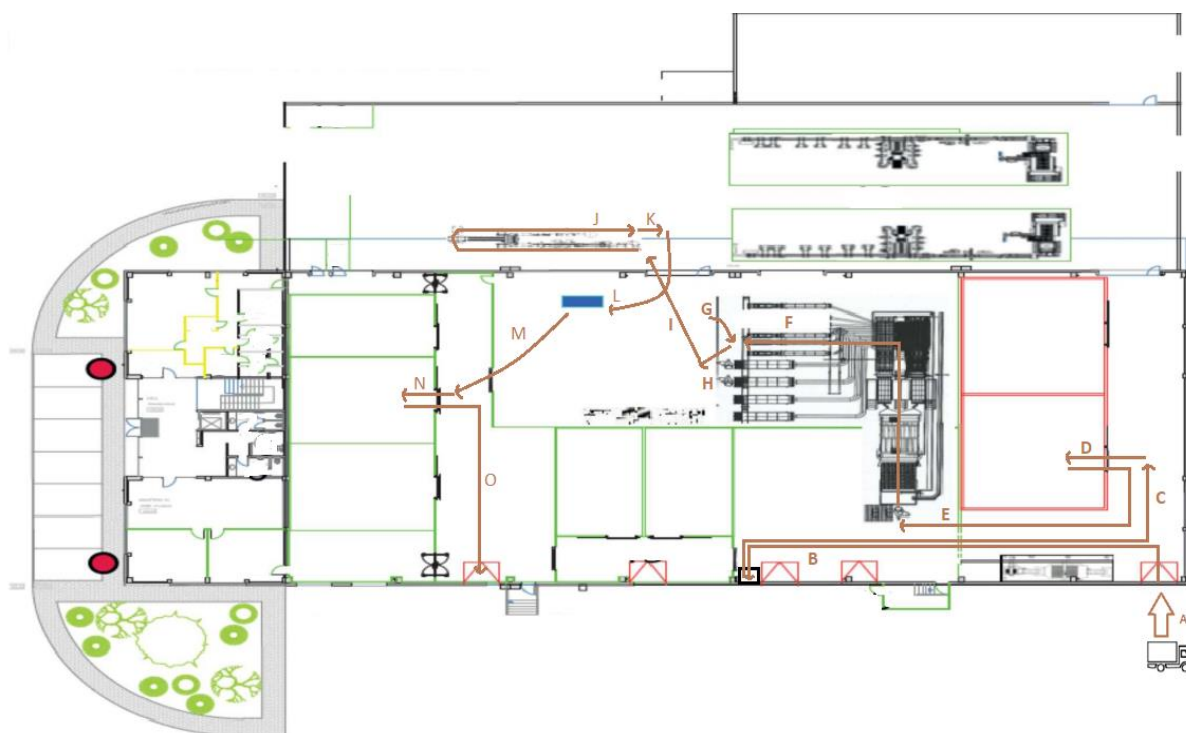


Figura 32 - Trajetos realizados para o Caso 2.

A Tabela 9 caracteriza cada trajeto de acordo com as distâncias, modo de realização, média (\bar{X}) e DP (σ) associado a este caso.

Tabela 9- Descrição dos trajetos, distâncias, modos de realização e tempos associados ao Caso 2.

Trajetos	Descrição	Distância (metros)	Modo de realização	Média e DP (Horas:Minutos:Segundos)
A	Transporte de uma palete de fruta desde o meio de transporte até ao cais	12	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:01:03 σ : 00:00:07
B	Transporte de uma palete desde o cais até à balança	28	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:29 σ : 00:00:03
Pesagem	Pesagem de uma palete; Obtenção automática do peso bruto	-	Automático	\bar{X} : 00:00:09 σ : 00:00:01
Registo e Rotulagem	Registo do peso bruto no <i>ticket</i> e no programa onde se obtém automaticamente o peso líquido; Rotulagem de uma palete de acordo com as características da fruta recebida	-	Automático (Obtenção do peso líquido no programa); Manual (Preenchimento do ticket e Rotulagem)	\bar{X} : 00:03:13 σ : 00:00:29
C	Transporte da palete desde a balança até ao corredor da câmara de refrigeração	35	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:27 σ : 00:00:02
Espera para uma palete dar entrada na arca frigorífica	Só depois da segunda palete estar igualmente pesada, registada e rotulada, e na entrada das câmaras de refrigeração, é que ambas são colocadas no interior da câmara de refrigeração	-	-	\bar{X} : 00:05:40 σ : 00:00:37
D	Transporte da palete desde o corredor até ao interior da câmara de refrigeração	5	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:08 σ : 00:00:02
Espera na arca frigorífica	A cereja é armazenada durante, aproximadamente 1 dia até se realizar o processo seguinte	-	-	\bar{X} : 22:15:00 σ : 00:30:00
E	Transporte da palete desde a câmara de refrigeração à zona de limpeza e calibração	24	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:24 σ : 00:00:02
Espera para despejar cada caixa	Tempo que cada funcionário demora a despejar uma caixa de 10 kg pertencente à palete dentro de um tanque de água.	-	Manual	\bar{X} : 00:00:04 σ : 00:00:01
F	Limpeza e calibração da cereja (ciclo para uma caixa despejada)	38	Automático	\bar{X} : 00:01:19 σ : 00:00:05
G	Transporte de uma caixa de plástico (vazia) com capacidade para 5 kg para a zona de recolha da fruta limpa e calibrada	2	Manual	\bar{X} : 00:00:05 σ : 00:00:01
Espera para encher uma	Cada caixa de plástico apresenta um tempo de espera para	-	Automático	\bar{X} : 00:01:23

caixa	esta se encher com 5 kg de cereja			σ : 00:00:26
H	Transporte de uma caixa de plástico para o empilhamento numa palete	3	Manual	\bar{X} : 00:00:06 σ : 00:00:01
I	Transporte de uma paleta para a zona de embalamento em caixas de plástico com capacidade para 0,5 kg de cereja	11	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:20 σ : 00:00:04
Espera para despejar uma caixa para se efetuar o trajeto	Tempo decorrente para cada funcionário despejar uma caixa com 5 kg de cereja para se iniciar o circuito de embalamento e rotulagem	1	Manual	\bar{X} : 00:00:02 σ : 00:00:01
J	Circuito realizado pelas 90 caixas de cereja	35	Automático	\bar{X} : 00:48:20 σ : 00:010:00
Espera para colocar 10 embalagens numa caixa	Tempo de preenchimento de uma caixa de plástico com 10 embalagens de 0,5 kg	-	Manual	\bar{X} : 00:00:07 σ : 00:00:02
K	Transporte de uma caixa de plástico com 10 embalagens para o empilhamento numa paleta	1	Manual	\bar{X} : 00:00:02 σ : 00:00:01
L	Transporte de uma paleta para a zona de citar	16	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:30 σ : 00:00:07
Citar	Tempo de citar uma paleta	-	Automático	\bar{X} : 00:02:48 σ : 00:00:20
Registo	Registo das características num programa e saída dos rótulos	-	Automático	\bar{X} : 00:04:30 σ : 00:00:30
Rotulagem	Cada caixa é rotulada de acordo com as características do produto	-	Manual	\bar{X} : 00:00:01 σ : 00:00:01
M	Transporte de uma paleta citada para o corredor das câmaras de refrigeração	13	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:20 σ : 00:00:02
Espera para cada paleta entrar no sistema de refrigeração	As paletes só dão entrada na câmara de refrigeração quando todas se encontrarem no corredor	-	-	\bar{X} : 00:20:45 σ : 00:10:00
N	Transporte de uma paleta para o interior da câmara de refrigeração	3	Manual e Automático (Empilhador)	\bar{X} : 00:00:10 σ : 00:00:01
Espera para a expedição	Tempo que as paletes se encontram no interior da câmara de refrigeração para serem expedidas	-	-	\bar{X} : 06:30:00 σ : 00:45:00
O	Transporte de uma paleta desde a câmara de refrigeração até à expedição	30	Manual e Automático (Empilhador)	Média: 00:00:48 σ : 00:00:02

4.4. VSM atual

Como explicado anteriormente, o VSM caracteriza-se por ser uma ferramenta *Lean* que mapeia todo o fluxo de informação e de mercadoria, a fim de facilitar a percepção do tempo de processamento e do valor acrescentado de um determinado produto de modo a ser possível reduzir tempos de processamento e implementar melhorias nos processos.

Na empresa Cerfundão, foram recolhidas todas as informações necessárias para elaborar um VSM do estado atual de todos os processos através de observações feitas diretamente na organização e através do diálogo, especialmente com as engenheiras responsáveis por todos os processos.

As necessidades dos clientes são de acordo com os dois diferentes casos apresentados anteriormente, isto é, ou o produto é encomendado de acordo com características e quantidades específicas (Caso 1), ou as encomendas não especificam as características nem as quantidades (caso 2).

As encomendas são realizadas via telefónica efetuadas para o escritório ou via e-mail para o mesmo destino. Depois das encomendas serem processadas, as engenheiras de produção são informadas e ficam encarregues de supervisionar todos os processos desde a receção até à expedição.

Não existe previsão de encomendas e os produtos são expedidos apenas de acordo com os pedidos. Na época da cereja, esta fruta é recebida e expedida diariamente de manhã e durante a tarde, respetivamente. Nem toda a fruta recebida é expedida, uma vez que nem toda apresenta as características mínimas requisitadas e cerca de 20% da fruta é reencaminhada para a indústria, onde serão utilizadas para, por exemplo, compotas. A taxa de aproveitamento é em média 80%.

Na empresa, os funcionários trabalham 8 horas diárias, 5 dias por semana com pausas de 15 minutos durante a manhã e a tarde, ou seja, a disponibilidade é de 7 horas e 30 minutos, que se traduz em 93,75%.

Para ambos os casos são fornecidos cerca de 500 kg de cereja, provenientes de duas paletes. Em cada palete existem cerca de 25 caixas de 10 kg de cereja, cada.

Os processos iniciais são iguais em ambos os casos, isto é, a fruta é recebida em duas paletes, cada uma é pesada, identificada e transportada para as câmaras de refrigeração. As duas paletes dão entrada na câmara de refrigeração, quando ambas se

encontrarem no corredor. Depois de terem passado pelos processos anteriores, são ainda considerados os tempos de espera associados para dar início a cada processo, assim como o tempo de pesagem e da introdução do peso num programa informático. A fruta permanece cerca de 22 horas nas câmaras de refrigeração até se passar ao processo seguinte.

Para os dois casos, foram identificadas as principais atividades, tempos de ciclo, *lead time*, disponibilidade e número de trabalhadores necessários ao longo dos processos.

4.4.1. VSM atual: Caso 1

Para este 1º caso o objetivo é expedir 100 kg de cereja conforme uma encomenda realizada.

O processo “Pesar, registar e rotular” é o primeiro processo depois da fruta ser recebida. Para este processo, é considerado o tempo de pesagem, de registo e rotulagem das duas paletes com a fruta recebida. A pesagem é efetuada com o auxílio de um funcionário que manobra o empilhador. O registo do peso das paletes assim como a rotulação das paletes é efetuada pela engenheira de produção. No total, são utilizados dois funcionários.

De seguida, a paleta é transportada até à entrada das câmaras de refrigeração, mas esta só pode dar entrada assim que a segunda paleta se encontre igualmente pesada, registada e rotulada.

O “Armazenamento” é considerado o segundo processo. Este tem a duração de cerca de 22 horas. Isto é, o funcionário só irá transportar as duas paletes para o processo seguinte na manhã do dia seguinte.

No processo “Limpeza e calibração”, toda a fruta recebida é limpa e calibrada, mas existe uma eventual quantidade que não apresenta as especificações pedidas e é retida. Neste caso, foram retidas cerca de 50 kg, que seguem para as indústrias de, por exemplo, compotas. A cereja que se encontra em caixas de 10 kg cada, é despejada para um tanque de limpeza por 2 funcionários. Cada funcionária(o) apresenta um tempo associado ao despejo de cada caixa. Depois de despejada e limpa, a cereja é calibrada e distribuída por 5 canais de acordo com o calibre que apresenta. No final de cada canal encontra-se uma(o) funcionária(o) com uma caixa previamente vazia, proveniente de um empilhamento que se encontra próximo no final destes canais. Neste processo é

considerado o tempo decorrente desde que a fruta é despejada, limpa, calibrada e distribuída por 90 caixas com capacidade para 5 kg de cereja, assim como o tempo de transporte manual de cada caixa vazia até ao final do canal e o empilhamento, em paletes, das caixas cheias pelos mesmos funcionários. Neste processo é considerado o tempo de limpeza e calibração de toda a cereja recebida, uma vez que o funcionário que manobra o empilhador apenas começa a distribuir a cereja, depois desta se encontra toda limpa e calibrada. A cereja pode seguir para o caminho do “Caso 1” e do “Caso 2.”

No processo “Limpeza e calibração” é utilizado um total de 7 funcionários.

Como, para este caso, o objetivo, é expedir 100 kg de fruta e a restante segue para um caso idêntico ao Caso 1 ou 2, apenas é transportada uma paleta, para a zona de pesagem e distribuição, de modo a dar início ao processo seguinte. Este transporte é realizado por um funcionário que manobra um empilhador.

No processo “Pesagem e distribuição” é considerado o tempo que a(o) funcionária(o) leva a transportar as caixas de cereja para a banca de trabalho, distribuição e pesagem das cerejas por 50 caixas de cartão com capacidade para 2 kg cada e o tempo de empilhamento destas numa outra paleta. A restante quantidade de fruta continua a ser pesada e distribuída de modo a dar resposta a outros pedidos idênticos ao do Caso 1, mas não considerada uma vez que apenas se pretendem expedir 100 kg.

Para se passar ao processo ao seguinte, “Citar, rotular e registar” é considerado o tempo de transporte da paleta, com recurso a um empilhador com as 50 caixas de cartão com capacidade para 2 kg de cereja.

No processo “Citar, registar e rotular” é considerado o tempo de citação, o tempo de registo das características do produto no programa, a saída dos rótulos e a colocação destes em cada uma das 50 caixas. A citação é realizada por uma(o) funcionária(o) enquanto o registo e rotulagem é realizada por uma das engenheiras de produção. No registo, são impressas pouco mais de 50 etiquetas, de modo que se ocorrer alguma falha, como rasgos, ou mal colagem, existam sempre rótulos extras impressos. No total, são utilizados dois funcionários que realizam as suas tarefas coordenadamente.

Desde o processo anterior até à “Expedição” é considerado o tempo desde que toda a fruta é transportada até ao corredor das câmaras de refrigeração. A fruta só pode dar entrada na câmara de refrigeração assim que toda a cereja que se pretende expedir esteja presente na área, isto é, de modo a não haver transações bruscas de temperaturas

nas câmaras de refrigeração. É ainda considerado o tempo de espera dentro da câmara de refrigeração. O transporte é realizado por um só funcionário com recurso a um empilhador.

Para este caso, o cálculo do *cycle time* é obtido através da soma dos tempos da limpeza e calibração de 450 kg de cereja, pesagem e distribuição assim como do tempo de citação, registo e rotulagem dos 100 kg que se pretende fornecer.

Com recurso à Equação (2), o *cycle time* obtido é:

$$\begin{aligned} \text{Cycle time} &= 00:06:44 + 22:15:00 + 00:36:59 + 00:20:51 + 00:05:30 \\ &= 23:25:04 \pm 00:48:12 \text{ horas, minutos e segundos} \end{aligned}$$

O *lead time*, como descrito anteriormente, é o tempo que decorre desde que o produto entra na empresa até que seja expedido. Com recurso à Equação (3), o *lead time* é calculado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Lead Time} &= 00:05:02 + 00:06:44 + 00:07:25 + 22:15:00 + 00:01:12 + 00:36:59 + 00:00:26 \\ &\quad + 00:20:51 + 00:00:27 + 00:05:30 + 06:52:03 \\ &= 30:31:39 \pm 02:05:04 \text{ horas, minutos e segundos} \end{aligned}$$

Os desvios-padrões são considerados em ambos os cálculos.

O mapa do estado para o Caso 1 tem um *lead time* de aproximadamente 30 horas e 30 minutos com um desvio padrão de cerca de 2 horas, ou seja, é necessário, aproximadamente 1,27 dias para o processamento de uma encomenda de 100 kg de cereja.

De modo a uma melhor compreensão do VSM atual, presente na Figura 34, é apresentada a simbologia utilizada na Figura 33 (Lucidchart, 2023).

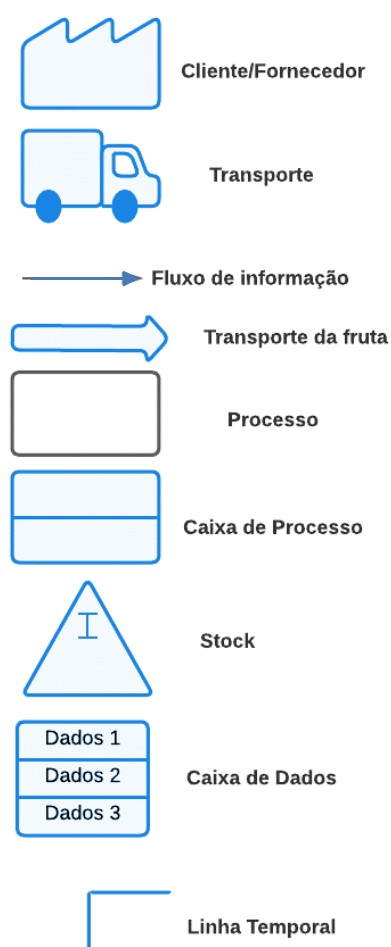


Figura 33 - Simbologia utilizada na ferramenta VSM.

De salientar, na Figura 33 e 34 as seguintes designações:

- TC= Tempo de Ciclo (*Cycle Time*);
- TR= Tempo de troca (tempo associado à troca de funcionários)

Na Figura 34 é possível visualizar o VSM atual do Caso 1 (Lucidchart, 2023).

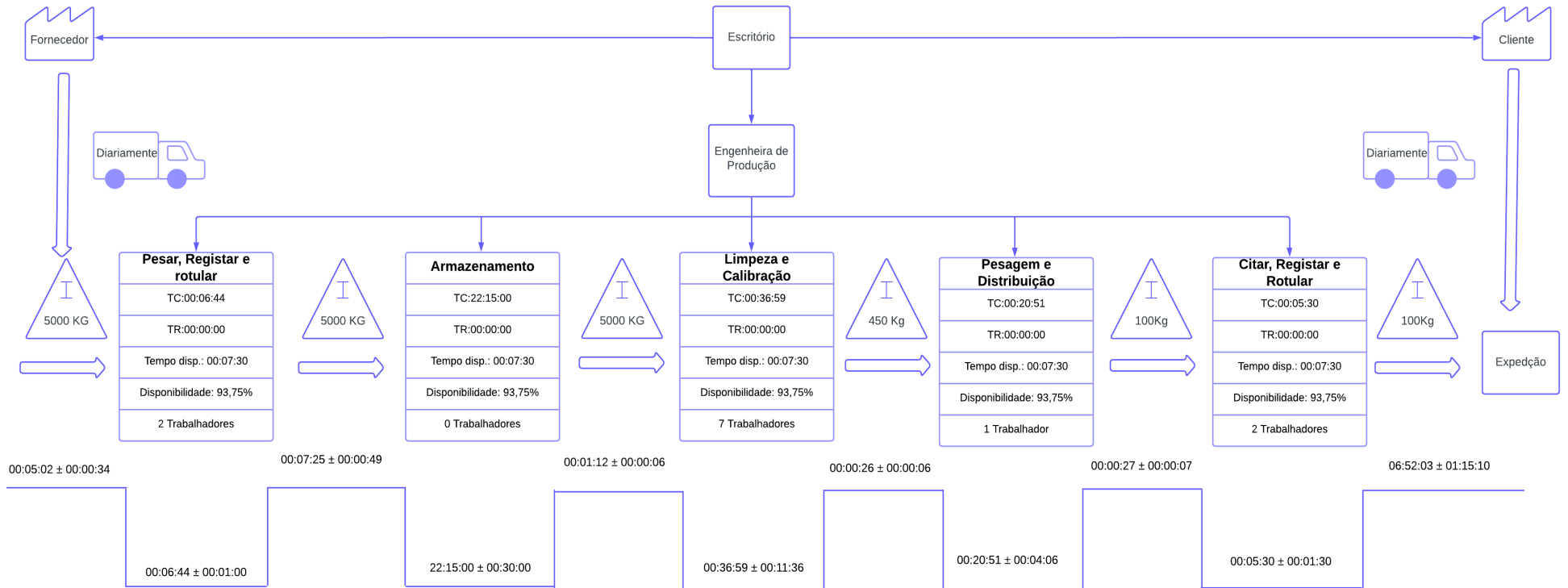


Figura 34 - VSM atual- Caso 1

4.4.2. VSM atual: Caso 2

Assim como acontece no 1º caso, a quantidade de fruta recebida é de 500 kg, e até ao processo “Limpeza e calibração” tudo se mantém igual ao Caso 1. Neste processo, cerca de 20% da quantidade de cereja recebida é retida uma vez que não apresenta as características necessárias de modo a ser expedida. Este processo é realizado pelos mesmos 7 funcionários descritos no caso anterior.

Entre este processo, e o processo de “Embalamento” é considerado o tempo de transporte das caixas para zona de embalagem, realizada por um funcionário com recurso a um empilhador. Estas caixas são transportadas em duas paletes.

No processo “Embalamento” é considerado o tempo de despejo das 90 caixas de plástico para o circuito, que é realizada por 2 funcionários. Este circuito realizado pela cereja é acompanhado por 4 funcionários. Três dos funcionários encontram-se, durante este processo a fazer a última seleção da cereja, e o restante, normalmente a Engenheira de produção acompanha a máquina de embalagem uma vez que podem correr falhas nesta. São embaladas no final cerca de 84 caixas de plástico. Em cada uma das 84 caixas encontram-se 10 embalagens com 0,5 kg de cereja cada. No final, foram embaladas cerca de 420 kg de cereja. A colocação destas pequenas embalagens em caixas é realizada por 3 funcionários, que ficam igualmente encarregues pelo empilhamento das 84 caixas em duas paletes distintas previamente colocadas na zona final do circuito, de modo a seguir para o processo seguinte. No total, neste processo são utilizados 9 funcionários.

Entre o processo anteriormente descrito e “Citar, rotular, registar”, é considerado o tempo de transporte das duas paletes para a zona de citação, realizado por um funcionário responsável pelo empilhador.

O processo de “Citar, registar e rotular”, assim como acontece no Caso 1, é considerado o tempo de citação, do registo das características do produto no programa, a saída dos rótulos e a colocação destes nas 84 caixas. A citação é realizada pelo mesmo funcionário que transportou as paletes, mas ao contrário do 1º caso, desta vez são duas paletes com 42 caixas, a citação terá de ser efetuada de uma melhor maneira, isto é, as citas são colocadas de forma menos espaçada entre elas, aumentando assim o tempo deste processo.

O registo e rotulagem é realizada pela Engenheira da produção. São impressos cerca de 90 rótulos.

Desde o processo anterior à “Expedição” é considerado o tempo desde que a mercadoria é transportada até ao corredor das câmaras de refrigeração. Assim como acontece no caso anterior, só se pode abrir a câmara de refrigeração para a colocação de toda a fruta quando toda a mercadoria se encontrar no corredor destas câmaras.

No Caso 2, o *cycle time* é obtido através da soma dos tempos de limpeza e calibração, embalamento e citação, registo e rotulagem dos 420 kg que se pretende fornecer.

O *cycle time* do Caso 2, de acordo com a Equação (2), é o seguinte:

$$\begin{aligned} \text{Cycle time} &= 00:06:44 + 22:15:00 + 00:36:59 + 00:56:09 + 00:12:32 \\ &= 24:07:24 \pm 00:57:49 \text{ horas, minutos e segundos} \end{aligned}$$

O *lead time* é calculado de acordo com a Equação (3):

$$\begin{aligned} \text{Lead Time} &= 00:05:02 + 00:06:44 + 00:07:25 + 22:15:00 + 00:01:12 + 00:36:59 + 00:01:18 \\ &\quad + 00:56:09 + 00:01:21 + 00:12:32 + 05:55:29 \\ &= 30:19:11 \pm 01:55:11 \text{ horas, minutos e segundos} \end{aligned}$$

O mapa do estado para o Caso 2 tem um *lead time* de cerca de 30 horas e 20 minutos, ou seja, com um desvio padrão de pouco menos de 2 horas, isto é, será necessário, aproximadamente 1,27 dias para o processamento de uma encomenda de 420 kg de cereja. Já era de esperar que o *lead time* fosse bastante parecido uma vez que existem intervalos de horários na receção e expedição da fruta.

Com a mesma simbologia utilizada no Caso 1, o VSM atual do Caso 2 apresenta-se na Figura 35 (Lucidchart, 2023).

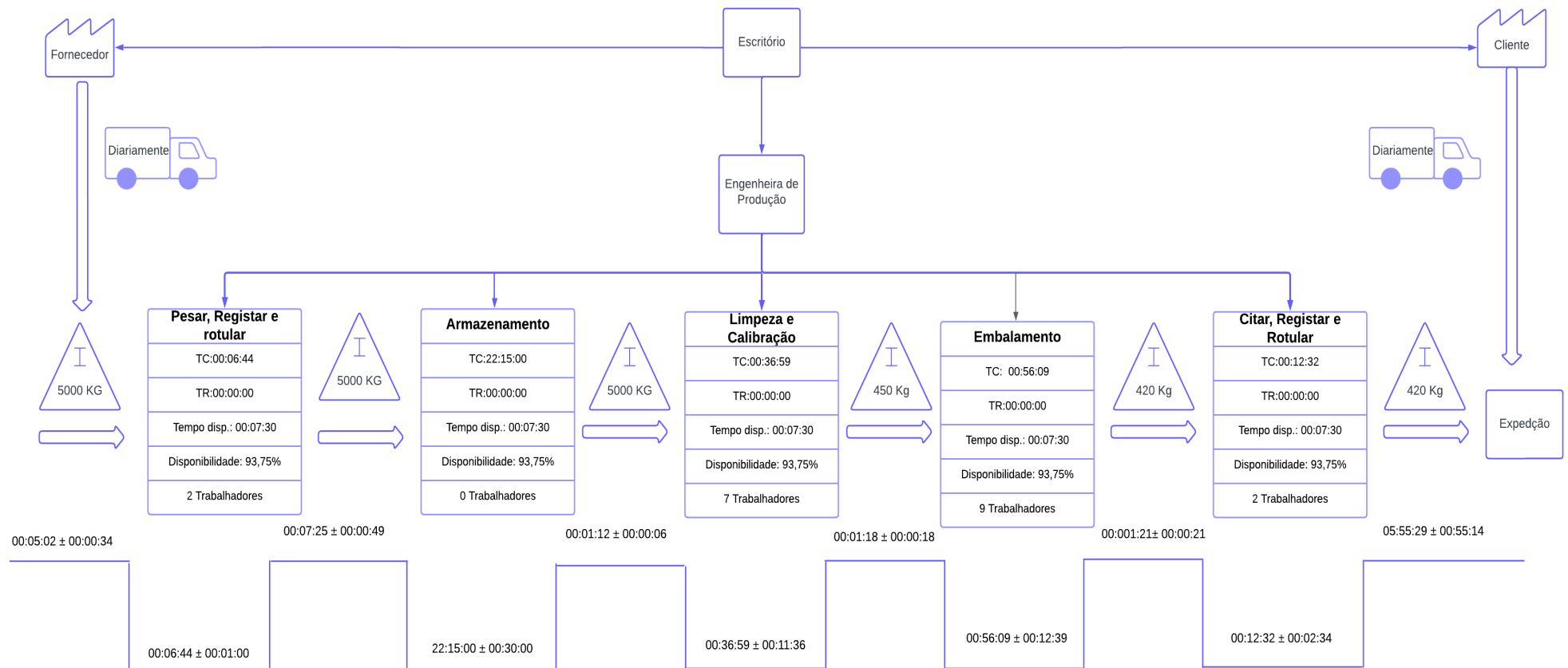


Figura 35 - VSM atual - Caso 2.

Em ambos os casos, o *lead time* é muito parecido, uma vez que a fruta é recebida, sempre no horário da manhã, por cerca das 9 horas, e expedida igualmente no mesmo horário, por volta das 15/16 horas.

No 2º caso, os processos são mais automáticos e por isso, consegue-se que a quantidade de cereja a expedir seja 4 vezes superior comparando ao Caso 1.

Para o 1º Caso, cerca de 24% do tempo o produto apresenta-se em processos que não acrescentam valor, como é o caso do tempo em que as paletes se encontram no corredor de refrigeração e o transporte. Já no Caso 2, este tempo situa-se, aproximadamente, nos 21%. Pretende-se diminuir esta percentagem reduzindo ou eliminando, em ambos os casos, processos, trazendo grandes benefícios para a empresa como a qualidade melhorada do produto e a redução dos custos.

Com base na análise dos processos, é possível identificar um conjunto de melhorias que permitem tornar o processo mais rápido ou processar maior quantidade de fruta.

4.5. Melhorias identificadas

Depois da sintetização do fluxo através dos VSM atual Caso 1 e Caso 2, assim como o tempo passado na empresa e todos os seus processos, as melhorias identificadas são as seguintes:

- A balança que regista a primeira pesagem encontrar-se entre o cais de receção e as câmaras de refrigeração, diminuindo conseqüentemente o tempo de transporte da fruta desde o cais à balança e desta à câmara de refrigeração;
- Uma vez que a fruta depois do processo “Pesar, registar e rotular” é encaminhada para os corredores das câmaras de refrigeração, a melhor solução seria climatizar este corredor a uma temperatura mais baixa. Assim, não seriam abertas as câmaras de refrigeração com mais regularidade, visto que este procedimento tem impacto tanto na qualidade da fruta armazenada pela carga térmica de infiltração de ar a uma temperatura e humidade mais elevada, mas também como no consumo de energia do sistema de refrigeração que terá de operar mais para reduzir esta carga térmica e manter a temperatura de conservação no interior da câmara de refrigeração. Uma outra questão é o tempo de espera até a fruta dar entradas nas câmaras de refrigeração, neste caso o tempo de espera não é elevado (cerca de 5 minutos) mas quando são recebidas

grandes quantidades, a fruta diminui a sua qualidade devido ao elevado tempo de espera até serem colocadas nas câmaras de refrigeração.

- Melhoria na integração dos funcionários. Visto muitos dos funcionários serem imigrantes, deveria existir uma formação da língua portuguesa e sobre os processos a realizar na empresa. Dentro deste tópico, destaco ainda a interação entre as engenheiras de produção e os funcionários, uma vez que muitas das vezes a comunicação é feita em voz muito elevada ou com gestos de modo aos funcionários entenderem.
- Reestruturação das câmaras de refrigeração, dado que são colocadas frutas variadas (maçãs, cerejas, pêssegos, frutos silvestres, etc), na mesma câmara de refrigeração e cada variedade de fruta apresenta uma temperatura ideal de armazenamento.
- Melhor distribuição das tarefas. Os funcionários são responsáveis pela condução do empilhador, mas muitas das vezes esta tarefa não está a ser realizada ao longo dos processos. Poderiam ajudar, por exemplo, no transporte manual das caixas cheias de fruta, ou para o Caso 1, na última pesagem da fruta uma vez que este processo é realizado totalmente apenas por uma única funcionária. Dentro deste tópico, destaco ainda a importância de serem destacados mais funcionários (as) para a rotulagem das caixas dos produtos acabados.
- Para o Caso 2, uma vez que o tempo gasto na citação é elevado, propõe-se que as paletes não carreguem tantas caixas de uma só vez, isto é, a quantidade de cereja encontrar-se distribuídas por 3 paletes e não duas, o que diminui não só o tempo de citação como a uma maior segurança ao transporte estas caixas com o empilhador da zona de embalamento até à zona de citação.
- Promover a cultura de melhoria contínua e introduzir ferramentas *Lean*.

Assim como se pode observar no cálculo do *lead time*, tanto para o Caso 1 como para o Caso 2, estes valores são bastantes semelhantes uma vez que existe um intervalo de horas para a receção e expedição das frutas. A alteração destes horários não traria benefícios, pela razão de que por vezes a fruta recebida é bastante superior à estudada, e provém de vários produtores. Ao definir uma hora certa iria trazer complicações no

que toca ao manuseamento das carrinhas e camiões na parte exterior da empresa, tanto na receção como expedição.

O que se pretende diminuir é o *cycle time* e todos os processos podem ser melhorados, até mesmo o “Armazenamento”, uma vez que se, por exemplo, a fruta for pesada, registada e rotulada mais próxima das câmaras de refrigeração, esta é armazenada mais rapidamente e permanecerá mais tempo nestas (no caso da cereja nunca mais de 1 dia).

Para ambos os casos, o tempo de armazenamento final, foi calculado de acordo com a hora em cada produto acabado do Caso 1 e do Caso 2 foi expedido. Apenas o desvio padrão deste armazenamento diminuiu de acordo com a diminuição do desvio padrão dos processos melhorados anteriormente.

4.6. Implementação de um novo Layout

Existe, por parte da empresa, uma desorganização no que toca ao espaço utilizado. A bancada onde é efetuada a pesagem da cereja (Caso 1) e as máquinas, encontram-se dispersas umas das outras. Os funcionários percorrem repetidamente áreas desnecessárias. Por estas razões propõe-se a implementação de um novo *layout*.

Na Figura 36 pode-se observar a proposta apresentada para o novo *layout* da empresa. Cada um dos casos apresentados anteriormente encontra-se devidamente identificado.

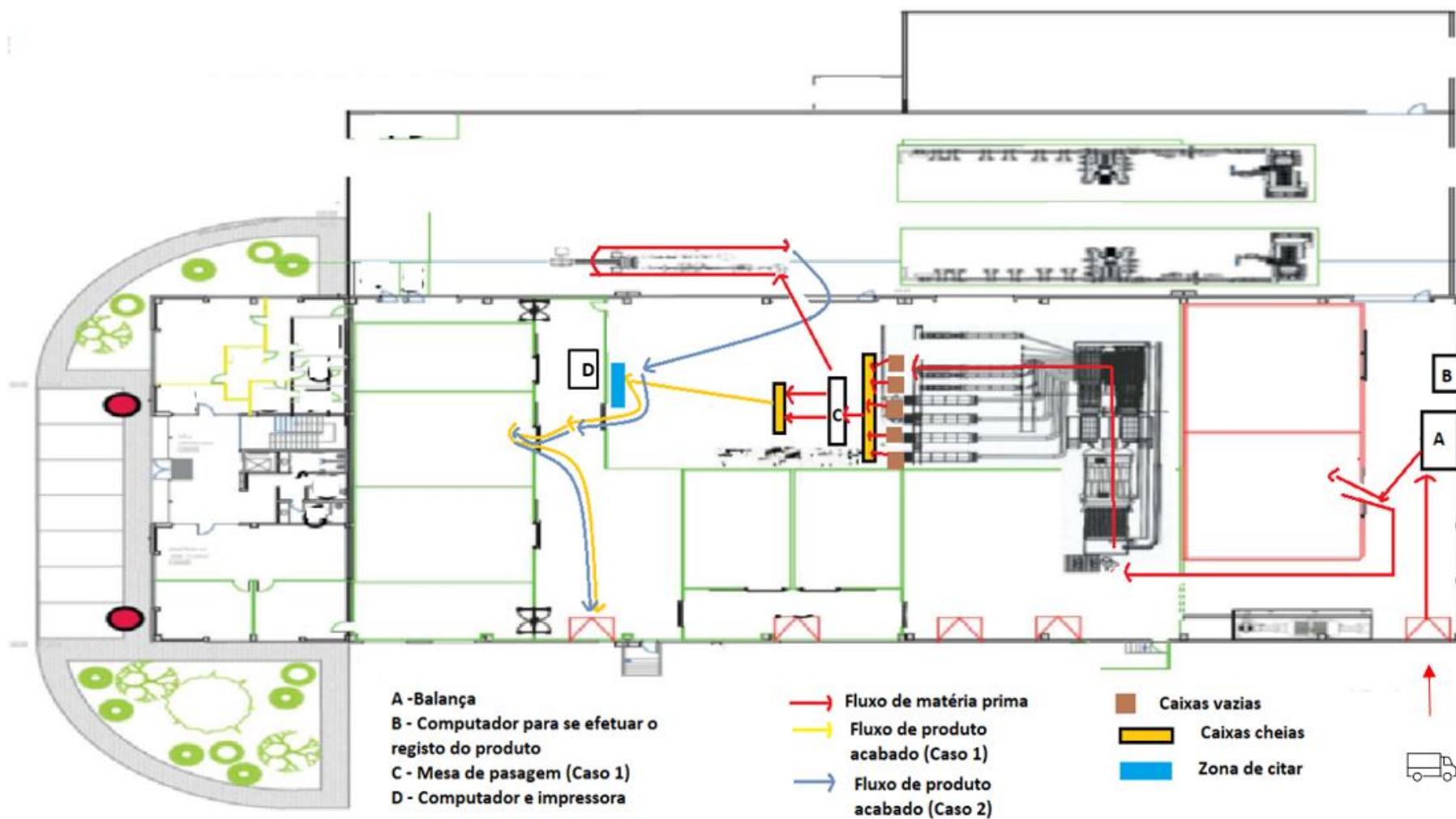


Figura 36 - Proposta de novo layout.

A balança onde é efetuada a pesagem da matéria-prima, ao encontrar-se nos corredores climatizados, evita perdas de características da fruta e movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores. Nestes mesmos corredores climatizados, é realizado o registo e rotulagem da matéria-prima. Ao diminuir o tempo de transporte da fruta desde o cais de receção até à balança e desta aos corredores, aumenta o tempo da fruta nas câmaras frigoríficas. Esta câmara é aberta apenas uma vez de modo a entrar toda a matéria-prima e apenas volta a ser aberta no dia seguinte, quando se pretende passar ao próximo processo.

Depois do processo “Limpeza e calibração”, encontram-se previamente colocados 5 empilhamentos de caixas vazias, cada um o mais próximo possível de cada canal. O empilhamento ao ser melhor distribuído evita que as(os) funcionárias(os) se desloquem em direção a um só empilhamento, neste caso, no lado esquerdo. É proposto ainda que ao lado de cada um destes empilhamentos existam paletes vazias com o objetivo de cada uma ser preenchida com as caixas de cereja provenientes dos canais.

Para o Caso 1, depois de alguma quantidade de fruta limpa e calibrada, propõe-se que seja destacada uma funcionária para transportar as caixas para a mesa de pesagem (C). No gráfico do VSM futuro, foi considerado apenas o tempo de deslocação da primeira caixa, uma vez que as restantes são transportadas durante o processo “Pesagem e Distribuição”. Nesta mesa de pesagem encontram-se duas funcionárias responsáveis pela distribuição e pesagem da fruta nas caixas de cartão com capacidade para 2 kg. Estas pequenas caixas são transportadas para um empilhamento por cada uma das(os) funcionárias(os). Quando toda a quantidade de cereja pretendida (produto acabado) se encontra no empilhamento, a paleta é transportada, para a zona de citação, com auxílio do empilhador. O processo da distribuição e pesagem é realizado enquanto decorre a “Limpeza e Calibração”. Os locais de trabalho ao encontrarem-se mais próximos uns dos outros e este processo realizar-se enquanto decorre o anterior, evita deslocamentos desnecessários e a perda de tempo. Ao serem destacadas mais funcionárias(os) para a pesagem, no total 3, o tempo de processamento é reduzido, pode-se mesmo afirmar que reduz-se para metade.

Para o Caso 2, depois do processo “Limpeza e calibração” as caixas são transportadas até à zona de “Embalamento”. Uma vez que a quantidade de produto acabado é bastante superior à do Caso 1, existem mais paletes para citar.

Como se pode observar no VSM futuro, a zona de citação encontra-se mais afastada. O ideal seria esta zona situar-se no corredor de refrigeração, mas visto não existir espaço,

o ideal é esta se encontrar o mais próximo possível destes corredores e no centro da área produtiva, de forma abranger com facilidade o produto acabado do Caso 1 e do Caso 2.

Como a citação é um processo automatizado, o melhoramento deste processo passa pela diminuição do seu tempo, e por isso sugere-se que sejam preenchidas uma maior quantidade de paletes provenientes dos processos anteriores, diminuindo a altura destas paletes e consequentemente o tempo de citação. De destacar ainda que a citação deve ser efetuada assim que cada palete se encontrar preenchida de modo a este processo ser efetuado ao mesmo tempo que o anterior (“Pesagem e distribuição” ou “Embalamento”). Assim que a citação de cada palete termine, a palete é transportada diretamente para os corredores das câmaras frigoríficas.

É proposto que o produto acabado do Caso 1 e do Caso 2 seja rotulado nos corredores de refrigeração que se encontram climatizados. Nestes corredores encontra-se o computador com a impressora de rótulos (D). Como normalmente este é o último processo do dia, uma maneira de se realizar mais rapidamente, seria o destacamento de um número maior de funcionários, visto que normalmente quem faz as rotulagens de todas as caixas de produto acabado é uma só Engenheira. Para este processo repetitivo, uma das soluções passaria pela afetação de mais trabalhadores, como explicado anteriormente.

A câmara frigorífica é aberta uma só vez, até à hora da expedição. Com estas melhorias, em ambos os casos, o tempo de armazenamento pré-expedição é superior.

4.7. VSM futuro

De acordo com as propostas de melhoria e do novo *layout*, é possível, na Figura 37 e 38 observar o VSM futuro para o Caso 1 e Caso 2, respetivamente. Foi utilizada a mesma simbologia especificada na Figura 33 (Lucidchart, 2023).

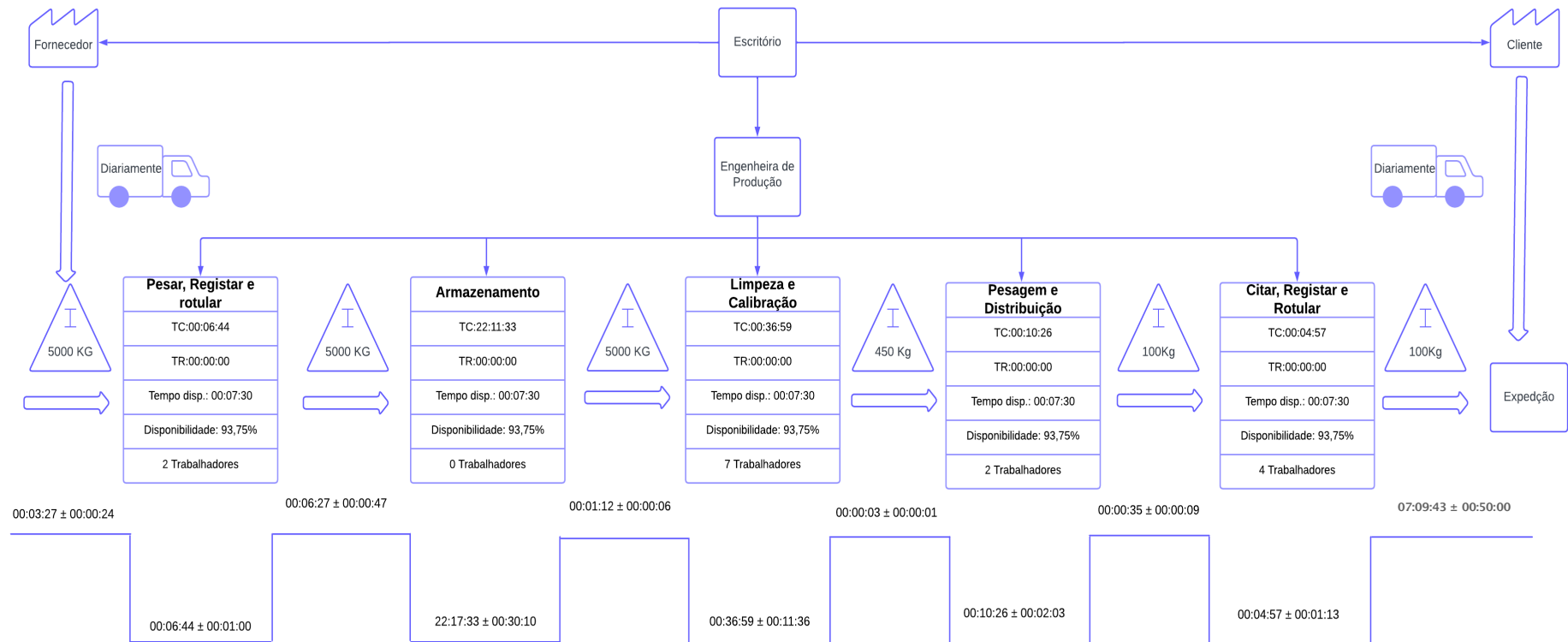


Figura 37 - VSM futuro- Caso 1.

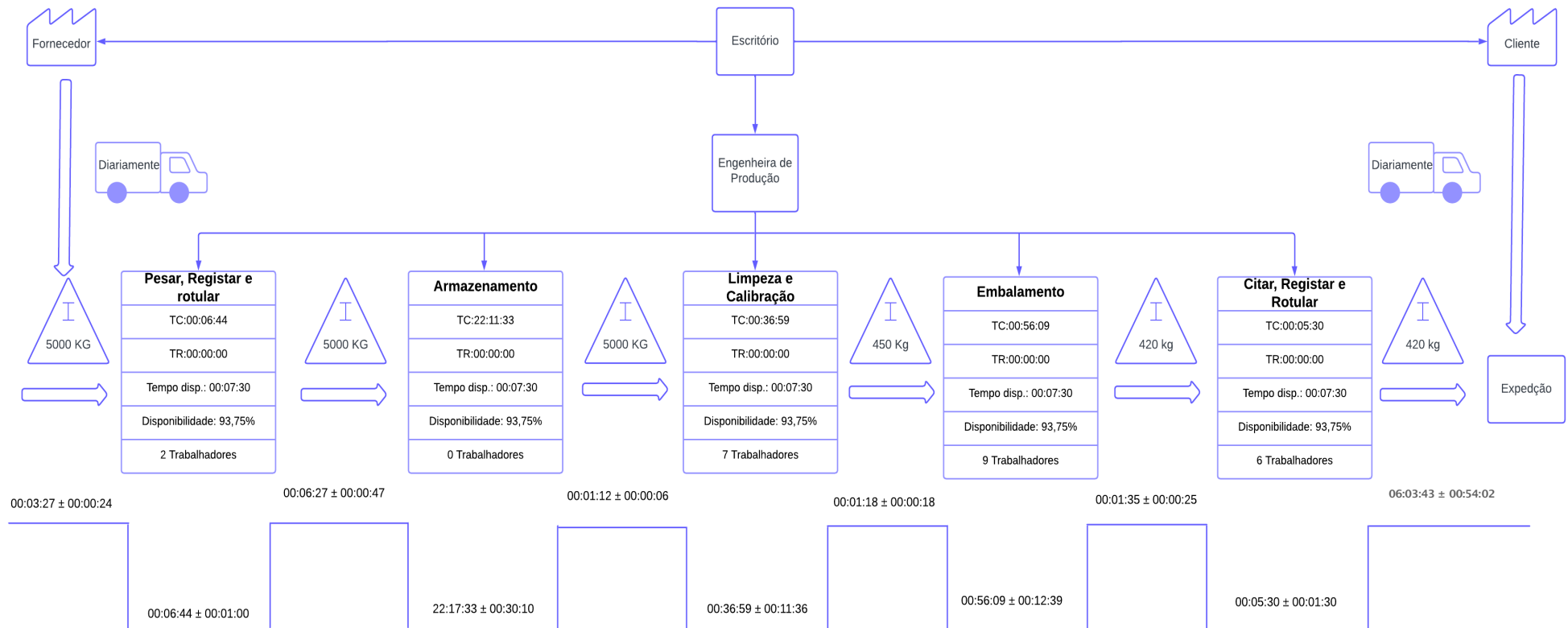


Figura 38 - VSM Futuro- Caso 2.

4.7.1. VSM futuro: Caso 1

O cálculo do *cycle time*, com o auxílio do VSM futuro para o Caso 1 e da Equação (2), é:

$$\begin{aligned} \text{Cycle time} &= 00:06:44 + 22:17:33 + 00:36:59 + 00:10:26 + 00:04:57 \\ &= 23:16:39 \pm 00:46:02 \text{ horas, minutos e segundos} \end{aligned}$$

Com as melhorias apresentadas no VSM futuro, no Caso 1, seria possível diminuir o *cycle time* de 100 kg de cereja em pequenas caixas de cartão em 8 minutos e 25 segundos, com um desvio padrão inferior em 2 minutos e 10 segundos.

Esta diminuição no *cycle time*, apesar de pouco significativa numa só encomenda, se durante 1 mês forem efetuados diariamente pedidos idênticos, reduziu-se o tempo de processo em cerca de 2 horas e 50 minutos, isto é, existem cerca de 2 horas e 50 minutos, por mês em que são gastos recursos sem qualquer tipo de valor acrescentado.

Com o novo *layout*, visto que a última pesagem, reduziu para metade, ou seja, são distribuídas cerca de 100 kg em 10 minutos, com os 8 minutos e 25 segundos desperdiçados até agora, é possível pesar e distribuir nas caixas de cartão, mais de cerca de 80 kg de cereja. Esses 80 kg seriam expedidos no mesmo dia, ou no dia seguinte de acordo com os pedidos idênticos ao do Caso 1.

4.7.2. VSM futuro: Caso 2

O mesmo acontece no Caso 2, em que o *Lead Time* se mantém bastante próximo ao atual, devido às mesmas razões anunciadas anteriormente.

O *cycle time*, para este caso, com recurso à Equação (2), é:

$$\begin{aligned} \text{Cycle time} &= 00:06:44 + 22:17:33 + 00:36:59 + 00:56:09 + 00:05:30 \\ &= 24:02:55 \pm 00:55:55 \text{ horas, minutos e segundos} \end{aligned}$$

Para este caso, o *cycle time* diminuiu em 4 minutos e 29 segundos. Com este tempo será possível, no final do embalamento ter, aproximadamente, mais 15 kg de cereja, distribuídos por mais 3 caixas com capacidade para 5 kg, que iriam ser expedidas juntas ao mesmo pedido visto este não ser específico no que toca às quantidades e características do produto.

Os tempos associados ao Caso 1, assim como acontece no VSM atual, são idênticos aos do Caso 2 até ao processo “Limpeza e calibração”. O tempo de transporte do processo “Embalamento” e “Citar, registar e rotular” sofreu uma pequena subida, visto a zona de citação se encontrar mais próxima dos corredores de refrigeração. O tempo de citação, registo e rotulação diminuíram, uma vez que, a fruta foi distribuída por 3 paletes e foram destacados mais 2 funcionários para a sua rotulagem. Foi considerado o tempo de apenas uma citação, tendo em conta que as duas paletes são citadas conforme decorre o processo anterior.

5. Conclusões

Este capítulo apresenta as considerações finais desta dissertação.

5.1. Conclusões gerais

O *Lean* tem se tornado, ao longo dos anos, de extrema relevância e importância para as empresas, a fim de melhorar os processos na globalidade. É de notar que o setor frutícola, especialmente nas empresas do setor agrícola designadas “familiares” que se caracterizam pela sazonalidade, a melhoria do processo é fundamental devido à curta vida útil dos produtos.

De modo que seja implementada a filosofia nestas empresas, é necessário, primeiro que tudo, reuniões com uma forte comunicação e apoio da gestão de topo, neste caso das Engenheiras de processos.

Com esta dissertação, o principal objetivo passa pela implementação das ferramentas *Lean* na Cerfundão, que se caracteriza especialmente pelo abastecimento da cereja do Fundão a Portugal e a outros países da Europa.

Prende-se que no futuro sejam aplicadas as ferramentas *Kaizen* e *5S* de modo a reduzir as deslocações, tempos associados a essas mesmas deslocações e processos.

O *Value Stream Mapping* apresentou-se como uma mais-valia no que toca a identificar os pontos de estrangulamento existentes ao longo das mais de 30 horas passadas desde a receção à expedição. A matéria-prima, depois de recebida, é transportada para a balança junto às câmaras de refrigeração, diminuindo desta forma o tempo de transporte das paletes comparativamente ao tempo que atualmente esta movimentação apresenta. De destacar que a fruta é pesada e registada nos corredores refrigerados junto às câmaras frigoríficas, de modo à matéria-prima não perder as suas características. A única proposta de melhoria apresentada para o armazenamento é a melhoria na distribuição das diferentes frutas entre as câmaras frigoríficas, isto é, a cereja ser armazenada juntamente com frutas que apresentem a mesma temperatura ideal de armazenamento. Depois do armazenamento a fruta segue para o processo “limpeza e calibração”, processo esse automatizado e por isso sem propostas de melhoria apresentar. Como acontece na atualidade, as cerejas devem ser distribuídas

pelos 5 canais, mas é proposto as caixas se apresentarem empilhadas em diferentes paletes junto aos funcionários(as).

Para o Caso 1, atualmente é utilizado apenas uma funcionária para a pesagem e distribuição da matéria-prima em caixas de cartão, com capacidade de 2 kg, cada. A proposta de melhoria para este processo passa pela utilização de 3 funcionários(as), um para o transporte das caixas de cereja provenientes do processo anterior, e dois para a pesagem e distribuição da fruta. Propõe-se a utilização de mais 2 funcionários(as) neste processo, neste caso em específico onde se pretende expedir apenas 100 kg de cereja. Para casos idênticos em que o objetivo seja distribuir uma maior quantidade, propõe-se o auxílio de ainda mais funcionários(as).

Para o Caso 2, a fruta, depois do processo da limpeza e calibração, segue para o embalamento, processo automatizado em que não se propõe qualquer tipo de melhoria. A proposta feita para este processo é o empilhamento das caixas em 3 paletes e não duas como acontece atualmente, de modo a diminuir o tempo do processo seguinte, a citação. O tempo de citação depende da altura do empilhamento, logo ao distribuir os mais de 400 kg de cereja por mais paletes, este tempo diminui.

De modo a não ser possível colocar a zona de citação nos corredores climatizados devido à limitação da área, propõe-se que a citação seja feita o mais próximo possível deste local de passagem

Propõe-se que a rotulação final seja efetuada nos corredores. Para esta rotulação é ainda proposto o destacamento de mais funcionários(as), para ambos os casos, de modo a diminuir o tempo deste processo.

Os diferentes *cycle times* (atual e futuro) para ambos os casos com o auxílio do VSM demonstram que é possível, no futuro, produzir uma maior quantidade de produto acabado durante o tempo que atualmente está a ser gasto em nada que acrescente valor.

Para o Caso 1 o tempo dos processos diminui de cerca de 8 minutos e 25 segundos, permitindo assim a produção de mais 80 kg de produto final, que poderá ser enviado no mesmo dia se existir um pedido idêntico ao do 1º caso ou no dia seguinte.

Para o 2º Caso, este mesmo tempo diminui em cerca de 4 minutos, permitindo assim expedir cerca de mais 15 kg de cereja comparativamente ao expedido atualmente.

A realização desta dissertação apresentou alguns obstáculos no meio, especialmente devido à indisponibilidade que a empresa apresentou várias vezes quando se pretendia acompanhar o processo produtivo.

Com a realização deste estudo de caso conclui-se que as ferramentas *Lean* são uma mais-valia para as empresas, especialmente para a empresa em questão, de modo a melhorar os processos, reduzir as movimentações desnecessárias, melhorar a qualidade do produto e aumentar a produção com o mesmo *Lead Time*.

5.2. Sugestões de trabalhos futuros

Como sugestão de trabalhos futuros propõe-se:

- O estudo da implementação de sistemas de refrigeração nos corredores das câmaras frigoríficas (pré-câmaras de refrigeração);
- Análise da viabilidade da implementação das ferramentas *Lean*;
- Análise ao estudo do consumidor relativamente às frutas sazonais, como por exemplo, o tipo de embalagens pretendidas, e conseqüentemente a redução do plástico e cartão.
- Análise da comunicação feita na organização, isto é, a comunicação dentro das instalações, com os produtores e compradores, assim como a comunicação feita para se atingirem novos clientes.

Referências Bibliográficas

- Ablanedo-Rosas, J. H., Alidaee, B., Moreno, J. C., & Urbina, J. (2010). Quality Improvement supported by the 5S, an empirical case study of Mexican organisations. *International Journal of Production Research*, 48(23), 7063–7087. <https://doi.org/10.1080/00207540903382865>
- Almeida, D. (2005). *Manuseamento de produtos hortofrutícolas* (1st ed., Vol. 1). SPI- Sociedade Portuguesa de Inovação. ISBN: 972-8589-55-7
- Amorim, G. de S., & Katakeyama, K. (2017). Implantação da Total Productive Maintenance – Tpm: Um estudo de caso na indústria manufactureira. *Revista Espacios*, 38(22), 6.
- Andersson, R., Eriksson, H., & Torstensson, H. (2006). Similarities and differences between TQM, Six Sigma and lean. *The TQM Magazine*, 18(3), 282–296. <https://doi.org/10.1108/09544780610660004>
- Antony, J., Snee, R., & Hoerl, R. (2017). Lean six sigma: Yesterday, Today and Tomorrow. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(7), 1073–1093. <https://doi.org/10.1108/ijqrm-03-2016-0035>
- Araujo, C. A., & Rentes, A. F. (2006). A Metodologia Kaizen na Condução de Processos de Mudança em Sistemas de Produção enxuta. *Revista Gestão Industrial*, 2(2). <https://doi.org/10.3895/s1808-04482006000200008>
- Bajjou, M. S., & Chafi, A. (2018). Barriers of lean construction implementation in the Moroccan Construction Industry. *AIP Conference Proceedings, Internactional Conference of Electrical, eletronics, materials and applied science, Secunderabad, India, 1952*, 020056-1–020056-6 <https://doi.org/10.1063/1.5032018>
- Barone, S., & Franco, E. L. (2012). *Statistical and Managerial Techniques for Six Sigma Methodology- Teory and Application* (1st ed., Vol. 1). A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. Retrieved November 10, 2021, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781119968405.fmatter>.
- Bhattacharjee, A. (2012). *Social Science Research: Principles, methods, and practices* (2nd ed., Vol. 3). Createspace. ISBN: 1475146124
- Bolívar-Lara, A. A., Hernández, M., Serrano, A., & De La Haba, M. J. (2018). Contribution of Lean Manufacturing and Nirs technology to the operation efficiency and quality services in an Iberian pig slaughterhouse. *Revista Espacios*, 39(9), 36.
- Bookbinder, J. H., & Ülkü, M. A. (2021). Freight transport and logistics in JIT Systems. *International Encyclopedia of Transportation*, 107–112. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102671-7.10228-3>
- Bpstat (2021, November 10). *Análise do Setor Agrícola. Informação atualizada relativa ao Estudo da Central de Balanços- Análise do setor agrícola*. Retrieved December 12, 2021, from <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1294>

Cakmakci, M., & Karasu, M. K. (2006). Set-up time reduction process and integrated predetermined time system MTM-UAS: A study of application in a large size company of automobile industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 33(3-4), 334–344. <https://doi.org/10.1007/s00170-006-0466-x>

Cefundão. (2020). Apresentacao. Cerfundão. Retrieved February 15, 2022, from <https://www.cerfundao.pt/pt/apresentacao>

Citeve. (2012). Ferramenta de Desenvolvimento E aplicação do lean thinking no STV. Retrieved December 10, 2021, from https://www.citeve.pt/filedownload.aspx?schema=4c65f7f1-2e56-4968-a1af-585420fa64e0&channel=6D1D54F8-1B71-4D41-9EAF-58F23E675B15&content_id=5883960E-7CC8-4CEF-B760-34D8E121F343&field=storage_image&lang=pt&ver=1&filetype=pdf&dtestate=2012-08-07145035

Correa, H. L., & Giansi, I. (1996). *Just in time, MRP III e Opt: Um enfoque estrategico*. Atlas. ISBN: 8522410585

Covas, por A., & Cardoso, por M. (2021, February 11). Exportações de Frutas, legumes e Flores Crescem 4,4% EM 2020 e valem €1.683 Milhões das Exportações nacionais. Agroportal. Retrieved March 22, 2022, from <https://www.agroportal.pt/exportacoes-de-frutas-legumes-e-flores-crescem-44-em-2020-e-valem-e1-683-milhoes-das-exportacoes-nacionais>

Drohomeretski, E., Gouvea da Costa, S. E., Pinheiro de Lima, E., & Garbui, P. A. (2013). Lean, Six Sigma and lean six sigma: An analysis based on operations strategy, *International Journal of Production Research*, 52(3), 804–824. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.842015>

Elkhairi, A., Fedouaki, F., & Alami, S. E. (2019). Barriers and critical success factors for implementing lean manufacturing in smes. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 565–570. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.303>

Elrhanimi, S., El Abbadi, L., & Bouabdellah, A. (2016). What is the relationship between the tools of Lean Manufacturing and the global performance of the company? 2016 3rd International Conference on Logistics Operations Management (GOL). <https://doi.org/10.1109/gol.2016.7731718>

Galgano, A. (2006). *Las Tres Revoluciones: Caza del Desperdicio. Doblar La Productividad con lean production*. Ediciones Daž de Santos. ISBN: 8479786043

George, M. L., Rowlands, D., Price, M., & Waxey, J. (2005). *The lean six sigma Pocket Toolkit: A quick reference guide to nearly 100 tools for improving process quality, speed, and complexity*. McGraw-Hill. ISBN: 0071441190

Grout, J. R., & Toussaint, J. S. (2010). Mistake-proofing healthcare: Why stopping processes may be a good start. *Business Horizons*, 53(2), 149–156. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.10.007>

- Henrique, D. B., & Godinho Filho, M. (2018). A systematic literature review of empirical research in lean and Six sigma in Healthcare. *Total Quality Management & Business Excellence*, 31(3-4), 429–449. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1429259>
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A commonsense, low-cost approach to management*. McGraw-Hill. ISBN: 0070314462
- Ismail, M. Z., Zainal, A. H., Kasim, N. I., & Mukhtar, M. A. (2019). A mini review: Lean management tools in assembly line at Automotive Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 469, 012086. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/469/1/012086>
- Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 293–323. <https://doi.org/10.1108/ijlss-06-2013-0032>
- Javadian Kootanaee, A., Babu, K. N., & Talari, H. F. (2013). Just-in-time manufacturing system: From introduction to implement. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2253243>
- Jones, D. T., Roos, D., & Womack, J. P. (2007). *The machine that changed the world: The story of lean Production: Toyota's Secret Weapon in the globak car wars that is revolutionizing world industry*. Free Press. ISBN: 0743299795
- Jornal de Negócios. (2017, May 3). O Sabor da Cereja e a criação de software. *Jornal de Negócios*. Retrieved February 15, 2022, from <https://www.jornaldenegocios.pt/negocios-iniciativas/detalhe/o-sabor-da-cereja-e-a-criacao-de-software>
- Júnior, M. F., & Soares, A. G. (2014, September). Comunicado técnico (Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos). ISSN 0103-5231 (Print) | Comunicado Técnico | The ISSN Portal. Retrieved January 22, 2022, from <https://portal.issn.org/resource/ISSN/0103-5231>
- Karim, A., & Arif-Uz-Zaman, K. (2013). A methodology for effective implementation of LEAN strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*, 19(1), 169–196. <https://doi.org/10.1108/14637151311294912>
- Kharub, M., Ruchitha, B., Hariharan, S., & Shanmukha Vamsi, N. (2021). Profit enhancement for small, Medium Scale Enterprises using lean six sigma. *Materials Today: Proceedings*, 501–510. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.159>
- Kolla, S., Minufekr, M., & Plapper, P. (2019). Deriving essential components of Lean and Industry 4.0 assessment model for manufacturing smes. *Procedia CIRP*, 81, 753–758. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.189>
- Kosaka, G. I. (2006). Artigo - Jidoka. *Lean Institute Brasil*. Retrieved December 5, 2021, from <https://www.lean.org.br/artigos/102/jidoka.aspx>

- Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of Six sigma approach. *Technovation*, 26(5-6), 708–715. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.10.003>
- Latini, A., Campiotti, C. A., Pietrantonio, E., Viola, C., Peral, V., Fuentes-Pila, J., & Sagarna, J. (2016). Identifying strategies for energy consumption reduction and energy efficiency improvement in fruit and vegetable producing cooperatives: A case study in the frame of Tesla Project. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 657–663. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.088>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill. ISBN: 9780071435635
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <https://doi.org/10.5465/amp.2006.20591002>
- Lusa. (2021, February 11). Exportações de Frutas, legumes e Plantas sobem 4,4% EM 2020. *Jornal de Negócios*. Retrieved March 22, 2022, from <https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/agricultura-e-pescas/detalhe/exportacoes-de-frutas-legumes-e-plantas-sobem-44-em-2020>
- Mahalik, N. P., & Nambiar, A. N. (2010). Trends in food packaging and manufacturing systems and Technology. *Trends in Food Science & Technology*, 21(3), 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.12.006>
- McAdam, R., & Lafferty, B. (2004). A multilevel case study critique of Six sigma: Statistical control or strategic change? *International Journal of Operations & Production Management*, 24(5), 530–549. <https://doi.org/10.1108/01443570410532579>
- McCarthy, D., & Rich, N. (2004). *Lean tpm a blueprint for change*. Elsevier Butterworth Heinemann. ISBN: 9780080478913
- Melo, T., F. & Loos, J., M. (2018). Análise da metodologia da manutenção produtiva total (TPM): Estudo de caso. *Revista Espacios*, 39(3), 13.
- Melton, T. (2005). The benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mika, G. L. (2006). *Kaizen event implementation manual*. Society of Manufacturing Engineers. ISBN: 0872638499
- Nakajima, S. (1990). *Introduction to Tpm - total productive maintenance*. Productivity Pr. ISBN: 0915299232
- Natarajan, A., Abdullathif, K., Aravind, K., Ganesh, B. R., & Karthikeyan, R. (2017). ETDM- 2017 Conference Proceedings. In *Improving the Performance By Lean Methodoly* (7th ed., Vol. 5). *International Journal of Engineering Research & Technology*.

- Nunes, J., Silva, P. D. da, Andrade, L. P., Gaspar, P. D., & Domingues, L. C. (2014, June 1). Energetic evaluation of refrigeration systems of Horticultural Industries in Portugal. 3rd IIR International Conference on Sustainability and Cold Chain. Retrieved January 10, 2022, from <http://hdl.handle.net/10400.6/7340>
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through "Lean tools": An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Pamfilie, R., Draghici, A. J., & Draghici, M. (2012). The importance of leadership in driving a strategic lean six sigma management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.992>
- Parikh, H. R., Nair, G. M., & Modi, V. V. (1990). Some structural changes during ripening of mangoes (*Mangifera indica* var. Alphonso) by Abscisic Acid treatment. *Annals of Botany*, 65(2), 121–127. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087916>
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of Lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(2), 138–155. <https://doi.org/10.1108/02656711011014276>
- Pinto, J. P. (2006) *Gestão de Operações- na Indústria e nos serviços*. 2ª Ed. Lisboa: Lidel, Edições Técnicas, Lda.
- Pinto, J. P. (2014) *Pensamento Lean- A filosofia das organizações vencedoras*. 6ª Ed. Lisboa: Lidel, Edições técnicas, Lda.
- PorData. (2021). Pequenas e Médias Empresas Em % do total de Empresas: Total e por dimensão. Retrieved December 3, 2021, from <https://www.pordata.pt/Portugal/Pequenas+e+m%C3%A9dias+empresas+em+percentagem+do+total+de+empresas+total+e+por+dimens%C3%A3o-2859>
- PorData. (2021). Pequenas e Médias Empresas Em % do total de Empresas: Total e por dimensão. Retrieved December 3, 2021, from <https://www.pordata.pt/Portugal/Pequenas+e+m%C3%A9dias+empresas+em+percentagem+do+total+de+empresas+total+e+por+dimens%C3%A3o-2859>
- Quartarolli, L. A. C., Hirakawa, A. P. R., Leite, R. D., Arias, J. A. C., & JR, O. F. L. (2018). Inovação e Sustentabilidade na Gestão de Processos de Negócio. O Uso de lean logistics na redução de perdas das cadeias de abastecimento de alimentos perecíveis. XXV SIMPEP, São Paulo, Brasil.
- Racius. (2020). *Cerfundão - Embalamento e Comercialização de Cereja da Cova da Beira Lda*. Retrieved February 15, 2022, from <https://www.racius.com/cerfundao-embalamento-e-comercializacao-de-cereja-da-cova-da-beira-lda/>

Ribeiro, A. B. (2018). Modelo de Implementação de Lean Seis Sigma baseado nos fatores críticos de sucesso para empresas de pequeno e médio porte (dissertation). Retrieved February 2, 2022, from <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/198263/PEMC1888-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>.

Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*, 179(1-3), 276–279. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.03.102>

Rother, M., & Shook, J. (1999). Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda. - version 1.2. The Learning Enterprise Institute. ISBN: 0966784308

Salah, S., Rahim, A., & Carretero, J. A. (2010). The integration of Six sigma and Lean Management. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(3), 249–274. <https://doi.org/10.1108/20401461011075035>

Schonberger, R. J. (2006). Japanese production management: An evolution-with mixed success. *Journal of Operations Management*, 25(2), 403–419. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.003>

Siddiqui, M. W., Chakraborty, I., Ayala-Zavala, J. F., & Dhua, R. S. (2011). Advances in minimal processing of fruit and vegetables: a review. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 70, 823–834.

Silva, M. (2016). Jidoka- Conceitos e aplicação da autonomia em uma empresa da indústria eletrônica. *Revista Espacios*, 37(2), 17.

Snee, R. D. (2010). Lean six sigma – getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(1), 9–29. <https://doi.org/10.1108/20401461011033130>

Sousa, T. B. de, & Marchizelli, C. L. (2012, November). Aplicação da metodologia Seis Sigma em uma indústria alimentícia: Um estudo de caso. São Paulo, Brasil; *Redes Globais de Suprimentos: Desafios e Tendências do Mundo Globalizado*.

Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota Production System and Kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564. <https://doi.org/10.1080/00207547708943149>

Suryaningrat, I. B. (2016). Raw Material Procurement on Agroindustrial Supply Chain Management: A case survey of Fruit Processing Industries in Indonesia. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, 253–257. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.143>

Vetter, T. R., & Morrice, D. (2019). Statistical process control. *Anesthesia & Analgesia*, 128(2), 374–382. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000003977>

Vorst, J. G. A. J. van der, Silva, C. A. da, & Trienekens, J. H. (2007). *Agro-industrial Supply Chain Management: Concepts and Applications*. FAO- Agricultural management, marketing and finance. ISBN: 9789251058312

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press. ISBN: 0743249275

Zocca, R. O., Gaspar, P. D., & Santos, F. C. (2017). 5S computational tool asjusted to the systematic review of occupational health and safety procedures in agrifood industries. In ICEUBI 2017- International Congree on Engineering. Covilhã, Portugal.

Maalouf, M. M., & Zaduminska, M. (2019, June 26). A case study of VSM and smed in the food processing industry - management and Production Engineering Review - pan Czytelnia Czasopism. *Management and Production Engineering Review*. Retrieved March 29, 2022, from <https://journals.pan.pl/publication/129569/edition/113088/management-and-production-engineering-review-2019-vol-10-no-2-a-case-study-of-vsm-and-smed-in-the-food-processing-industry-maalouf-miguel-malek-zaduminska-magdalena?language=pl>

Carrizo Moreira, A., & Campos Silva Pais, G. (2011). Single Minute Exchange of Die: A Case Study Implementation. *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(1), 129–146. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242011000100011>