



**Escola Superior
Agrária**

Politécnico de Coimbra

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Pedro Miguel Santos Ribeiro

Métodos de optimização industrial
numa indústria de embalamento de maçã

Orientador: Professora Doutora Maria João Mendes Cardoso Barroca

Coimbra, 2023



**Escola Superior
Agrária**

Politécnico de Coimbra

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Pedro Miguel Santos Ribeiro

**Métodos de optimização industrial
numa indústria de embalamento de maçã**

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Coimbra
para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do
grau de mestre em **ENGENHARIA ALIMENTAR**

Orientador: Professora Doutora Maria João Mendes Cardoso Barroca

Coimbra, 2023

*O espelho e os sonhos são coisas semelhantes, é como a imagem do
homem diante de si próprio.*

José Saramago em O Evangelho segundo Jesus Cristo, 1992

Dedico este trabalho aos meus pais e irmã

Agradecimentos:

Um percurso académico nunca se pode dar por concluído porque temos o dever de estar em constante aprendizagem, importa também estarmos gratos por todos os que cruzam o nosso caminho, pois somos o resultado disso mesmo.

Em primeiro lugar quero deixar o meu profundo agradecimento à instituição Escola Superior Agrária de Coimbra que permitiu que estudasse e foi a casa mãe da minha formação base. Não posso deixar de nomear a professora e orientadora Maria João Barroca porque sempre se mostrou disponível, sempre com simpatia e profissionalismo, mas também quero deixar uma nota de agradecimento a toda a comunidade académica que me foi sempre ajudando ao longo do percurso que finda.

Quero endereçar um agradecimento especial à empresa Sociedade Agrícola Quinta de Vilar que me acolheu como estagiário e permitiu ampliar o meu conhecimento e experiência. Faço-o ao Doutor Henrique Cabral Menezes em representação de todas as pessoas que passaram por mim e me transmitiram sempre algo relevante para aprender.

Agradeço também aos meus amigos de Coimbra, que sempre demonstraram lealdade e amizade, até nas noites mais longas, ao Vasco, Carlos Daniel, Rúben, Renato, Joni e Luís o meu obrigado.

Agradeço calorosamente à minha família que sempre foi o meu pilar, a minha mãe e a minha irmã sempre me apoiaram e eu estarei eternamente grato. Agradeço também ao meu pai Adelino que apesar de não se encontrar entre nós, acredito que estará orgulhoso do seu filho.

Por fim e de indispensável agradecimento, quero demonstrar a minha gratidão à Carlota Nóbrega, esteve sempre presente e atribuo a ela especial ajuda na conclusão deste trabalho. Obrigado por estares sempre ao meu lado.

Resumo

O trabalho apresentado surge na sequência de um estágio de seis meses que decorreu na Sociedade Agrícola Quinta de Vilar cujo objetivo foi acompanhar todo o processo desde a receção da fruta, conservação até à expedição para o cliente. Numa fase inicial, o estágio esteve relacionado com os referenciais da qualidade, mas foi divergindo para a melhoria contínua numa perspetiva de otimização do processo e de um aperfeiçoamento operacional.

O estágio pode ser dividido em três fases consoante os seus objetivos, numa instância inicial conhecer a empresa e a sua orgânica de funcionamento, na segunda fase acompanhar o processo, compreender as tipologias de matéria-prima e os tipos de armazenamento, e numa terceira fase o desenvolvimento prático do trabalho de melhoria contínua e a otimização do processo.

De modo a atingir os objetivos do estágio, as atividades desenvolvidas incidiram particularmente na zona de produção através da análise do processo, da aplicação operacional e realização de balanços qualitativos criteriosos de modo a avaliar os efeitos de atuação no próprio sistema.

Este trabalho pretende descrever como construir um processo de melhoria contínua usando ferramentas ao dispor de qualquer organização sustentado em metodologias *Lean* e aplicado à indústria de maçã. É um trabalho de carácter incipiente, com espaço para aprofundar a aplicação e o desenvolvimento de metodologias na organização, mas é um ponto de partida para replicar numa qualquer empresa congénere, explorando mais o tema.

Palavras-chave: Maçã, Produção, Metodologia LEAN, Melhoria contínua, Eficiência de processos

Abstract

The work presented follows a 6-month internship that took place at Sociedade Agrícola Quinta de Vilar. Although the internship initially had a focus on the existing quality and food safety standards within the company, over time my focus shifted towards continuous improvement.

The internship can be divided into three phases: firstly, getting to know the company and its operating structure, secondly monitoring the process, understanding the types of raw materials and types of storage, and in the third phase we will dissect the practical development of the continuous improvement work and process optimization.

To address all topics and develop this work, particular focus was placed on the production area, where process analyses were conducted, operational optimization tools were applied, and systematic qualitative assessments were carried out to understand the effects of actions on the system itself.

This work aims to describe how to build a process of continuous improvement using tools available to any organization, underpinned by Lean methodologies, and applied to the Apple industry. It is an introductory work with room for deeper application and development of methodologies within the organization.

Key words: Apple, Production, Lean Methodology, Continuous improvement, Process efficiency

Índice

Agradecimentos:	vi
Resumo	viii
Abstract.....	x
Índice de Figuras:.....	xiv
Índice de Tabelas:	xv
Lista de abreviaturas e Siglas:	xvi
1. Introdução	1
2. Características da Matéria-prima	4
2.1 Caracterização das variedades de maçã	4
2.1.1 Maçã Royal Gala	4
2.1.2 Maçã Golden.....	4
2.1.3 Maçã Starking	5
2.1.4 Maçã Granny Smith.....	6
2.1.5. Maçã Fuji	6
2.1.6. Maçã Bravo de Esmolfe.....	7
2.2 Maçã para Refugo	8
3. Sociedade Agrícola Quinta de Vilar	9
3.2 Estrutura organizacional da Quinta de Vilar.....	10
3.3 Política da empresa	12
4. Tratamento Pós-colheita	13
4.1. PEMBOTEC® 400SC	13
4.2 GEOXE®.....	14
4.3 SMART FRESH™	15
4.3.1 Parâmetros de maturação	17
5. Armazenamento	21
5.1 Atmosfera Refrigerada/Frio Normal.....	23

5.2 Atmosfera Controlada.....	24
5.3 Ultra Low Oxygen	25
5.4 Atmosfera Dinâmica	26
6. Produção	28
6.1 Fluxograma do processo	29
6.2 Descrição das etapas	30
7. Gestão e otimização do processo	35
7.1 Metodologias aplicadas.....	35
7.1.1 Lean Manufacturing.....	35
□ Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM).....	35
□ Entrega e produção Just-in-Time (JIT).....	37
□ Qualidade na Fonte (Jidoka).....	38
□ Kaizen	39
7.2 Mudanças realizadas na Quinta de Vilar	40
8. Conclusão.....	51
9. Bibliografia	53

Índice de Figuras:

Figura 1 - Maçã Royal Gala.....	4
Figura 2 - Maçã Golden.....	5
Figura 3 - Maçã Starking	5
Figura 4 - Maçã Granny Smith	6
Figura 5 - Maçã Fuji	7
Figura 6 - Maçã Bravo de Esmolfe.....	7
Figura 7 - Estrutura organizacional da Quinta de Vilar.....	11
Figura 8 - Mecanismo de ação do 1-MCP	16
Figura 9 - Parâmetros de maturação: Escala do Índice de amido em maçãs	18
Figura 10 - Teste de amido realizados em maçãs Golden.	19
Figura 11 - Teste da firmeza da maçã.....	20
Figura 12 - Armazenamento de fruta em diversas câmaras.....	21
Figura 13 - <i>Layout</i> dos parâmetros das câmaras.....	24
Figura 14 - <i>Layout</i> dos parâmetros da atmosfera controlada.....	26
Figura 15 - Fluxograma do processo	30
Figura 16 - <i>Layout's</i> do preenchimento dos parâmetros qualitativos	30
Figura 17 - Aspeto do antes e depois do armazém de materiais subsidiários.....	41
Figura 18 - Aplicador de <i>Sticker's</i>	42
Figura 19 - Os 7+1 desperdícios em diferentes áreas	49

Índice de Tabelas:

Tabela 1 - Parâmetros óptimos de armazenamento.	19
Tabela 2 - Relação entre o tipo de maçã e as condições de armazenamento.....	22
Tabela 3 - Folha diária de gestão da produção.	44
Tabela 4 - Tabela resumo das quantidades produzidas no dia.....	45
Tabela 5 - Tabelas resumo das quantidades, tempo e produto expedido.....	45
Tabela 6 - Mapa de produção para a linha 1.....	46
Tabela 7 - Mapa de produção para a linha 2.....	47

Lista de abreviaturas e Siglas:

1 - MCP - 1 - Metilciclopropeno

AC - Atmosfera Controlada

CO₂ - Dióxido de Carbono

DCA - Atmosfera Dinâmica

DOP - Denominação de Origem Protegida

EU - União Europeia

FN - Frio Normal

HR - Humidade relativa

IFS - *International featured standard*

INE - Instituto Nacional de Estatística

JIT - *Just in time*

KPI's - Indicadores-chave de desempenho

LMR - Limite máximo de resíduo

O₂ - Oxigénio

SGQSA - Sistema de Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar

ULO - *Ultra Low Oxygen*

VSM - Mapeamento do fluxo de valor

1. Introdução

A maçã é o fruto da macieira, *Malus domestica Borkh*, que é uma espécie que pertence à sub-família das Pomóideas e à família Rosaceae (1). Este fruto é produzido há milhares de anos e é dos frutos mais consumidos, tanto em Portugal como a nível mundial. O seu sucesso deve-se à qualidade da sua cota de mercado, mas também à rentabilidade produtiva existente no nosso país (2).

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), no ano 2021/2022 em Portugal o consumo de Maçã representou 31,3% tornando-se, de entre as principais espécies de frutas comercializadas, a fruta mais consumida, mantendo a tendência dos últimos anos (3).

Relativamente à plantação, a macieira é considerada uma planta versátil, pois apresenta uma grande capacidade de adaptação a diversas condições e solos, no entanto, é em terras franco-arenosas, medianamente argilosas e férteis onde melhor se adapta. É uma espécie de climas temperados, pese embora, necessite de frio no inverno para a quebra da dormência, sendo que, dependendo da variedade, as exigências em frio variam entre as 400 a 1000 horas abaixo de 7,2 °C, contabilizadas entre o período de 1 de outubro a 15 de fevereiro (2).

Dadas às exigências no seu cultivo e às condições orográficas e meteorológicas, a produção de maçã é possível e com elevada qualidade em Portugal, como por exemplo, na Região da Beira Alta. Nesta região a cultura é conseguida de forma massiva, devido não só às boas práticas adotadas pelos produtores, como também ao microclima propício característico da região, que permite um crescimento saudável das macieiras.

Em termos de produção de maçãs, Portugal tem-se concentrado principalmente no consumo doméstico e em alguma exportação dentro da União Europeia. O país tem uma variedade de regiões adequadas para o cultivo de maçãs, devido à sua geografia diversa e climas variados. Regiões como a Beira Alta, Trás-os-Montes e a região Oeste têm sido notadas pela sua produção de fruta, incluindo maçãs. Variedades como a Bravo de Esmolfe, uma variedade de maçã autóctone de Portugal, são muito apreciadas no país.

Durante o último século, avanços na tecnologia agrícola, embalagem e transporte provavelmente influenciaram a indústria do embalagem de maçã em Portugal, como fizeram noutros lugares. No entanto, a indústria de maçãs de Portugal enfrenta forte concorrência de produtores europeus maiores, como a Polónia, Itália e França. Como resultado, o foco tem sido frequentemente mais nos mercados locais e regionais do que em exportações internacionais em larga escala (4).

Tendências modernas, como a agricultura biológica e a mudança para práticas agrícolas mais sustentáveis, também estão a tornar-se mais prevalentes na indústria da maçã em Portugal. A indústria está a ver algum crescimento e modernização, incluindo sistemas de irrigação mais eficientes, melhor gestão de pragas e técnicas de armazenamento e embalagem melhoradas. Isto faz parte de uma tendência mais ampla de modernização e ganhos de eficiência no setor agrícola de Portugal.

A Metodologia LEAN é um sistema de técnicas e atividades para gerir uma operação de fabrico ou serviço. Esta metodologia teve origem na indústria de fabrico japonesa (particularmente da Toyota) e visa maximizar o valor para o cliente enquanto minimiza o desperdício. Ao minimizar o desperdício e focar apenas no que verdadeiramente contribui para o valor ao cliente, as organizações podem tornar-se mais eficientes e competitivas (5,6).

Assim sendo, a Metodologia LEAN é formada por vários princípios-chave dos quais se destacam os seguintes:

- Valor: Compreender o que os clientes valorizam num produto ou serviço.
- Cadeia de Valor: Identificar toda a cadeia de valor para um produto ou serviço e eliminar etapas que não acrescentam valor.
- Fluxo: Assegurar que as etapas que acrescentam valor fluam suavemente sem interrupções.
- *Pull* (Puxar): Produzir apenas o que é necessário com base na procura do cliente, em vez de empurrar bens ou serviços para o mercado.
- Perfeição: Melhorar continuamente os processos para aproximar-se da "perfeição", definida como: entregar o que o cliente quer, exatamente quando ele quer, com desperdício mínimo (7).

Certamente a metodologia LEAN e mais concretamente a metodologia LEAN *manufacturing*, que faz recurso dos mesmos princípios da metodologia LEAN, mas mais vocacionado para a indústria, tem um impacto profundo na transformação de uma empresa, abrangendo várias áreas chave. Desde logo, esta metodologia traz benefícios financeiros significativos ao reduzir custos operacionais e melhorar as margens de lucro. Em termos de excelência operacional, a abordagem LEAN simplifica os processos de trabalho e eleva os padrões de qualidade. Esta eficiência operacional traduz-se diretamente em satisfação do cliente, já que permite entregas mais rápidas e produtos de melhor qualidade. Esta abordagem promove também o envolvimento dos colaboradores, contribuindo para o aumento da moral e do desenvolvimento de competências, além disso, a abordagem LEAN dá à empresa uma vantagem competitiva ao melhorar sua agilidade e posição no mercado, tornando mais fácil escalar os processos de negócio em resposta a mudanças no mercado e promovendo uma cultura de inovação. Assim sendo, a adoção da metodologia LEAN pode ser uma mudança fundamental que torna uma empresa mais eficiente, competitiva e adaptável às mudanças (6).

Com esta dissertação pretende-se demonstrar as mudanças ocorridas e o paradigma atual da empresa onde ocorreu o estágio e, segundo uma perspetiva de otimização de produção e uso eficiente de recursos, expor e desenvolver a metodologia que serviu como base para o trabalho que foi desenvolvido durante o estágio, a metodologia LEAN. Na Quinta de Vilar, não foi implementado um projeto de LEAN *manufacturing* propriamente dito, mas o trabalho que foi desenvolvido à procura da excelência operacional baseou-se nesta metodologia e os princípios e linhas gerais serviram como inspiração para o trabalho desenvolvido.

2. Características da Matéria-prima

2.1 Caracterização das variedades de maçã

2.1.1 Maçã Royal Gala

A maçã Royal Gala (figura 1) apresenta uma forma alongada, ovóide tronco-cónica, com epiderme de cor vermelho vivo com fundo levemente amarelo.

Quanto ao seu pedúnculo, este é de tamanho médio a comprido e a polpa caracteriza-se por ser fina, aromática, doce e com baixa acidez.

Relativamente à colheita deve ser realizada na última quinzena de agosto - início de setembro (8).



Figura 1 - Maçã Royal Gala (9).

2.1.2 Maçã Golden

A maçã Golden (figura 2) caracteriza-se por ter uma forma alongada, ovóide e ligeiramente tronco-cónica, a sua epiderme apresenta coloração amarela, sendo que também pode apresentar por vezes uma coloração rosada ou esverdeada pouco cerosa. É uma maçã sensível, sendo que exhibe sensibilidade à carepa consoante as regiões e técnicas culturais (10,11).

Relativamente ao seu pedúnculo, este é comprido, fino e flexível e a polpa caracteriza-se por ser fina, sucosa, consistente, com acidez equilibrada e aromática.

Quanto à época da colheita, deve ser feita em setembro (11).



Figura 2 - Maçã Golden (12).

2.1.3 Maçã Starking

A maçã Starking (figura 3) apresenta uma forma alongada, tronco-cônica, costada com 5 lóbulos junto à fossa apical e irregular. A sua epiderme é vermelha com um fundo amarelo.

O seu pedúnculo apresenta comprimento médio e inclinado, já a polpa é fina, consistente com cor branca creme, doce e aromática e com pouca acidez.

Quanto à época de colheita, é realizada no início a meados de setembro (13).



Figura 3 - Maçã Starking (14).

2.1.4 Maçã Granny Smith

Esta maçã (figura 4) é caracterizada pela sua forma regular e ligeiramente tronco-cónica. A sua epiderme tem cor verde, cutícula espessa, cerosa, resistente, com lentículas redondas brancas, quando madura passa a ter uma epiderme com cor amarela.

O pedúnculo é comprido, fino e flexível, já a polpa é discretamente aromática, branca, fina, consistente, muito sucosa, pouco doce e com acidez. A polpa apresenta ainda a cavidade pistilar e locular fechadas.

Quanto à colheita deve ser realizada no fim de outubro (15,16).



Figura 4 - Maçã Granny Smith (17).

2.1.5 Maçã Fuji

Esta maçã (figura 5) apresenta uma forma homogénea e cónica. Tem uma fossa apical média, regular, ligeiramente bosselada, profunda e abrupta e a cavidade pistilar fechada. Já a epiderme tem como característica o facto de apresentar uma tonalidade vermelha lisa ou riscada.

O pedúnculo tem um comprimento médio e a polpa tem como característica ser branca-esverdeada, tenra, fina, sumarenta, muito açucarada, com baixa acidez e aromática. Tem ainda uma particularidade de ser sensível ao acastanhamento interno, ao escaldão e à vitescência. Esta maçã tem a época de colheita tardia, sendo efetuada em outubro (18).



Figura 5 - Maçã Fuji (19).

2.1.6. Maçã Bravo de Esmolfe

A Bravo de Esmolfe (figura 6) é uma maçã de variedade portuguesa antiga, proveniente da freguesia de Esmolfe, em Penalva do Castelo. É reconhecida como sendo de uma qualidade superior e é uma das poucas variedades de maçãs portuguesas protegidas por uma Denominação de Origem Protegida (DOP) da União Europeia (EU) (20).

É uma maçã que apresenta uma forma característica oblonga-cónica. A sua epiderme é esbranquiçada e eventualmente apresenta manchas avermelhadas, tem como característica também a presença de carepa na fossa peduncular que pode atingir 20% da epiderme.

O seu pedúnculo é curto e a polpa apresenta-se branca, macia, sucosa e doce.

Quanto à colheita, ocorre na segunda quinzena de setembro (20,21).



Figura 6 - Maçã Bravo de Esmolfe.

2.2 Maçã para Refugo

As maçãs para refugo são maçãs que por não atenderem aos padrões de qualidade estética estabelecidos são consideradas como subproduto frutícola, isto é, são maçãs que são descartadas devido a diversos fatores, tais como, a presença de manchas, calibre reduzido, presença de deformações, entre outros problemas visuais, mas que, no entanto, apresentam a qualidade nutricional. Assim sendo, a utilização de maçãs para refugo, é uma mais-valia, sendo uma forma de reduzir o desperdício alimentar (22).

Na Quinta de Vilar as maçãs que são consideradas refugo seguem um de dois caminhos: Ou são expedidas para a produção de concentrado de sumo de maçã ou seguem para outra empresa, a Frueat, que irá transformar num snack de maçã desidratada 100% feito de maçã.

3. Sociedade Agrícola Quinta de Vilar

Localizada estrategicamente no coração da Beira Alta, a Sociedade Agrícola Quinta de Vilar, Lda é uma entidade com um legado consolidado no setor agroalimentar. A Quinta de Vilar especializou-se na produção de maçãs na década de 1950 e implementou em 1966 métodos avançados para aprimorar tanto a qualidade quanto a quantidade da sua produção. Esta evolução foi marcada por um compromisso constante com a inovação e a aplicação de práticas modernas na produção e conservação de diferentes variedades de maçãs.

Desde os anos 70, as instalações da Quinta de Vilar incluíam câmaras de frio de atmosfera normal com uma capacidade de armazenamento de 450 toneladas. Na década seguinte aventurou-se na grande distribuição e, em 1989, solidificou a sua reputação corporativa ao formalizar a criação da Sociedade Agrícola Quinta de Vilar, Lda.

No contexto atual, a produção integrada totaliza cerca de 40 hectares destinados à plantação de macieiras, permitindo a produção de seis variedades distintas de maçã. Desde 2014, de forma a responder à crescente procura, estabeleceu parcerias estratégicas com produtores regionais em que estes acordos incluem não apenas a aquisição de maçãs, mas também o fornecimento de assistência técnica para assegurar os padrões de qualidade que sempre distinguiram a marca Quinta de Vilar.

O crescimento contínuo das infraestruturas tem sido notável. Este desenvolvimento engloba a expansão para um segundo armazém assim como a instalação de equipamentos de alta tecnologia, como uma calibradora de 16 canais e três linhas de embalamento de maçã. Até 2022, alcançou uma capacidade de armazenamento de 7.000 toneladas, reforçando ainda mais a sua posição no mercado.

Em 2023, após a aquisição das instalações em Armamar, a empresa assume-se como o maior operador da Beira Alta em termos de capacidade de conservação de maçãs, com um total de 12.700 toneladas (23,24).

3.2 Estrutura organizacional da Quinta de Vilar

Na Sociedade Agrícola Quinta de Vilar a estrutura orgânica rege-se por uma organização bem definida com tendência ao achatamento de modo que todos possam contribuir para a melhoria global da empresa (figura 7).

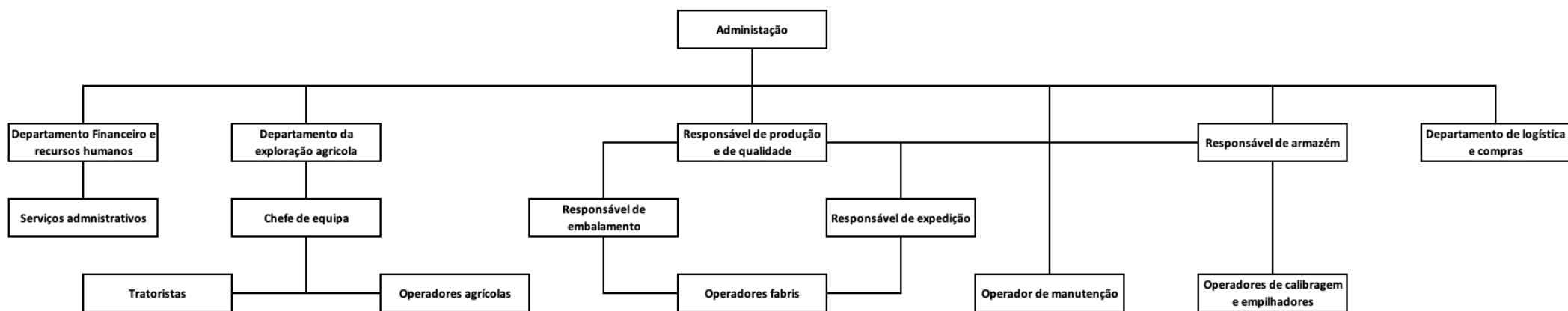


Figura 7 - Estrutura organizacional da Quinta de Vilar.

3.3 Política da empresa

A Sociedade Agrícola Quinta de Vilar tem plena consciência do ambiente extremamente competitivo e regulado em que opera. Com essa consciência, está fortemente empenhada em estabelecer e melhorar continuamente um robusto Sistema de Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar (SGQSA). O compromisso passa por assegurar a segurança alimentar e a qualidade dos produtos que vende, com o objetivo de aumentar a competitividade e produtividade no mercado. Para tal, aloca os recursos necessários para uma implementação eficaz e manutenção do SGQSA, em conformidade com as diretrizes do GLOBALG.A.P. e IFS FOOD. Está também focada em promover uma cultura organizacional centrada na qualidade e segurança alimentar, através de uma comunicação clara e do envolvimento ativo de toda a equipa. Observa e cumpre todas as normas legais e regulamentares, bem como outros critérios específicos relacionados com a qualidade e segurança alimentar.

O objetivo é não só cumprir, mas exceder as expectativas dos clientes. Nesse sentido, garante que a Política de Qualidade e Segurança Alimentar seja divulgada e compreendida em todos os níveis da empresa. Estabelece também canais de comunicação eficazes com todos os *stakeholders*, que incluem fornecedores, parceiros, clientes e entidades reguladoras, para discutir questões relacionadas com a segurança alimentar e qualidade. Mantém uma postura ambientalmente responsável, focada na utilização sustentável de recursos, e leva em consideração critérios éticos e de segurança e saúde no trabalho. Esta política está alinhada com a posição na cadeia alimentar e visa a melhoria contínua do SGQSA. É sustentada por objetivos claramente definidos e mensuráveis, que são comunicados e mantidos em todos os níveis da organização.

4. Tratamento Pós-colheita

O período pós-colheita é um momento crítico na cadeia de produção de maçãs, com desafios relacionados à preservação da qualidade da fruta e à extensão do seu prazo de validade. À luz dos avanços tecnológicos, soluções inovadoras como PEMBOTEC®, GEOXE® e SmartFresh™ estão a ganhar atenção pelo seu potencial em revolucionar as práticas de gestão pós-colheita. Estas tecnologias visam melhorar os métodos tradicionais, aproveitando investigação científica avançada e tecnologias emergentes para melhorar a qualidade e a longevidade das maçãs colhidas. No caso concreto da Quinta de Vilar, o PEMBOTEC® 400SC é um produto cujo tratamento se encontra obsoleto, dando ultimamente lugar ao GEOXE® que torna o processo muito mais prático, rápido e similarmente eficaz. Em paralelo com este tratamento diretamente nas maçãs, utiliza-se também o SmartFresh™ num contexto de câmara de frio e não em campo como os outros dois fitofármacos anteriormente referidos.

4.1. PEMBOTEC® 400SC

O PEMBOTEC® 400SC é um fungicida cujo ingrediente ativo é o pirimetanil. Este produto é utilizado como tratamento pós-colheita com o objetivo de controlar o aparecimento de algumas espécies de fungos, nomeadamente a *Penicillium expansum* (bolor azul), o *Brotritis cinerea* (podridão cinzenta) e o *Neofabreae* spp. (podridão de olho de boi) (25).

A sua aplicação pode ser feita de diversas formas, desde logo pode ser utilizado em tanques de imersão e lavagem, por duche, por pulverização em linha aquosa ou por sistemas de pulverização em linha de cera. Consoante o método selecionado os parâmetros são necessariamente adaptados, nomeadamente a concentração a utilizar, quantidade de solução por ciclo de tratamento e o tempo de tratamento.

Independentemente do método, a aplicação deve ser feita preferencialmente logo após a colheita num prazo de 24 horas, de modo a proteger a fruta de eventuais feridas da colheita e deve ser sempre assegurada uma cobertura completa da fruta aquando do tratamento para que seja conseguido tanto uma distribuição completa, como um nível de resíduo suficiente para um desempenho eficaz do produto (25).

O que torna este fungicida eficaz é o seu modo de ação, pois ao ser aplicado na fruta inibe a secreção fúngica de enzimas tais como proteases, celulasas, pectinases e lactases que degradam a parede celular. Para além disto, o pirimetanil é capaz ainda de inibir a biossíntese de metionina o que contribui para a diminuição da germinação dos esporos, a inibição do alongamento do tubo germinativo e a prevenção da expansão da lesão. Assim sendo, este fungicida apresenta na realidade uma ação não só preventiva como também curativa (25).

De forma a tornar este produto continuamente eficaz e mitigar o aparecimento de resistências por parte dos fungos, deve-se aplicar sempre a dose total indicada no rótulo de modo a evitar as subdosagens que promovem o aparecimento de doenças assim como sobredosagens evitando o aparecimento de resíduos no fruto. Assim, deve ser tido em conta o esquema de aplicação do produto evitando a aplicação de uma exposição combinada de fungicidas, dando então preferência a uma exposição alternada de produtos com diferentes modos de ação (25).

Este produto é frequentemente utilizado na indústria frutícola pois apresenta algumas vantagens, tais como a eficácia contra o aparecimento de podridões pela contaminação por fungos, atividade a longo prazo, efeito curativo e preventivo, e tem o estabelecimento geral dos limites máximos de resíduo (LMR) de 15 mg/kg (26).

4.2 GEOXE®

O GEOXE® é um fungicida utilizado para a prevenção do aparecimento de podridão cinzenta e de podridões de conservação dos frutos causados por espécies como o *Gloeosporium* spp. e *Penicillium expansum* e de *Sclerotiniose* em várias culturas. Este produto tem como ingrediente ativo o fludioxonil que pertence ao grupo dos fenilpirrol.

Para garantir um resultado eficaz com este produto é necessário preparar a calda de acordo com as especificações do fabricante garantindo desta forma a dose pretendida e seguindo-se a sua aplicação, de acordo com o tipo de cultura. Assim sendo, para a aplicação em culturas arbóreas como é o caso das macieiras, começa-se por calibrar o equipamento de modo que seja garantido uma distribuição uniforme da respetiva calda no alvo biológico. Para garantir o supracitado deve-se calcular o volume de calda (L) gasto por (ha) em função do débito do pulverizador (l/min), da velocidade e da área de trabalho.

Este produto tem um mecanismo de ação que funciona como protetor fungicida, pois controla não só o crescimento, como o desenvolvimento e infecção por fungos. apresenta uma atividade preventiva através da inibição da germinação do esporo e do crescimento do tubo germinativo. A par com isto ainda estimula a síntese de glicerol que é um regulador da pressão osmótica intercelular dos fungos, levando desta forma a que ocorra um desequilíbrio osmótico e concomitante morte celular.

De forma a garantir a eficácia e prevenir o aparecimento de resistências, assim como de forma a minimizar tanto o risco para o meio ambiente como para a saúde humana este produto deve ser aplicado segundo as indicações do fabricante. Este produto ou outro, cujo princípio ativo pertença ao grupo do fenilpirrol deve ser aplicado no máximo 2 vezes ao ano (27).

É de referir que este produto apesar de ser considerado um tratamento pós-colheita, é aplicado ainda no pomar imediatamente antes da colheita atuando precocemente e tornando desnecessário a aplicação de um fungicida pós-colheita.

Para além disto, este é um produto regulamentado com um LMR já estabelecido de 5 mg/kg (28).

4.3 SMART FRESH™

O SMART FRESH™ é uma tecnologia inovadora que permite manter a qualidade dos frutos armazenados após a colheita, conservando o sabor e a frescura das frutas desde as câmaras de conservação até aos postos de venda. Basicamente esta tecnologia é adaptada e aplicada na câmara de armazenamento e é tanto mais eficaz quanto mais rapidamente for aplicada, sendo que este sistema deve ser utilizado no máximo até 7 dias após a colheita. Este composto atua após o enchimento da câmara e será mais eficaz se as boas práticas de colheita, conservação e transporte das frutas desde a colheita até à colocação no frio forem cumpridas, ou seja, a fruta não deve apresentar golpes, não deve existir uma exposição demasiado prolongada dos paloxes ao sol, ou um tempo de espera demasiado longo, antes do armazenamento na câmara (os frutos devem preferencialmente entrar na câmara no mesmo dia da colheita) (29).

O SMART FRESH™, não sendo um fungicida, garante a qualidade devido ao seu mecanismo de ação (figura 8), pois este tem como substância ativa ao 1-metilciclopropeno (1-MCP), que é uma molécula com características estruturais semelhantes à do etileno (que é produzido naturalmente pelas frutas e é responsável pelo processo de maturação). Basicamente quando o SMART FRESH™ é aplicado no fruto, o 1-MCP liga-se aos recetores estruturais do etileno, levando à diminuição da produção do etileno e também ao bloqueio do mesmo, tardando, por conseguinte, a maturação, ocorrendo a um ritmo mais lento. Desta forma o SMART FRESH™ permite aumentar a vida comercial da fruta.

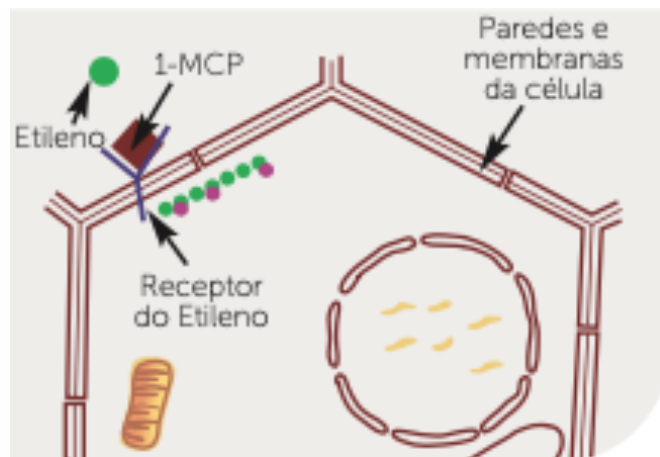


Figura 8 - Mecanismo de ação do 1-MCP (29).

Para uma garantia de maior potencialidade da ação do SMART FRESH, este deve ser aplicado imediatamente antes ou no início do pico climatérico (tabela 1). Caso o etileno já esteja presente aquando da aplicação do produto há uma redução da sua eficácia. Desta forma o próprio fabricante propõe recomendações de recolha baseadas em parâmetros apropriados de maturação, tais como, a medição da regressão do amido e da firmeza, no caso das maçãs (29).

Uma grande vantagem deste sistema para além da demonstração da sua eficácia é o facto de ser um gás que se liga de forma irreversível ao local de ação do etileno, não deixando resíduos detetáveis nas frutas após aplicação, tornando-o um sistema seguro (30).

4.3.1 Parâmetros de maturação

Como já referido anteriormente, estes parâmetros de maturação devem ser determinados durante ou logo após a colheita, isto porque são parâmetros que se alteram com o tempo. Esta é uma medição necessária que deve ser realizada separadamente para cada lote e que permite verificar se há vantagem em utilizar o SMART FRESH™. Isto é, se as frutas estão no pico climatérico ou imediatamente antes deste ser atingido (tabela 1), de forma que não esteja a ser produzido etileno, ou no caso de já estar a ser produzido, se encontre em muito baixa quantidade (29).

Medição do índice de regressão do amido e açúcares

O teste do índice de regressão do amido deve ser realizado antes da colheita das maçãs, pois permite avaliar a data mais favorável à própria colheita, tendo por base o estágio de maturação/amadurecimento da maçã (29).

Este teste baseia-se na presença do amido e na sua regressão. O amido é um hidrato de carbono complexo que se decompõem em açúcares mais simples como a frutose à medida que a maçã amadurece. Assim sendo, e com base nesta premissa, é realizado um teste utilizando uma solução de iodo (1% de iodo e 4% de iodeto de potássio) que reage com o amido formando uma coloração azul/violeta (a coloração é tanto mais forte quanto menos madura está a maçã). Esta coloração é depois observada e comparada com as escalas padronizadas (figura 9) e por fim classificada consoante o estado de maturação (31).

Nesta fase também é importante medir o grau Brix, isto é, o teor de sólidos solúveis de forma a corroborar a medição do índice de regressão do amido. Estes dois resultados estão intrinsecamente ligados em virtude de, a regressão do amido depender diretamente e proporcionalmente do teor de açúcares presentes na polpa do fruto. Este teste é realizado com o auxílio de um refratómetro, que irá determinar com exatidão o teor dos açúcares.

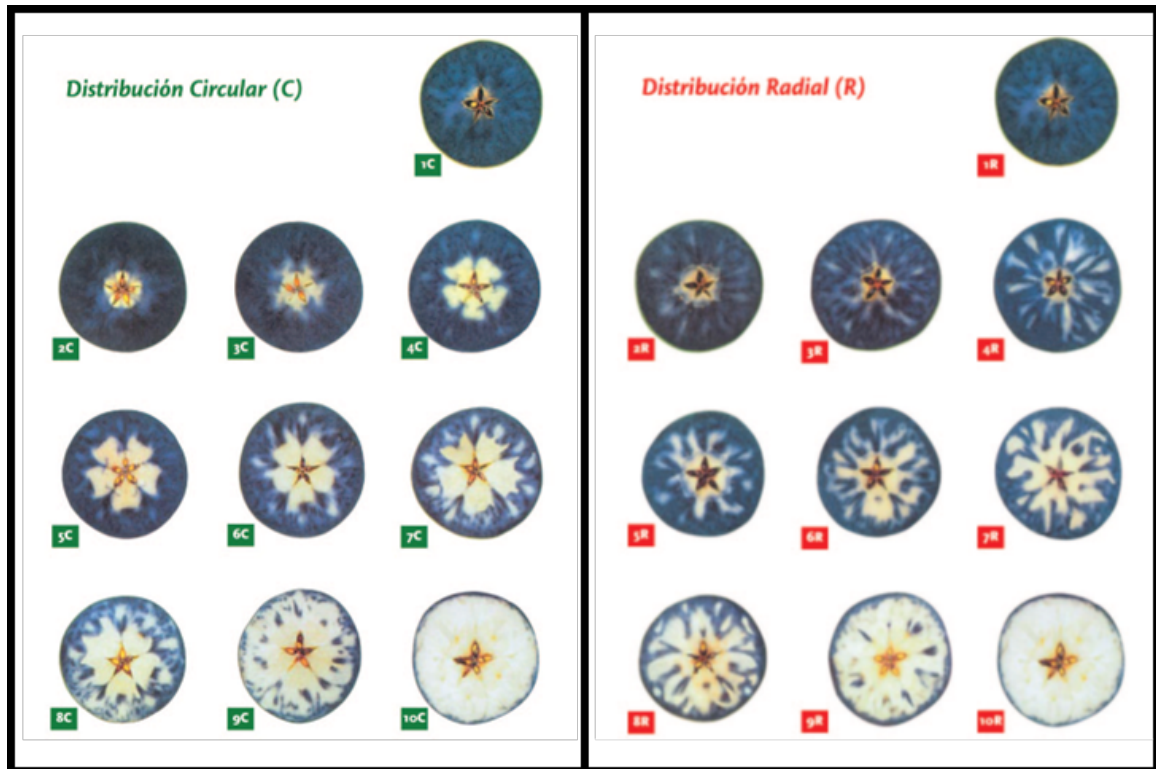


Figura 9 - Parâmetros de maturação: Escala do Índice de amido em maçãs (29).

Antes de iniciar o teste deve ser feita a recolha de uma amostra com algumas maçãs (5 a 7). Após a aquisição da amostra, prossegue-se com a análise, onde as maçãs são cortadas em metades, com cortes limpos, de modo que as superfícies se encontrem planas. De seguida, numa caixa de *petri*, é adicionada uma solução de iodo até que apenas o fundo seja preenchido, as metades são mergulhadas durante 30 segundos e irão reagir com o amido formando a coloração azul/violeta, como demonstrado na figura 10. Na figura também é possível observar maçãs com ausência ou com menor de coloração azul, isto significa que são maçãs que se encontram num estágio de maturação mais avançado, onde há diminuição do amido por este já se ter convertido em açúcares mais simples e daí não ocorrer reação colorimétrica com a solução de iodo

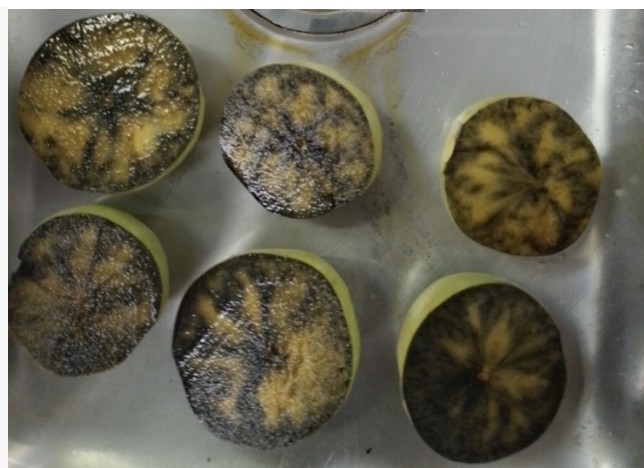


Figura 10 - Teste de amido realizados em maçãs Golden.

Teste da firmeza

A medição da firmeza é também conhecida pelo teste de penetrometria, ou seja, é um teste que avalia a dureza/firmeza da polpa da fruta utilizando um penetrómetro com um pistão de 11 mm, que aplica uma força controlada sobre a superfície da fruta e mede a resistência, como se observa na figura 11. Para a realização deste ensaio deve-se colher uma amostra de alguns frutos de cada lote (4 a 7) e o teste deve ser realizado nos dois lados opostos da maçã (o lado exposto ao sol e o lado não exposto). Após a obtenção dos valores das duas faces da maçã, faz-se a média, que deve estar compreendida numa determinada escala que varia consoante a maçã (tabela 1) (29).

Tabela 1 - Parâmetros óptimos de armazenamento.

Tipo de Teste	Royal Gala	Golden	Starking	Granny Smith	Fuji	Bravo de Esmolfe
Teste do Amido (Escala de 1-10)	5-8	6-8	4-6	3-7	6-9	2,5-4
Penetrometria (kg/cm ²)	7-9	7-9	7-9	7-9,5	7-9	7-10

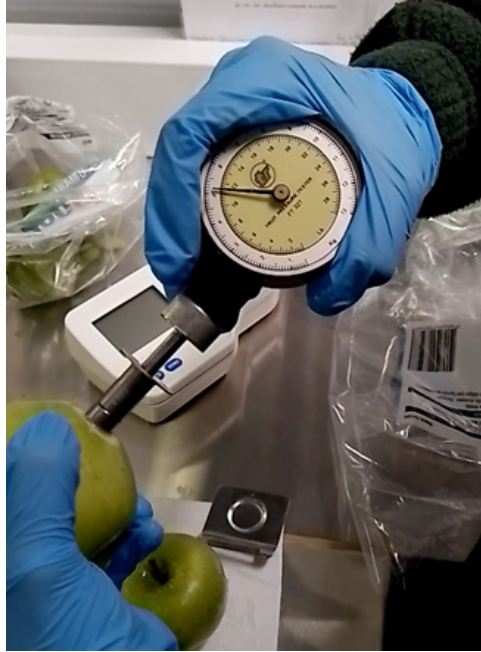


Figura 11 - Teste da firmeza da maçã.

Este teste tem como objetivo avaliar o estágio apropriado para colheita, armazenamento ou consumo. As maçãs que apresentam pouca resistência à penetração podem ter uma vida útil mais curta para além de serem mais suscetíveis a lesões durante o transporte. Já as maçãs muito duras/com elevada resistência podem estar com um estado de maturação baixo.

5. Armazenamento

Como já referido anteriormente o tempo de colheita da maçã é um fator importante que vai impactar diretamente o amadurecimento da fruta. Como é do conhecimento geral, esta maturação é um processo geneticamente programado, e no caso da maçã regulado pelo etileno, que é responsável pela aquisição das diferentes características tais como, a composição nutricional, odor, textura, aroma e cor (32).

Assim sendo, a utilização da diferente tecnologia que promove o prolongamento da vida útil da maçã em conjunto com um correto armazenamento (figura 12) é uma parte essencial para prolongar a qualidade do produto.



Figura 12 - Armazenamento de fruta em diversas câmaras.

O armazenamento adequado de maçãs é essencial para garantir a sua qualidade e prolongar a sua durabilidade e por isso vários fatores têm de ser tidos em conta. Por um lado, as baixas temperaturas são cruciais, pois retardam os processos metabólicos como a maturação e a decomposição, por outro, a elevada humidade também é importante, pois ajuda na retenção da mesma na fruta, prevenindo a sua desidratação. Além disso, a utilização de atmosferas controladas com níveis mais reduzidos de oxigénio (O_2) e mais elevados de dióxido de carbono (CO_2) permite retardar ainda mais o processo de maturação (33).

Outro fator importante a ser tido em conta aquando o seu armazenamento é a libertação de gás etileno pelas maçãs, que é responsável pela sua maturação. Desta forma, é necessário acautelar a manutenção de uma boa circulação de ar no ambiente de armazenamento, de modo a impedir a acumulação deste gás e minimizar o risco de infeções fúngicas e bacterianas (32).

No que diz respeito à duração, e mesmo sob condições ideais, cada variedade de maçã tem um tempo limitado de armazenamento, ao fim do qual pode perder o seu sabor, textura e valor nutricional. Relativamente ao estado de conservação dos materiais de embalagem, também desempenham um papel crucial, aumentando a durabilidade da fruta ao prevenir a perda de humidade e fornecer uma barreira contra odores e outros contaminantes.

Por fim, a exposição à luz solar na fase pré-armazenamento também deve ser minimizada para preservar a cor e o conteúdo nutricional das maçãs, perfazendo assim um conjunto de fatores que devem ser tomados em conta. Naturalmente, há vários tipos de armazenamento que podem ser considerados, com características diferentes que podem ser mais ou menos bem-adaptadas às diferentes espécies de frutas e dentro da mesma espécie às diferentes variedades. Na tabela 2 são apresentados os parâmetros de conservação para as diferentes variedades de maçãs.

Tabela 2 - Relação entre o tipo de maçã e as condições de armazenamento.

Tipo de câmara	Maçãs	Royal Gala	Golden	Starking	Granny Smith	Fuji
	Temperatura (°C)	1 °C	0,5-1 °C	-0,5 - 0,5 °C	0-1 °C	0-1 °C
	HR (%)	90-94 %	92-94 %	90 %	90 %	93 %
FN	Utilização	✓	✓	✓	✓	✓
	Duração de conservação	Até Janeiro	Até Janeiro	Até Janeiro	Até Janeiro	Até Abril
AC	Utilização	✓	✓	✓	✓	✓
	Condições	O ₂ = 2-3 % CO ₂ = 2-3 %	O ₂ = 2-3 % CO ₂ = Máx 2%	O ₂ = 2-3 % CO ₂ = 2,5-3 %	O ₂ = 2-3 % CO ₂ = 1,5 - 2 %	O ₂ = 2-3 % CO ₂ = 1 %
	Duração de conservação	Até Fevereiro	Até Abril	Até Março	Até Abril	Até Maio
ULO	Utilização	✓	✓	✓	✓	✓
	Condições	O ₂ = 1,5-1,8 % CO ₂ = 1,2-1,5 %	O ₂ = 1-1,5 % CO ₂ = Máx 1,5 %	O ₂ = 1,2-1,8 % CO ₂ = 1,2-1,5 %	O ₂ = 1-1,8 % CO ₂ = 1-1,5 %	O ₂ = 1,5-1,8 % CO ₂ = 1 %
	Duração de conservação	Até Março	Até Junho	Até Abril	Até Maio	Até Junho
AD	Utilização	✓	✓	✓	✓	-
	Condições	O ₂ = 1,1-1,3 % CO ₂ = 0,9-1 %	O ₂ = 1 % CO ₂ = 2 %	O ₂ = 0,9-1,1 % CO ₂ = 0,8- 0,9 %	O ₂ = 0,8-1 % CO ₂ = 0,7- 0,8 %	

Duração de conservação	Até Março	Até Agosto	Até Abril	Até Junho
HR-Humidade relativa; FN – Frio Normal; AC – Atmosfera Controlada; ULO – <i>Ultra low oxygen</i> ; AD – Atmosfera Dinâmica				

5.1 Atmosfera Refrigerada/Frio Normal

O armazenamento em frio normal faz-se com recurso a câmaras frigoríficas. Este tipo de armazenamento utiliza a técnica mais simples e barata de conservação, tirando partido da diminuição da temperatura e controlo da humidade relativa do ar (32). Numa atmosfera normal com armazenamento a frio, as maçãs são tipicamente mantidas a temperaturas entre 0–4°C. A humidade é geralmente mantida a um nível elevado, frequentemente entre 90–95%, para reduzir a perda de humidade e evitar que as maçãs desidratem, como é possível observar na figura 13. Neste ambiente, os níveis de O₂ e CO₂ não são artificialmente controlados, mantendo-se os níveis encontrados no ar, que são aproximadamente 21% de O₂ e 0,04% de CO₂ (34). Isto é diferente do armazenamento em atmosfera controlada, onde os níveis destes gases são manipulados para abrandar o processo de maturação.

O armazenamento a frio normal numa atmosfera regular é eficaz para um armazenamento de curto a médio prazo, mas normalmente não é tão eficaz como o armazenamento em atmosfera controlada para uma conservação a longo prazo. O tempo exato durante o qual as maçãs podem ser armazenadas desta forma varia consoante a variedade da maçã, mas geralmente ronda desde semanas até a alguns meses. Ao manter as maçãs num ambiente fresco e húmido, característico de um armazenamento em atmosfera refrigerada, é possível abrandar os seus processos metabólicos, atrasando a maturação e a decomposição. No entanto, neste tipo de armazenamento a taxa de maturação não será abrandada tão significativamente como seria numa atmosfera controlada (32).



Figura 13 - *Layout* dos parâmetros das câmaras.

5.2 Atmosfera Controlada

O armazenamento em atmosfera controlada (AC) é um método mais avançado de armazenar maçãs em comparação com o armazenamento a frio regular. No armazenamento AC, não só a temperatura é cuidadosamente regulada a níveis baixos (normalmente em torno de 0–4°C), como também os níveis de O₂ e CO₂ são controlados, bem como a humidade relativa (preferencialmente mantida entre 90–95%) (33).

Na atmosfera controlada, os níveis de oxigénio são controlados e mantidos numa gama de valores mais baixos variando entre 1–5% enquanto que os níveis de dióxido de carbono são aumentados para valores a variar entre 1–5%, dependendo da variedade da maçã e da duração de armazenamento desejada (29).

Ao manipular a atmosfera dentro da câmara, o armazenamento em AC abranda ainda mais os processos metabólicos das maçãs levando a uma taxa mais lenta de maturação, pois reduz a troca gasosa associada ao processo de respiração e produção de etileno o que contribui para a minimização da atividade respiratória dos frutos, diminuindo consequentemente a perda de massa e de água, mantendo o peso, sabor e frescura inicial da fruta. Permite que as maçãs sejam armazenadas por períodos mais longos, por vezes até um ano ou mais, dependendo da variedade, sem perda significativa de qualidade.

O armazenamento em AC é mais caro de implementar e manter em comparação com o armazenamento a frio normal, mas oferece o benefício de prolongar significativamente a vida de armazenamento das maçãs. É normalmente utilizado para culturas de valor representativo e em contextos comerciais onde o armazenamento a longo prazo é imprescindível (32).

5.3 Ultra Low Oxygen

No armazenamento ULO (*Ultra Low Oxygen*) os níveis ultra-baixos de oxigénio abrandam, ainda mais os processos metabólicos da fruta do que o armazenamento AC, retardando o amadurecimento e a senescência. Esta situação permite prolongar ainda mais a vida de armazenamento das maçãs, por muitos meses e às vezes por mais de um ano, sem perda significativa de qualidade.

Este tipo de armazenamento faz uso de níveis de O₂ mais baixos (figura 14), ao ponto de prolongarem a vida útil do fruto por meio da diminuição da taxa respiratória, mas num limite em que não ocorra o favorecimento da via metabólica anaeróbia/fermentação do fruto, permitindo desta forma o maior tempo de conservação sem o aparecimento de sabores estranhos ou de degradação dos tecidos (35).

O armazenamento ULO é geralmente mais caro de configurar e manter do que o armazenamento AC ou o armazenamento a frio normal, devido ao controlo e à monitorização precisa que é necessária.

Para a utilização deste armazenamento, há que assegurar que a instalação é hermética e deve ser acoplada de sistemas para monitorização constante dos níveis de gases, temperatura e humidade de forma a garantir as condições ótimas de armazenamento. A falha da manutenção destes níveis ultra-baixos pode levar à perda de qualidade ou à deterioração.

É importante salientar que nem todas as variedades de maçã são adequadas para armazenamento ULO, sendo que, algumas podem sofrer de distúrbios fisiológicos ou perda de qualidade sob tais condições (29).



Figura 14 - Layout dos parâmetros da atmosfera controlada.

5.4 Atmosfera Dinâmica

A Atmosfera Controlada Dinâmica, conhecida como DCA, representa uma evolução na forma como maçãs e outras frutas são armazenadas, visando otimizar a sua frescura, sabor e sobretudo o seu prazo de validade. Em contraste com a Atmosfera Controlada, que mantém uma mistura constante de gases na câmara de armazenamento, a DCA ajusta esses níveis de gases em tempo real. Isso é possível através da monitorização contínua do estado do fruto com o uso de sensores especializados que para além de medir os níveis de gases no interior da câmara, medem também a quantidade libertada de etanol (36).

O etanol é um composto orgânico importante no contexto do armazenamento de frutas na DCA. Este composto é produzido e acumulado quando o fruto está sob condições de stress, em particular em stress anaeróbico mediante condições como a presença de baixos níveis de O_2 e altos de CO_2 . Desta forma, o etanol pode servir como um indicador vital da saúde do fruto durante o armazenamento (36).

Quando frutos como maçãs são armazenados em ambientes com baixos níveis de oxigénio, eles podem transitar da respiração aeróbia para a fermentação anaeróbia, resultando na produção de etanol. Esta acumulação pode afetar negativamente a qualidade do fruto, levando a sabores indesejáveis e, em casos extremos, até à sua deterioração.

A grande vantagem da DCA é a sua eficácia em preservar a qualidade das maçãs. Na realidade, este método minimiza riscos como distúrbios fisiológicos e sabores indesejáveis, que são comuns em armazenamentos a longo prazo utilizando métodos tradicionais. Para além disso, a DCA tem a capacidade de se adaptar em tempo real a diferentes variedades de maçãs e a diferentes períodos de armazenamento.

Outra vantagem é que este sistema dinâmico também tende a ser mais eficiente em termos energéticos, uma vez que requer menos refrigeração e ajustes de atmosfera e ainda, devido às características supracitadas, a DCA pode reduzir a necessidade de tratamentos químicos pós-colheita, tornando-a uma opção particularmente atraente para produtores de maçãs orgânicas (36).

6. Produção

A matéria que se segue traduz a base prática deste documento, ilustra o fluxograma de processo (figura 15) e descreve as suas etapas sequencialmente por linha de produção. Este capítulo tem como objeto a fundamentação teórico-prática para se compreender as intervenções que foram feitas através do uso de metodologias de melhoria contínua que serão descritas no ponto 7 deste trabalho.

6.1 Fluxograma do processo

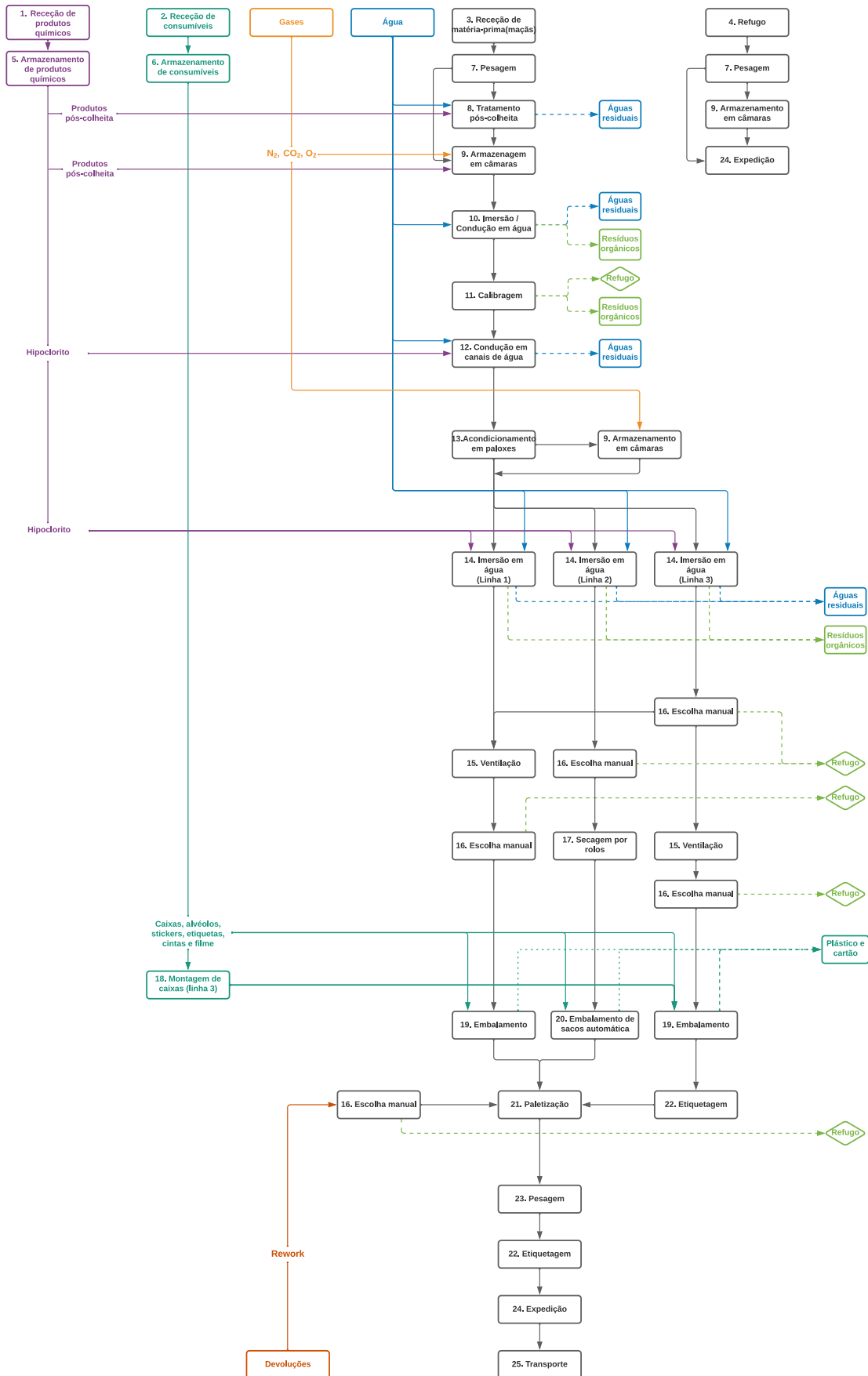


Figura 15 - Fluxograma do processo.

6.2 Descrição das etapas

Nesta secção são abordadas as etapas que dizem respeito ao processo produtivo do embalamento de maçãs e que estão apresentadas a preto na figura 15. A restante informação do fluxograma diz respeito às utilidades como gases e água, receção de produtos químicos e receção de consumíveis (caixas, paletes, etc).

Receção de matéria-prima, pesagem, tratamento pós-colheita e armazenamento em câmaras

Esta é a fase mais importante de todo o processo, é a fase onde chega e se receciona toda a fruta que irá ser usada na unidade ao longo do ano. Nesta etapa toda a fruta é pesada, classificada relativamente à cor, calibre, regressão de amido, dureza, teor de sólidos solúveis (°Brix) e presença de defeitos como demonstrada(o) na figura 16, sendo posteriormente armazenada consoante a classificação obtida pelo operador que está a rececioná-la.

Figura 16 - *Layout's* do preenchimento dos parâmetros qualitativos.

Na Quinta de Vilar as câmaras são organizadas por variedade, qualidade e disposição temporal, ou seja, é necessário fazer um planeamento rigoroso do ano para que a matéria-prima seja armazenada consoante o tempo que irá ficar em câmara e a disponibilidade necessária para suprir as necessidades de embalamento ao longo do ano.

Imersão / condução em água, calibragem, condução em canais de água, acondicionamento em paloxes e armazenamento em câmara

Este ponto representa em certa medida o “coração” da unidade, é aqui que se classifica toda a matéria-prima existente para ser usada nas etapas de embalagem posteriores. Antes desta etapa, todos os paloxes têm cores, calibres e defeitos misturados, não tornando possível o seu embalagem.

Numa fase inicial, os paloxes são mergulhados num tanque de água de modo que o paloxe fique no fundo e a fruta emerja à superfície. Quando a fruta já se encontra à tona é arrastada pela água que é continuamente bombeada forçando a sua entrada num tapete rolante. Após a fruta estar neste tapete, ela é conduzida até a um *scanner* que irá fotografar e simultaneamente fazer uma leitura física de todas as maçãs para que estas possam ser agrupadas em canais que estão programados consoante as características definidas pelo operador. De entre as características possíveis, é de destacar que o *scanner* tem a capacidade de segregar consoante a cor, tamanho, peso e defeitos na epiderme.

Para uma eficaz classificação, cabe ao operador afinar os parâmetros que estão a ser alvo de escolha por parte da máquina. Esta afinação é importantíssima para que no final se obtenha matéria-prima bem selecionada evitando constrangimentos nas etapas posteriores do processo.

Quando o canal chega ao limite, a própria máquina esvazia o canal e encaminha a fruta para um novo paloxe, que é etiquetado consoante aquilo que representa e é armazenado novamente, mas agora numa câmara de serviço.

Imersão em água (linhas 1, 2 e 3)

Na imersão em água (linha 1, 2 e 3) o paloxe de maçã é mergulhado num imersor com água. O paloxe é introduzido na linha com o auxílio de um empilhador e após estar encaixado no suporte da máquina, este é empurrado para baixo de água. Como a maçã apresenta uma densidade inferior à densidade da água, permanece à superfície.

Desta forma, a maçã ao flutuar, fica disposta ao longo do canal e é empurrada juntamente com a água por meio de um soprador que atua desde o fundo do imersor e faz com que a água esteja sempre a circular, fazendo assim com que a maçã chegue à próxima fase.

A partir desta fase, o processo irá ser descrito por linha de produção para se obter uma melhor perceção dos diferentes tipos de embalamento.

Linha 1 - Maçã embalada em caixa de cartão/plástico

A maçã após sair da água, entra num tapete que a conduz para o interior de um túnel de vento. Neste túnel, a maçã passa a ser conduzida sobre rolos de esponja ao mesmo tempo que é soprada por ar aquecido promovendo uma secagem eficaz.

Após a secagem, a maçã é conduzida novamente por um tapete rolante até ao primeiro operador que executa uma inspeção visual e seleciona eventuais frutos que não correspondam aos critérios de qualidade para o produto a embalar. Feita a seleção, a maçã segue no tapete até encontrar uma rampa onde são introduzidos os alvéolos de cartão que serão preenchidos com as maçãs, ficando assim disposta na horizontal. De seguida, o alvéolo preenchido passa por um etiquetador automático onde a maçã é etiquetada com o *sticker* da variedade e da marca comercial seguindo assim até ao final do tapete onde um operador o introduz em caixas, formando a unidade de venda.

Após a caixa de maçã estar formada, esta segue noutro tapete até um outro operador que lhe faz uma última inspeção visual e coloca as caixas em paletes. Daqui as paletes seguem para uma câmara de expedição onde aguardam até serem expedidas.

Linha 2 - Maçã embalada em saco de plástico

À semelhança do que acontece na linha anterior, a maçã sai do imersor através de um tapete e entra num túnel de vento onde existe um tapete de rolos de esponja de forma a absorver a maior quantidade de água possível presente na epiderme dos frutos. Ao mesmo tempo que ocorre o processo de secagem. Também neste processo um operador faz uma

seleção manual dos frutos que não correspondem aos critérios de qualidade, segregando-os para o refugo, assim como, também retira folhas ou corpos estranhos ainda presentes.

Após a secagem e seleção manual, a maçã é transportada por um tapete até a um sistema de pesagem multicabeçal, que é composto por um sistema de 12 balanças que permite à máquina o funcionamento em contínuo sem que ocorra a falha de matéria-prima na embaladora, pois enquanto uma balança está a despejar a maçã para a próxima fase, há sempre uma outra balança já pronta com a quantidade de maçã necessária para o próximo passo.

Depois de pesada, a maçã cai num outro tapete sendo conduzida para a máquina de embalagem. Nesta máquina o filme vem selado nas laterais e o tapete da máquina anterior liberta as maçãs dentro do saco recentemente selado e formado. Por fim, o saco é selado no topo, saindo no tapete final da máquina até ao próximo operador que confirma o seu peso e coloca os sacos em caixas, formando a unidade de venda. Por fim, o terceiro e último operador coloca as caixas em paletes, etiqueta e arruma as paletes na câmara de expedição.

Linha 3 - Maçã embalada em caixa *bushel* (exportação)

Nesta linha, uma vez mais, a maçã é mergulhada no imersor até chegar a um tapete que transporta a maçã durante todo o processo. A primeira fase de intervenção em linha é o túnel de vento onde a maçã é soprada com ar aquecido removendo todas as gotículas de água da superfície. De seguida a maçã segue no tapete onde irá ser alvo de escolha manual por parte de um ou dois operadores que irão retirar os frutos não conformes para refugo, mais à frente, a maçã adequada aos critérios de qualidade segue e irá cair sob um alvéolo onde existe um operador que compõe e ajusta as maçãs para lhe dar um aspeto ordenado.

Por fim, e após os frutos estarem todos ordenados nos alvéolos, o último operador da linha coloca os alvéolos dentro das caixas até a unidade estar completa, seguindo *à posteriori* para uma seladora automática que as fecha com fita-cola no tampo, etiqueta e paletiza automaticamente, formando a palete pronta a expedir.

Pesagem e etiquetagem

Esta etapa é transversal a todas as linhas, isto é, todas as paletes de produto são pesadas antes da expedição. Após a pesagem, o operador coloca cantoneiras e cinta as paletes com fita de polipropileno.

Exceptuando as paletes que saem da linha 3, nas paletes, pesadas e cintadas, são fixadas etiquetas de caixa e, por fim, de palete.

Expedição e transporte

A mercadoria depois de estar pronta é expedida consoante as encomendas dos clientes e é carregada em camiões frigoríficos que asseguram as condições necessárias de conservação do produto. O transporte é efetuado por empresas subcontratadas especializadas, levando as encomendas até aos entrepostos dos clientes, finalizando assim todo o processo.

7. Gestão e otimização do processo

7.1 Metodologias aplicadas

7.1.1 *Lean Manufacturing*

A filosofia LEAN, como já referido, foca-se numa abordagem que procura a melhoria constante e representa uma forma de pensar direcionada para a otimização constante. Esta metodologia respeita cinco princípios (valor, cadeia de valor, fluxo, *pull*, perfeição) que, em última análise, representam os objetivos a alcançar através da utilização de várias ferramentas e metodologias que foram sendo criadas ao longo do tempo de forma a se atingir a excelência operacional (37).

Uma das metodologias que serviu como base para otimizar a produção foi a metodologia *Lean Manufacturing*. Usaram-se princípios desta técnica de melhoramento produtivo e adaptou-se à realidade da Quinta de Vilar, sobretudo à realidade do embalagem de um alimento perecível.

A metodologia *Lean Manufacturing* concentra-se em eliminar desperdícios, através da otimização de processos e tendo em conta a valorização constante na ótica do cliente. No contexto da indústria de embalagem de frutas, e mais concretamente no caso da maçã, o LEAN pode ser aplicado de várias maneiras para agilizar as operações, melhorar a eficiência e minimizar o desperdício.

Assim sendo, o uso desta metodologia teve como foco alguns objetivos que serão seguidamente descritos.

- **Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)**

O principal objetivo do Mapeamento do Fluxo de Valor é identificar desperdícios (atividades que não agregam valor) e identificar áreas de melhoria num processo. Ao criar um mapa do "estado atual", é possível observar o processo existente, incluindo todas as etapas, fluxos de materiais e informações. Com isto, é possível que a gestão de produção detete e identifique claramente as áreas de ineficiência, gargalos ou etapas desnecessárias que não agregam valor ao cliente final (37).

O primeiro passo neste processo envolve a definição do âmbito do mapa, que pode ir desde o momento em que a encomenda é recebida até ao produto final a ser entregue ao cliente. Uma vez definido o âmbito, é importante reunir uma equipa multidisciplinar que inclua pessoas familiarizadas com diferentes aspetos do processo, como trabalhadores da linha da frente, gestores, fornecedores e até clientes.

O passo seguinte envolve percorrer o espaço de produção, que é o local onde o valor é realmente criado. Aqui a equipa deve recolher dados sobre tempos de ciclo, níveis de inventário, tempos de espera e taxas de defeito, que devem ser precisos e atuais para garantir uma análise eficaz.

Após esta análise cria-se um mapa do "estado atual", que oferece uma visão panorâmica do processo tal como ele opera atualmente. Uma vez criado o mapa, identifica-se os pontos de desperdício, como, atrasos, e movimentos desnecessários. Estes desperdícios são analisados levando em consideração o seu impacto no tempo de execução, qualidade, procura do cliente e custo.

Tendo por base a análise do estado atual e os desperdícios identificados, é criado um mapa do "estado futuro". Este mapa projeta como o processo deverá operar após as melhorias serem implementadas. Um plano de ação correspondente é desenvolvido, com tarefas e prazos claramente definidos para a transição do estado atual para o estado futuro.

O último passo é implementar as melhorias de acordo com o plano de ação, monitorizando o progresso e ajustando conforme necessário. O mapeamento do fluxo de valor deve ser continuamente revisto e atualizado para refletir qualquer melhoria realizada. Uma vez atingida a estabilidade do processo melhorado, as melhores práticas devem ser padronizadas e partilhadas com outras partes da organização que possam beneficiar deste conhecimento (37).

No fundo, o mapeamento do fluxo de valor não é uma tarefa única, mas uma ferramenta dinâmica para a melhoria contínua. Torná-la uma parte da rotina das análises de processo e iniciativas de melhoria pode resultar em ganhos significativos para a organização.

- **Entrega e produção *Just-in-Time* (JIT)**

O pensamento *just-in-time* tem como premissa produzir o suficiente consoante a necessidade e de forma a manter a produção funcionar pelo mínimo tempo possível. Com isto, a empresa pode reduzir os custos de manutenção e os riscos associados ao armazenamento de stock, como por exemplo a obsolescência ou deterioração (38).

No caso da maçã, que é um produto perecível, em que se gasta muito espaço de armazenamento e sobretudo capacidade térmica para que a conservação seja adequadamente realizada, uma má gestão a este nível poderá incrementar os custos de produção e armazenamento bem como a deterioração do produto.

Assim sendo, para que o sistema JIT seja alcançado e bem-sucedido deve de assentar em alguns pilares que o suportam e que estão seguidamente descritos:

- Produção sincronizada: as linhas de tempo da produção têm que ser muito bem coordenadas para atender às necessidades específicas das diferentes etapas de produção. Desta forma, é necessário um esforço para garantir que os materiais (nomeadamente materiais de embalagem) cheguem no momento em que são necessários, eliminando assim a necessidade de armazenamento de stock excessivo reduzindo os tempos de espera.
- Relacionamento com fornecedores: como o *JIT* depende da entrega de materiais quando é necessário, um bom relacionamento com fornecedores é crucial. Os fornecedores devem ser confiáveis e capazes de entregar materiais de alta qualidade no menor espaço de tempo possível.
- Controlo de qualidade: Com espaço mínimo para erros, o controlo de qualidade torna-se um foco importante em sistemas *JIT*. O objetivo é produzir produtos sem defeitos para garantir que nenhum tempo seja perdido com retrabalho ou segregação de produtos defeituosos.
- Envolvimento dos funcionários: Os funcionários geralmente têm funções abrangentes e de elevada responsabilidade nos sistemas JIT, desde a resolução de problemas até ao controlo de qualidade, sendo isto importantíssimo para se reagir às necessidades e dificuldades de produção em tempo real (39).

- **Qualidade na Fonte (Jidoka)**

O termo "Jidoka" é um conceito que se originou no Sistema de Produção Toyota. O conceito incorpora a ideia de automação com um toque humano. Desta forma, o sistema Jidoka incorpora inteligência no próprio sistema de produção, ou seja, faz uso de máquinas e processos inteligentes que têm a capacidade de auto-correção e auto-otimização (40,41).

Um dos aspetos mais notáveis que este princípio traduz é o conceito de "Qualidade na Fonte". Tradicionalmente, a inspeção da qualidade acontecia numa fase subsequente à produção, isso implicava que os produtos defeituosos já tinham consumido recursos antes de serem identificados. O conceito Jidoka inverte esta lógica, integrando mecanismos de deteção de qualidade diretamente no processo produtivo, ou seja, quando uma máquina deteta uma anomalia, esta pára automaticamente, evitando o desperdício de recursos e permitindo a correção imediata (40,41)

Isso leva-nos ao segundo patamar do conceito Jidoka, que é a observação de erros. A paragem automática e a sinalização de problemas tornam os defeitos imediatamente visíveis, e isto contribui para uma resolução mais rápida, minimizando o impacto negativo na linha de produção e, por consequência, nos custos e prazos (40).

A "Eficiência Humana" também é ampliada por este princípio, isto porque, os operadores que não necessitam de estar em monitorização contínua podem agora focar-se em tarefas que realmente exigem inteligência humana, como a resolução de problemas mais complexos ou tarefas que agregam maior valor ao produto final (41).

Este princípio também favorece a "Melhoria Contínua", uma vez que os dados recolhidos sobre as causas de paragens e defeitos tornam-se valiosos para a análise de processos, que é crucial para eliminar as causas-raiz dos problemas, tornando o sistema mais robusto e eficiente com o tempo (40,41).

E por fim, este conceito também abrange, o princípio de "Ação Imediata" que pressupõe que qualquer problema detetado é imediatamente corrigido, minimizando o risco do efeito "bola de neve" e a existência de mais defeitos. Esta rapidez na ação também reduz a inatividade da produção e melhora a eficiência geral (40,41).

- **Kaizen**

No mundo empresarial de hoje, altamente competitivo, as organizações estão sempre à procura de formas de melhorar os seus processos, aumentar a satisfação dos clientes e elevar a eficiência global. Uma abordagem que tem merecido atenção significativa devido ao seu foco na melhoria contínua é o "Kaizen". Este termo, com origem no Japão, conjuga duas palavras: "Kai", que significa "mudança", e "Zen", que significa "bom" ou "para melhor", juntas, formam a filosofia de "mudar para melhor" ou por outras palavras, de "melhoria contínua" (42).

O Kaizen não se restringe a um único nível na hierarquia, em vez disso, envolve todos os níveis, desde os diretores de topo até aos colaboradores das linhas de produção, e tem como objetivo a procura por uma melhoria constante e preponderante.

Esta abordagem segue vários princípios-chave, por um lado, visa melhorar a produtividade e os padrões de trabalho através da criação de um ambiente laboral, e por outro, promove o envolvimento de todos os funcionários reconhecendo que as competências e perceções coletivas são importantes para o sucesso. A par com isto, trabalha e resolve os problemas internos de raiz de modo a evitar reincidências futuras e padroniza para manter as melhorias ao longo do tempo (7).

Na prática, identifica-se um problema ou uma oportunidade de melhoria específica, a equipa de melhoria contínua faz um *brainstorming* de soluções, implementa uma mudança e avalia os resultados. Caso a mudança seja bem-sucedida, é então padronizada na organização. Caso contrário, a equipa aprende com a experiência e tenta uma nova abordagem.

As empresas que adotaram esta filosofia descrevem uma tendência da obtenção de benefícios entre os quais a redução do desperdício, a melhoria da qualidade e o aumento da moral dos funcionários. Devido ao carácter contínuo do Kaizen, estas melhorias são não só sustentáveis como também cumulativas ao longo do tempo. Em resumo, o Kaizen vai além de ser um mero conjunto de ferramentas ou práticas, é uma mentalidade que pode transformar verdadeiramente uma organização, incentiva todos a questionarem-se constantemente e não apenas "Como podemos fazer isto melhor?", mas também "Como podemos fazer isto melhor de forma contínua?". Esta busca incessante pela melhoria faz

do Kaizen uma pedra angular da metodologia LEAN e torna-se numa filosofia valiosa para qualquer organização que aspire à excelência operacional.

7.2 Mudanças realizadas na Quinta de Vilar

A Quinta de vilar é uma empresa que conta já com muitos anos como empresa familiar, mas como empresa que opera como um *player* importante no mercado da maçã é ainda jovem e está em crescimento operacional. Dito isto, uma das primeiras abordagens foi fazer um ponto de situação a nível operacional, perceber etapa a etapa o que realmente acontece, questionar as práticas e observar tudo o que faz parte da linha de produção por inerência.

Arrumação

Um dos pontos primordiais da otimização do processo é realizado antes de se dar início ao processo propriamente dito. Esta ação corresponde à organização do espaço (figura 17), nomeadamente à designação de locais próprios para realizar pequenas tarefas, tais como, paletizar, retrabalhar produto e na arrumação do material de embalagem. À primeira vista a arrumação do espaço pode parecer uma tarefa insignificante, de menor grau de importância e que não acrescenta valor, no entanto, deve olhar-se para isto como a base de trabalho para que a produção flua sem constrangimentos/entropias constantes, fazendo com que o processo prossiga naturalmente sem confusão ou desordem.

É do conhecimento do mundo empresarial que há empresas que criam equipas e implementam projetos só para sinalizar situações que criam inoperacionalidade. Com base nesta premissa, a primeira abordagem do estágio passou por observar o armazém de material de embalagem, identificar os pontos negativos, determinar as ações a tomar para atingir o ponto de mudança e por fim pô-las em prática. Este foi um processo que levou algum tempo, sendo que o maior desafio foi a manutenção das alterações, pois a mudança causa sempre alguns constrangimentos e eliminar os focos de entropia obriga a um acompanhamento eficaz nos primeiros tempos até o novo hábito se tornar rotina para os colaboradores.



Figura 17 – Aspeto do antes e depois do armazém de materiais subsidiários.

Outro ponto que foi também insistentemente trabalhado foi a toma de ações relativamente à organização exterior do espaço, ao vasilhame da matéria-prima e ao parque de resíduos. Medidas simples tais como limpeza do espaço exterior, arrumação, movimentação ordenada do vasilhame existente e retirada periódica dos resíduos gerados foram implementadas dando uma melhor organização geral dos espaços permitindo como consequência o encurtamento de tarefas simples tais como, o depósito de resíduos nos contentores ou a movimentação de cargas sem obstáculos nos locais de passagem.

Eficiência produtiva

A eficiência produtiva é um dos indicadores que melhor avalia os pontos onde foi usada a metodologia LEAN, focados agora no processo produtivos. Assim sendo observou-se/avaliou-se ineficiências que pudessem atrasar o processo ou torná-lo mais moroso ou mal ajustado.

Relativamente à linha 1, uma das questões analisadas foram os possíveis “gargalos” existentes, tendo um sido identificado: a máquina de colar *sticker's* (figura 18). Acontece que quando se altera a variedade de fruta na linha, os *sticker's* têm de ser mudados, o que leva pelo menos cinco minutos de paragem na linha. Verificou-se também, que por vezes, consoante os pedidos havia a necessidade de se embalar a mesma variedade de fruta duas ou três vezes ao dia, em períodos não sequenciais o que contribuía forçosamente para

paragens de linha e consequentemente atrasos. Tendo em conta a premissa do mapeamento de fluxo de valor, que defende que se deve procurar e eliminar etapas desnecessárias no processo, procuraram-se formas para ultrapassar esta questão. A solução encontrada para suprir esta dificuldade foi ter em conta esta situação na hora de fazer o planeamento da produção, ou seja, preparar o processo produtivo de modo a que fosse embalada a mesma variedade uma vez por dia. No dia seguinte iniciar a produção com a variedade que ficou do dia anterior. Com este procedimento consegue-se poupar algum tempo que se reflete claramente em produção.

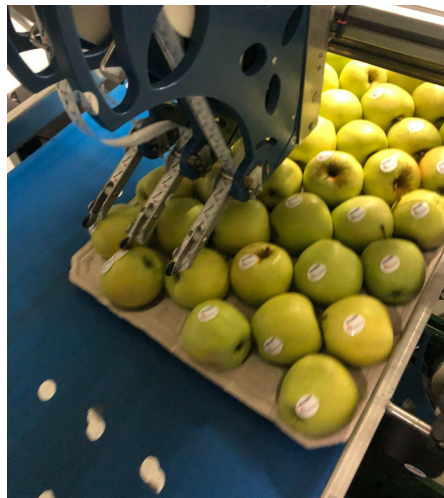


Figura 18 - Aplicador de *Sticker's*.

Outra questão identificada, que claramente necessitava de intervenção e que na minha opinião foi a mudança implementada mais importante, foi o planeamento da produção, que até aqui era feito com recurso a um bloco de notas e uma caneta. Percebeu-se que o planeamento teria de acompanhar a tecnologia moderna que a Quinta de Vilar possui e que não podia ser uma fonte de ineficiências. Deste modo, pensou-se em criar um método que não desse lugar a falhas de comunicação ou de interpretação, ou seja, criou-se um método (*Manufacturing Execution System*) que permitisse a transmissão de toda a informação necessária de forma uniforme. Este sistema, tornou possível a gestão de todo o ciclo de vida do produto, a otimização do tempo de atividade e a facilitação da gestão dos processos, algo que, era imperativo para ultrapassar algumas dificuldades.

Aplicando a metodologia Just-in-time, que tem como pressupostos a produção sincronizada e uma boa coordenação das linhas de tempo, criei numa folha de excel uma

tabela dinâmica onde se calcula o *stock* atual, planeia-se a produção e analisa-se as encomendas diárias. Com isto consegue-se introduzir informação como o número de caixas por variedade que se quer produzir no dia seguinte, a ordem de produção, pequenas observações e, por conseguinte, criar vários mapas uniformizados por linhas e setores para que os colaboradores partilhem todos da mesma informação, mas filtrada por setor.

A folha de excel criada é uma excelente ferramenta composta por uma sucessão de mapas e tabelas que permite a quem faz a gestão da produção compreender de uma forma abrangente e geral a gestão de tempos e *stock's*.

A tabela 3 ilustra o planeamento que foi realizado de modo a gerir a produção no dia-a-dia e permite observar a informação toda com clareza.

Métodos de otimização industrial numa indústria de embalagem de maçã

Tabela 3 - Folha diária de gestão da produção.

Descrição dos artigos			Produção Diária																								terça-feira, 17 de janeiro de 2023															
VARIEDADE	EMBALAGEM	CALIBRE	EXPEDIÇÃO 16-Jan-2023								STOCK EM ARMAZÉM								PRODUÇÃO								EXPEDIÇÃO 17-Jan-2023															
			Caixas				Paletes				Caixas				Paletes				Caixas Previstas				Caixas Produzidas				Paletes				Caixas				Paletes							
			C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
Gala	Sacos	X5	187				4,68				400				10,00				400																							
		60/70																																								
	Tabuleiro	70-75																																								
		75-80																	136																							
Golden	Sacos	60/65	160				5,00				239				5,98				160																							
		65/70																																								
	Tabuleiro	70-75																																								
		75-80	925				13,60				260	58			3,82		0,97		680																							
Starking	Sacos	60/65																																								
		65/70																																								
	Tabuleiro	70-75																																								
		75-80	200				1,47				297				2,18				272																							
Fuji	Sacos	60/65																	40																							
		65/70																																								
	Tabuleiro	70-75																																								
		75-80	120				1,76																																			
Granny Smith	Sacos	60/65																																								
		65/70																																								
	Tabuleiro	70-75																																								
			352				2,59												408																							

1		1		2		2		3		3		4		4					
L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2				
Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4				
Gala				Golden				Starking				Fuji				Granny Smith			

*Os valores apresentados na tabela acima e nas tabelas subsequentes (3, 4, 5, 6 e 7) são meramente ilustrativos não evidenciando nenhuma situação em contexto real.

A tabela 3 apresenta não só as encomendas do próprio dia como também as do dia anterior que servem como guia/base para tentar planear o dia seguinte. O *stock* é calculado consoante o *stock* do dia anterior onde são adicionadas as quantidades produzidas no próprio dia e subtraídas as vendas. Após esta análise, a tabela é copiada para uma nova folha para planear o dia seguinte, que corresponde às colunas verde (caixas previstas). Nesta coluna, coloca-se o número de caixas por variedade, por linha de produção e por cliente e nas tabelas 6 e 7 situadas abaixo coloca-se a ordem pela qual se pretende produzir. Através da informação apresentada na tabela 3, estabelecem-se, de forma automática, tabelas como os mapas de produção (tabelas 6 e 7) e tabelas com a informação compilada (tabelas 4 e 5), com a produção por dia e tempos previstos de produção diária e total de produto expedido.

As tabelas 4 e 5 expõem de forma prática dados relevantes para o gestor de produção:

Tabela 4 - Tabela resumo das quantidades produzidas no dia.

TOTAL PRODUÇÃO										
Sub total	Sub total por variedades					Sub total por cliente				TOTAL/ linha
Variedade	Gala	Golden	Starking	Fuji	Granny	C 1	C 2	C 3	C 4	
SACOS	10,00	4,00	-	1,00	-	1,00	14,00	0,00	0,00	15,00
TABULEIRO	2,00	10,00	2,00	-	6,00	0,00	14,00	0,00	0,00	14,00

Tabela 5 - Tabelas resumo das quantidades, tempo e produto expedido.

TOTAL Produção prevista			
Linha 1		Linha 2	
Caixas	Paletes	Caixas	Paletes
1 496	17	600	15

Estimativa de TEMPO (h)	
Linha 1	Linha 2
5,10	7,50

TOTAL Expedição						
Variedade	Gala	Golden	Starking	Fuji	Granny	TOTAL
SACOS	4,00	-	-	-	-	4,00
TABULEIRO	2,00	20,07	2,27	0,24	3,98	28,56
TOTAL	6,00	20,07	2,27	0,24	3,98	32,56

As tabelas 6 e 7 são resultantes da tabela 3, pois estas compilam a informação por linha para que os operadores consigam facilmente compreender as tarefas que terão de executar, a ordem e as quantidades.

É de referir que só foram criados mapas de produção para as linhas 1 e 2, pois a linha 3 como apenas funcionava ocasionalmente para satisfazer encomendas de exportação, não houve a necessidade de se criar um mapa de produção para a linha 3.

Tabela 6 - Mapa de produção para a linha 1.

Mapa de Produção Linha 1 - 17-jan-2023					Ordem de produção	
Variedades	Cliente	Nº de caixas	Nº paletes	Q ^{td} produzida		
Gala	Cliente 1	-	-		-	
	Cliente 2	-	-		-	
	Cliente 3	136	2,00		2	
	C 4	65/70	-	-		-
		70/75	-	-		-
		75/80	-	-		-
Golden	Cliente 1	-	-		-	
	Cliente 2	-	-		-	
	Cliente 3	680	10,00		3	
	C 4	70/75	-	-		-
		80/85	-	-		-
Starking	Cliente 1	-	-		-	
	Cliente 2	-	-		-	
	Cliente 3	272	2,00		1	
Fuji	Cliente 1	-	-		-	
	Cliente 2	-	-		-	
	Cliente 3	-	-		-	
Granny Smith	Cliente 1	-	-		-	
	Cliente 2	-	-		-	
	Cliente 3	408	3,00		4	
	C 4	70/75	-	-		-
		75/80	-	-		-
TOTAL	Cliente 1	-	-			
	Cliente 2	-	-			
	Cliente 3	1 496	17,00			
	Cliente 4	-	-			
	TOTAL		1 496	17,0		
Observações						

Tabela 7 - Mapa de produção para a linha 2.

Mapa de Produção Linha 2 - 17-jan-2023					Ordem de produção	
Variedades	Cliente	Nº de caixas	Nº paletes	Q ^{td} produzida		
Gala	Cliente 1	-	-		-	
	Cliente 2	-	-		-	
	Cliente 3	XS	400	10,00		1
		BA	-	-		-
Golden	Cliente 1	-	-		-	
	Cliente 2	-	-		-	
	Cliente 3	160	4,00		2	
Starking	Cliente 1	-	-		-	
	Cliente 2	-	-		-	
	Cliente 3	-	-		-	
Fuji	Cliente 1	40	1,00		3	
	Cliente 2	-	-		-	
	Cliente 3	-	-		-	
Granny Smith	Cliente 1	-	-		-	
	Cliente 2	-	-		-	
	Cliente 3	-	-		-	
TOTAL	Cliente 1	40	1,00			
	Cliente 2	-	-			
	Cliente 3	560	14,00			
	TOTAL	600	15,0			
Observações						

Envolvimento de colaboradores

Os colaboradores são uma peça chave numa indústria e tal como o sistema Jidoka pressupõe que os colaboradores devem estar em escuta ativa permanente para que seja possível aplicar/executar o princípio de “Ação Imediata” que nos diz que qualquer problema que é detetado, é imediatamente corrigido evitando o efeito “bola de neve”.

Não sendo diferente das outras empresas, na Quinta de Vilar os próprios colaboradores são os que chegam primeiro às máquinas e equipamentos quando existe alguma situação de avaria ou inoperacionalidade. Isto leva a que sejam também os colaboradores a reagir em primeira instância, e se houver conhecimento, atuar imediatamente. Esta situação revela então que os colaboradores devem não só ter formação, como também serem especialistas do equipamento em que operam. Na realidade, ao longo

do tempo esta filosofia foi ganhando terreno na Quinta de Vilar ao ponto de que, na maior parte das vezes, os colaboradores, nomeadamente os colaboradores da linha 2 - Maçã embalada em saco de plástico, são autónomos para resolverem os problemas mais comuns, evitando longas paragens e desafinações progressivas que possam comprometer a qualidade da embalagem. Estas pequenas intervenções são de muita importância porque faz com que se poupe muito tempo, o que ao fim do dia se traduz em produção.

7.3 Perspetivas futuras e pontos a melhorar

Na agitação do dia a dia que é recorrente nas empresas portuguesas, nomeadamente em ambientes fabris, é habitual existir um clima de stress constante, uma agitação quase descontrolada que leva a que os colaboradores por vezes acusem desgaste físico e mental e que não tenham tempo para pensar no que estão a fazer o que contribui para uma maior propensão da ocorrência de erros.

A filosofia Kaizen significa “mudar para melhor” tendo por base o princípio chave da criação de um ambiente laboral positivo, isto é, com base nesta premissa, há que criar condições em que os colaboradores se sintam importantes e envolvidos na melhoria global, pois sem as pessoas não há equipas, não há resultados, não há produção e não há empresa.

Cada vez mais, a filosofia “Ask the boy” está mais enraizada e por vezes as soluções residem nos colaboradores de chão-de-fábrica, sendo necessário envolvê-los e criar ambiente para que se promova a discussão construtiva.

Também por vezes é necessário reunir as equipas, traçar um caminho de modo a organizá-las dando especial foco às atividades que geram valor. Por vezes, cria-se um embaciamento com assuntos secundários que é prejudicial porque desvia o foco do que é essencial. Deve-se compreender o que realmente é a força motriz de uma empresa e a forma de como se quer atingir os objetivos, e para isso é imprescindível a existência de uma liderança eficaz para atingir as metas preconizadas, pois a força debeladora deve de partir de cima para baixo e não ser o grão de areia na engrenagem, deve ser promotora da criação de uma moral positiva nas equipas de forma a serem todos agentes da mudança. A mudança no processo produtivo pode conduzir à redução do desperdício e das tarefas que não acrescentam valor, nas diferenças áreas como está referido na figura 19.



Figura 19 - Os 7+1 desperdícios em diferentes áreas (43).

Manutenção

Uma ação de melhoria que é fundamental e visa atingir a excelência operacional é a existência de uma equipa de manutenção robusta, com pessoas suficientes para suprir as necessidades de manutenção.

Uma manutenção adequada está preconizada nos princípios LEAN, de forma a evitar desperdícios, avarias constantes ou ineficiências e para isso um conjunto de premissas devem estar reunidas:

- Um plano robusto de manutenção preventiva que deve ser seguido fielmente;
- Existência de *stock* de peças e materiais para todos os equipamentos em uso, principalmente os de desgaste rápido;
- Boa relação e cooperação com empresas de prestação de serviços e fornecedores;
- Atuação atempada nos equipamentos, não havendo lugar a atrasos nas reparações.

Uma outra ação que fica como sugestão é a criação de um *troubleshooting*, isto é, um documento que compile erros, problemas e soluções. Este documento seria alimentado pela equipa de manutenção e estaria disponível a toda a equipa de chão-de-fábrica, pois, como já referido anteriormente, todos são agentes da melhoria contínua e todas as pessoas são importantes para resolver problemas atempadamente.

Indicadores de produtividade e KPI's

A Produtividade e os Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) são elementos fundamentais para qualquer organização que pretenda crescer de forma sustentável e sustentada. Enquanto a produtividade foca-se em medir a eficiência de uma unidade de produção, os KPIs são indicadores importantes que ajudam as empresas a medir a eficácia de várias funções e processos. Juntos, formam um conjunto de ferramentas vitais para o sucesso no cenário competitivo atual (44,45)

Na Quinta de Vilar não é diferente, e se a meta é a solidificação no mercado e o crescimento contínuo, então a empresa terá de ter ferramentas para medir os seus índices de desempenho, nomeadamente a medição das quantidades produzidas por dia, semanas e meses, de forma a se perceber onde é necessário maior massa humana ou alocação de recursos extra, se há derrapagens entre muitas outras conclusões possíveis.

Há vários indicadores-chave que poderão ser medidos dos quais se destacam: quilogramas de produção/homem/hora, quilogramas de produção/dia (8h), quilogramas de produção/reclamações, quantidade de água gasta por dia, energia consumida, entre outros. À *posteriori*, estes indicadores devem ser partilhados pelas equipas de modo a aumentar responsabilidade social e fazer com que todas as pessoas se sintam parte de uma melhoria global.

8. Conclusão

Este documento reflete o estágio decorrido na Quinta de Vilar, pelo período de seis meses, com os objetivos de, em primeira instância aprender, e em segunda integrar na empresa a minha visão de melhoria contínua a longo prazo. O foco foi a excelência operacional, e foi essa a premissa que me movimentou durante o período que exerci.

Após a análise deste trabalho e de uma reflexão de um modo paulatino sobre o decorrer do estágio posso afirmar que balanço final é positivo. Houve metas que se atingiram, progressos que se fizeram e que resultaram em benefício direto para a Quinta de Vilar, mas também para proveito próprio enquanto engenheiro júnior.

De todas as atividades realizadas no período de estágio nomeadamente as incumbências qualitativas na fase da receção da matéria-prima, os encargos de rotina com referenciais de qualidade e o acompanhamento da produção, é pertinente destacar-se a realização de uma avaliação criteriosa e análise aprofundada de todo o segmento de produção. Foi neste âmbito que foi dada maior ênfase, tanto a nível *in loco* como no presente relatório. No trabalho desenvolvido, as metodologias *Lean manufacturing* foram e podem vir a ser noutra empresa, a pedra basilar para a obtenção da excelência que é tão almejada pelas empresas, pois estas permitem que se olhe para a indústria, num sentido lato, de uma forma progressista e vanguardista.

Durante o período de seis meses que durou o estágio juntamente com o tempo *à posteriori* que estive vinculado à empresa, foram implementadas muitas ações, pese embora outras tantas ficassem como sugestão. Urge continuar no tempo o processo de melhoria contínua, que não é algo estático, mas sim um modo de pensar e fazer dinâmicos. Neste âmbito, destaco certos paradigmas que têm de mudar e que, cada vez mais, as empresas têm que se orientar de modo a atingirem a excelência operacional, pois hoje em dia em que a concorrência é tão forte, as empresas são obrigadas a emagrecer relativamente às despesas de modo a continuarem a serem saudáveis financeiramente e atrativas do ponto de vista de investimento. Sublinho também que as mesmas têm de se colocar cada vez mais numa posição de vanguarda, tentando eliminar a clivagem existente em primeira instância do interior para o litoral e em segunda instância de Portugal para outros países.

A adoção de medidas contra a ineficiência tais como a criação de um documento de gestão de produção e um acompanhamento eficaz, que foram discutidas ao longo deste relatório, são cada vez mais colocadas em destaque e são implementadas no tecido empresarial nacional apresentando resultados positivos, pois nesta senda e cada vez mais, as empresas terão de olhar com uma visão preponderante relativamente aos métodos de fabrico tradicionais. É do conhecimento geral que a mudança causa desconforto e constrangimentos, mas é essencial para fazer face à revolução industrial 4.0 que estamos a atravessar, pois quem fica preso no passado, é ultrapassado rapidamente. Portanto, é imperioso que se pondere, reflita e se mensurem objetivos com vista à excelência operacional. É premente observar as diferenças tecnológicas e de filosofia em relação a outros *player's* de mercado e utilizar essas diferenças periféricas como força motivacional para se conseguir competir com países mais desenvolvidos economicamente.

Para o paradigma mudar é necessário que a mudança parta das linhas cimeiras das organizações. Administradores e diretores têm de manter o foco e a perseverança, pois estes processos são morosos e difíceis, mas há pequenas alterações que fazem diferença. Por isso, urge haver uma renovação estrutural das mentalidades para o país sair da cauda da Europa e as empresas tornarem-se mais competitivas. Só assim haverá benefícios para todos.

9. Bibliografia

1. The Plant List. Version 1. [Internet]. 2010. [cited 2023 Set 17]. Available from: <http://www.theplantlist.org/>
2. Sousa, M. Manual de boas práticas de fruticultura: A macieira. Revista Frutas, Legumes e Flores, em parceria com INIAV, I.P. (Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade) e COTR. 2020. [Internet]. 4º Fascículo, edição nº 212. Available from: <https://www.iniaiv.pt/divulgacao/publicacoes-bd/manual-de-boas-praticas-de-fruticultura-a-macieira>
3. INE. Portal do Instituto Nacional de Estatística [Internet]. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística; 2023. [cited 2023 Set 17]. Available from: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000163&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt
4. Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral. [Internet]. Análise Setorial Frutas & Hortícolas. 2020. [cited 2023 Set 17]. Available from: https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Anexo_NDICE_ANLISE_SETORIAL_FH.pdf
5. Rosales J. A metodologia lean na manutenção. [Internet]. 2023. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://www.fractal.com/pt-br/manutenpedia/metodologia-lean-na-manutencao>
6. Rovisco, J. Lean manufacturing: análise funcional de implementação da metodologia lean numa indústria alimentar. [Master's thesis on the internet]. Coimbra (Portugal). Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. 2017 [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/18874>
7. Pereira, C. Lean manufacturing: Aplicação do conceito a células de trabalho. [Master's thesis on the internet]. Covilhã (Portugal). Departamento de Engenharia de Eletromecânica 2010. [cited 2023 Set 18]. Available from: <http://hdl.handle.net/10400.6/1921>
8. Quinta de Vilar. Maçã Royal Gala. [Internet]. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://quintavilar.pt/maca-royal-gala/>
9. Harris Farm Markets. Apple Royal Gala. [Internet]. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://www.harrisfarm.com.au/products/apples-royal-gala-kg-41015>

10. Department of Primary Industries. Golden Delicious. [Internet]. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/horticulture/pomes/apples/varieties/golden-delicious>
11. Quinta de Vilar. Maçã Golden Delicious [Internet]. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://quintavilar.pt/maca-golden-delicious/>
12. Golden Delicious apple. [Internet]. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://www.gratispng.com/png-y8u7st/>
13. Quinta de Vilar. Maçã Red Delicious. [Internet]. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://quintavilar.pt/maca-red-delicious/>
14. BioCabaz. Organic Starking apple. [Internet]. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://www.biocabaz.pt/web/en/produto/maca-starking/>
15. Quinta de Vilar. Maçã Granny Smith. [Internet]. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://quintavilar.pt/maca-granny-smith/>
16. Lemos, L. Ficha técnica Granny Smith. [Internet]. 2018. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://www.cooptavora.pt/public/storage/products/September2019/NqIPFA6iXreaAY6PHy94.pdf>
17. Walmart. Fresh Granny Smith apple. [Internet]. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://www.walmart.com/ip/Fresh-Granny-Smith-Apple-Each/51259197>
18. Quinta de Vilar. Maçã Fuji [Internet]. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://quintavilar.pt/maca-fuji/>
19. Walmart. Fresh Fuji apples. [Internet]. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://www.walmart.ca/en/ip/apple-fuji/6000196006422>
20. Direção-Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Produtos tradicionais portugueses: Maçã Bravo de Esmolfe DOP. (n.d.). [Internet]. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://tradicional.dgadr.gov.pt/pt/cat/frutos-frescos/845-maca-bravo-de-esmolfe-dop>
21. Quinta de Vilar. Maçã Bravo de Esmolfe. [Internet]. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://quintavilar.pt/maca-bravo/>
22. Ribeiro, T., Nunes, C., & Nunes, J. Avaliação de ciclo de vida da maçã de refugo. Revista de Ciências Agrárias. [Internet]. 2015. vol. 38, n.3: P. 372-382. [cited 2023 Set 17]. Available from: DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.16942>

23. Quinta de Vilar. Sobre nós. [Internet]. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://quintavilar.pt/sobre-nos/>
24. Quinta de Vilar torna-se o maior operador de maçã da Beira Alta após aquisição de instalações em Armamar. FLFRRevista. [Internet]. 8 Agosto 2023. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://www.flfrevista.pt/quinta-de-vilar-torna-se-o-maior-operador-de-maca-da-beira-alta-apos-aquisicao-de-instalacoes-em-armamar/>
25. Janssen Pharmaceutica N.V.. PENBOTEC® 400SC The best to protect your fruit. [Internet]. 2011. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://www.nutea.pt/PDF/98.pdf>
26. European Chemical Agency (ECHA). Pyrimethanil. [Internet]. Anexo II. 24 março 2023. [cited 2023 Set 17]. Available from: https://echa.europa.eu/pt/pesticides-mrls-ann-dir-396-2005/-/legislationlist/details/eu-mrl_pest_food_feed-anx:ii_ii_iv_vii-100.125.684-vsk-g253ml:
27. Syngenta Crop Protection - Soluções para a Agricultura, Lda. Geoxe. [Internet]. 25 março 2023. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://www.syngenta.pt/produtos/protecao-culturas/fungicida/geoxe>
28. European Chemical Agency (ECHA). Fludioxonil. [Internet]. Anexo II. 24 março 2023. [cited 2023 Set 17]. Available from: https://echa.europa.eu/pt/pesticides-mrls-ann-dir-396-2005/-/legislationlist/details/eu-mrl_pest_food_feed-anx:ii_ii_iv_vii-100.125.684-vsk-g24w6p
29. SmartFresh. Manual do utilizador: Sistema de qualidade Smartfresh - PORTUGAL. 2019.
30. Carvalho, A. Aplicação de SmartFresh™ em pêra ‘Rocha’. Eficácia de concentrações e modalidades de armazenamento na qualidade e na incidência de escaldão superficial e acastanhamento interno. [Master’s thesis on the internet]. Lisboa (Portugal). Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. 2011. [cited 2023 Set 18]. Available from: <http://hdl.handle.net/10400.5/4487>
31. Pires. H. Avaliação da qualidade e maturação dos frutos. Agrozapp community. [Internet]. 18 agosto 2021. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://www.agrozapp.pt/artigos/T%C3%A9cnicos/avaliaco-da-qualidade-e-maturaco-dos-frutos>

32. Girardi, C., Pegoraro, C., Crizel, G., et al. Circular técnica, 114 - Conservação da qualidade pós-colheita de maçãs. [Internet]. abril 2015. 1ª edição. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123260/1/Circular-Tecnica-114.pdf>
33. Ho, Q., Verboven, P., Verlinden, B., et al. Controlled atmosphere storage may lead to local ATP deficiency in apple. Postharvest Biology and Technology Elsevier. [Internet]. abril 2013. Vol. 78, p.103-112. [cited 2023 Set 17]. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.12.014>
34. Global Monitoring Laboratory NOAA. How we measure background co₂ level on Mauna Laa [Internet]. setembro 2020. [cited 2023 Set 18]. Available from: https://gml.noaa.gov/ccgg/about/co2_measurements.html
35. Yearsley, C., Banks, N., Ganesh, S., & Cleland, D. Determination of lower oxygen limits for apple fruit. Postharvest Biology and Technology Elsevier. [Internet]. maio 1995. Vol. 8: p.95-109. [cited 2023 Set 17]. Available from: [https://doi.org/10.1016/0925-5214\(96\)00064-6](https://doi.org/10.1016/0925-5214(96)00064-6)
36. Thewes, F. Métodos de atmosfera controlada dinâmica x 1-MCP: metabolismo e qualidade de maçãs armazenadas. [Dissertation on the internet]. Santa Maria (Brasil). Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais. 18 dezembro 2019. [cited 2023 Set 18]. Available from: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/21704>
37. Yoshie, C., Luciano, N., Ferreira, M., et al. Mapeamento do fluxo de valor: um caso em um laboratório de análises. Simpósio de Engenharia de Produção. [Internet]. Agosto 2021. [cited 2023 Set 18]. Available from: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/MAPEAMENTO_DO_FLUXO_DE_VALOR_UM_ESTUDO_DE_CASO_EM_UM_LABORAT%C3%93RIO_DE_AN%C3%81LISES.pdf
38. Businessmap. Just-in-Time manufacturing: The path to efficiency. [Internet]. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://kanbanize.com/lean-management/pull/just-in-time-production>
39. Guimarães, L., & Falsarella, O. Uma análise da metodologia Just-In-Time e do sistema Kanban de produção sob o enfoque da ciência da informação. SciELO.

- [Internet]. Agosto 2008. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1413-99362008000200010>
40. Lean Manufacturing tools. Jidoka. [Internet]. 2023. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://leanmanufacturingtools.org/489/jidoka/>
41. Lean Enterprise Institute. Jidoka. [Internet]. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://www.lean.org/lexicon-terms/jidoka/>
42. Kaizen Institute. O que é KaizenTM. [Internet]. [cited 2023 Set 18]. Available from: https://pt.kaizen.com/o-que-e-kaizen#core_kaizen
43. Magalhães, R. Kaizen na construção de um processo de melhoria contínua numa indústria farmacêutica”. [Master’s thesis on the internet]. Coimbra (Portugal). Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra. Departamento de Engenharia Mecânica. setembro 2019. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://hdl.handle.net/10316/97250>
44. Twin, A. Key performance indicator (KPI): Definition, types, and examples. [Internet]. 10 maio 2023. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://www.investopedia.com/terms/k/kpi.asp>
45. Kenton, W. What is productivity and how to measure it explained. [Internet]. 28 maio 2023. [cited 2023 Set 18]. Available from: <https://www.investopedia.com/terms/p/productivity.asp>