Implementação de ferramentas *lean* numa indústria agropecuária

Afonso Teixeira Esteves da Costa Macedo

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil Da Costa

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2020-06-29

"Se acha que é pequeno demais para fazer a diferença, tente dormir com um mosquito no quarto." *-Dalai Lama*

Resumo

Num futuro próximo, existirá certamente a necessidade de desenvolver fontes alternativas de nutrientes de forma sustentável, visto que quase toda a terra arável do planeta já é atualmente utilizada. Neste sentido, é imperativo recorrer aos recursos disponíveis de um modo mais eficiente e sustentável. Assim, surgiu a ideia de investir e explorar a alimentação com base em insetos, pois estes são uma excelente fonte alternativa.

Em 2018, no fundo de um pequeno quintal, nasce a Tecmafoods. Uma pequena produção de insetos que tem como objetivo fornecer uma solução alternativa de alimento de alta qualidade para o Ocidente, com impacto ambiental mínimo e indolor para os animais.

No início de 2020, a operação transfere-se para novas instalações, onde surgem novos desafios derivados do aumento da produção e da área da fábrica. Esta dissertação tem como objetivo ajustar o layout completo da nova fábrica, estudar as necessidades de logística *inbound* e *outboud*, criar os fluxos de materiais e informação, tentando eliminar ou reduzir os desafios resultantes da maior dimensão, como também os já existentes na fábrica anterior.

Este projeto realça a importância de implementar uma cultura *lean* e criar mecanismos que sustentem essa cultura, mostrando que é necessário que as pessoas estejam comprometidas e envolvidas em todo o processo.

Este projeto representa um passo importante para esta empresa, pois com esta mudança, acredita-se que a empresa estará na linha da frente em Portugal no que toca a fontes alternativas de alimento. Reduziu-se o tempo de mão de obra em 29% e o tempo de movimentações em 67% da distância percorrida em todas as atividades.

Implementation of lean tools in an agricultural industry

Abstract

In the near future, there will certainly be a need to develop alternative sources of nutrients in a sustainable way, since almost all the arable land on the planet is currently used. In this sense, it is imperative to use available resources in a more efficient and sustainable way. Thus, the idea of investing and exploring food based on insects came up, as they are an excellent alternative source.

In 2018, at the bottom of a small yard, Tecmafoods was born. A small production of insects that aims to provide an alternative solution of high quality food to the West, with minimal and painless environmental impact for animals.

In the beginning of 2020, the operation is transferred to new facilities, where new challenges arise due to the increase in production and the plant area. This dissertation aims to adjust the complete layout of the new factory, study the needs of inbound and outboud logistics, create the flows of materials and information, trying to eliminate or reduce the challenges resulting from the larger dimension, as well as those already existing in the previous factory.

This project highlights the importance of implementing a lean culture and creating mechanisms that support that culture, showing that it is necessary for people to be committed and involved in the whole process.

This project represents a huge step for this company, because with this change, it is believed that the company will be at the forefront in Portugal with regard to alternative sources of food. Labor time was reduced by 29% and 67% of the distance covered in all activities.

Agradecimentos

Quero agradecer ao meu orientador Professor Eduardo Gil Da Costa pelo apoio e disponibilidade, aos meus amigos e família por estarem ao meu lado não só durante este projeto como também ao longo de toda a jornada académica, em especial ao meu irmão que possibilitou a realização deste projeto e me desafiou ao longo do estágio.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Contexto atual 1
1.2 Tecmafoods 1
1.2.1 Origem, missão e valores 2
1.2.2 Estrutura, hoje e futuro 2
1.3 Enquadramento do projeto e objetivos 3
1.4 Método seguido no projeto 4
1.5 Estrutura da dissertação 4
2 Revisão bibliográfica 6
2.1 TPS e o Sistema de Produção "*Lean*" 6
2.1.1 Princípios e pilares do sistema *Lean* 7
2.2 Ferramentas *Lean* 9
2.2.1 VSM – Fluxo e mapeamento da cadeia de valor 9
2.2.2 PDCA 10
2.2.3 5S 11
2.2.4 Poka-Yoke 12
2.2.5 5 Why´s 12
2.2.6 Diagrama de Ishikawa 13
2.2.7 Gemba Walk 14
2.2.8 Gestão visual 14
2.3 TPM 16
2.4 Avaliação de eficiência 17
2.5 Layout 19
2.5.1 Organização da produção 19
2.6 Envolvimento das pessoas 20
3 Situação inicial 22
3.1 Layout 22
3.1.1 Protótipo 23
3.1.2 Novo espaço 23
3.2 Processo de produção e VSM 24
3.2.1 Escolha das caixas 25
3.2.2 Aspetos Gerais do VSM 26
3.2.3 Substrato 27
3.2.4 Criação 28
3.2.5 Abate 29
3.2.6 Transformação 31
3.2.7 Fluxo de informação 32
3.2.8 VSM do processo na fábrica 32
3.3 Indicadores de desempenho 33
3.3.1 Lista de Indicadores 33
3.3.2 Valor Global Normalizado 34
3.4 Problemas e oportunidades de melhoria 35
3.4.1 Substrato 35
3.4.2 Criação 35
3.4.3 Abate 35
3.4.4 Transformação 35
4 Propostas de melhoria e implementação da Cultura *lean* 37
4.1 Cultura *lean* 37

4.1.1 Envolvimento das pessoas 37
4.1.2 Gemba Walk 38
4.1.3 5S 39
4.1.4 Gestão visual 40
4.2 Proposta de layout 40
4.3 Proposta de alterações do processo 42
4.3.1 Fase de Substrato 42
4.3.2 Fase de Criação 42
4.3.3 Fase de Abate e Transformação 43
4.4 Melhorias e equipamentos/instrumentos desenvolvidos 45
4.5 VSD – O design futuro do VSM 46
5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro 47
Referências 49
Anexo A 50
Anexo B 51
Anexo C 52
Anexo D 53
Anexo E 54
Anexo F 55
Anexo G 56
Anexo H 57
Anexo I 58
Anexo J 59

Siglas

Gemba – Chão de fábrica.

Picking - Consiste na recolha em armazém de produtos.

Setup time - Período em que a produção é interrompida para que os equipamentos fabris sejam ajustados.

Stakeholders - Grupo pessoas que possuem algum tipo de interesse nos processos e resultados da empresa.

VSM – *Value Stream Mapping* - Ferramenta que mostra o fluxo de material e informação. Explicado mais detalhadamente no capítulo 2.

WIP - Work in progress, produto intermédio ainda não acabado.

Índice de Figuras

Figura 1 - Valores da empresa. 2

Figura 2 - Estrutura da empresa. 3

Figura 3 - Diagrama de Gantt. 4

Figura 4. Modelo TPS. Fonte: https://www.researchgate.net/figure/TPS-house-LIKER-2003_fig5_283264468 7

Figura 5 - Fases da ferramenta VSM. Fonte:https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13643-017-0563-y/figures/1 9

Figura 6 - Ciclo PDCA. Fonte: http://www.wikiwand.com/en/PDCA 10

Figura 7 - Os 5S. Fonte: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/93876/2/31548.pdf 12

Figura 8 - Exemplo de Template da ferramenta 5 Why´s. Fonte:https://www.lifetime-reliability.com/tutorials/lean-management-methods/How_to_Use_the_51-Whys_for_Root_Cause_Analysis.pdf%0bAcedido 13

Figura 9 - Diagrama de Ishikawa. Fonte: http://www.esalq.usp.br/qualidade/ishikawa/pag1.htm 13

Figura 10 - Gemba walk segundo Masaaki Imai. Fonte:https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/29880/AlvaroSaenzCortabarria_TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y 14

Figura 11 - Modelo TPM. Fonte: https://industriahoje.com.br/o-que-e-tpm-total-productive-maintenance 16

Figura 12 - Tipos de organização da produção. 20

Figura 13 - Processo industrial e ciclo de vida dos tenébrios. 22

Figura 14 - Layout do Protótipo. 23

Figura 15 - Layout original da Fábrica. 24

Figura 16 - Tipos de caixas. 26

Figura 17 - Processo da Indústria de insetos. 27

Figura 18 - Fluxos de Informação. 32

Figura 19 - Plano de reuniões. 37

Figura 20 - Tarefas da semana. 38

Figura 21 - Matriz Impacto x Esforço. 38

Figura 22 - Atribuição de responsável à área. 39

Figura 23 - Avaliação da auditoria 5s. 39

Figura 24 - Exemplo de Kanban. 40

Figura 25 - Proposta de Layout. 41

Figura 26 - Armário para consumíveis da peneira. 44

Figura 27 - Armário para utensílios de lavagem. 44

Figura 28 - Área da cozinha com identificação de zonas. 45

Figura 29. Carrinho de transporte de caixas. 46

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Cor da caixa consoante a sua função. 25
Tabela 2 - Fase de Substrato. 27
Tabela 3 - Fase de Criação. 28
Tabela 4 . Fase de Abate. 30
Tabela 5 - Fase de Transformação. 31
Tabela 6 - Cor x Fase. 33
Tabela 7 - Exemplo de tabela de *kpi*. 34
Tabela 8 - Melhoria nas atividades de transporte para e da zona de transformação. 41
Tabela 9 - Fase Substrato com propostas implementadas. 42
Tabela 10 - Fase de Criação com propostas implementadas. 43

1 Introdução

Esta dissertação, desenvolvida em ambiente industrial, está enquadrada no âmbito da Unidade Curricular Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O projeto foi realizado na Tecmafoods, sendo esta empresa uma *startup* incubada na empresa Espiralpotencial, Lda. Pretende-se, nesta empresa, construir de raíz uma fábrica de produção de insetos. O projeto reveste-se de especial interesse considerando que se torna necessário criar, testar e consolidar as condições de produção destes seres vivos, bem como todo o contexto empresarial necessário: orçamento e controlo orçamental, instalações fabris e processos logísticos de *inbound* e *outbound*, respeitando o enquadramento legal português e comunitário.

1.1 Contexto atual

Atualmente, a população mundial ultrapassa os sete mil milhões de indivíduos, sendo que, dentro de trinta anos, as previsões indicam um aumento para nove mil milhões (ONU 2019). Este facto traz consigo enormes desafios e complica ainda mais o problema Malthusiano de alimentar adequadamente a população. Num futuro, não tão longínquo, existirá a necessidade de desenvolver fontes alternativas de nutrientes de forma sustentável (Quamrul Ashrafy 2008). Acresce que quase toda a terra arável do planeta já é utilizada, o que significa que, no futuro, haverá, ainda, a necessidade de utilizar os recursos disponíveis de um modo mais eficiente.

Os insetos são uma excelente fonte alternativa de alimento (Huis 2013), pois as suas proteínas contêm proporções equilibradas de aminoácidos e lipídios, constituídos por ácidos gordos essenciais e polinsaturados, quase desprovidos de colesterol. Possuem também outras propriedades e componentes como a quitina, cálcio e vitaminas, altamente benéficos para a saúde (Fowles and Nansen 2019). Devido à sua temperatura corporal ser igual à temperatura ambiente, os insetos consomem menos energia para se aquecerem, sendo extremamente eficientes na bio conversão. A necessidade de utilização de outros recursos como água, terra e comida é menor, pelo que a sobrecarga para o ecossistema não é tão ameaçadora.

O impacto ambiental proveniente da criação de insetos é menor que a pecuária tradicional, dado gerar menos gases com efeito de estufa, não recorrer a pesticidas e aditivos e os insetos não necessitarem de tanto espaço para sobreviver.

1.2 Tecmafoods

A Tecmafoods é uma empresa vertical que se dedica à produção e transformação de insetos para vários setores, focando-se na otimização dos processos industriais e agropecuários.

1.2.1 Origem, missão e valores

O fundador desta empresa, Vasco Teixeira Esteves, sempre mostrou preocupação com o futuro da Humanidade e dos outros seres vivos, questionando-se como seria possível viver num mundo imerso em poluição, onde milhões de seres vivos sobrevivem em condições desadequadas. Assim, em 2018, no fundo do seu quintal, começou a Tecmafoods, uma pequena produção de insetos, nomeadamente tenébrios (ou larvas da farinha, na linguagem comum), com o sonho de um dia alimentar não só os portugueses, como também todo o mundo ocidental. O sonho de Vasco deixou de ser apenas um sonho e passou a ser a missão da empresa, isto é, fornecer uma solução alternativa de alimento de alta qualidade para o Ocidente, com impacto ambiental mínimo e indolor para os animais.

Os quatro principais valores nos quais a empresa se baseia, que podem ser observados na Figura 1, são:

•A **sustentabilidade**, através da redução de desperdícios de alimentos, do consumo de água, da emissão de gases de efeito estufa e a eliminação do desperdício no processo produtivo;

•A **qualidade**, garantindo que, desde o substrato, controlado à entrada e fornecido com confiança, a produção é controlada de A a Z até ao produto acabado, este último de elevada qualidade nutricional;

•A **saúde**, com a preocupação constante da empresa fornecer aos clientes alimentos que fortalecem o sistema imunitário, estimulam a atividade cerebral, fortalecem o sistema músculo-esquelético, são isentos de lactose e açúcares adicionados e baixos em sal e gorduras saturadas;

•A **inovação**, promovendo a cultura da melhoria contínua e busca permanente de novas soluções alimentares, medicinais e cosméticas.



Figura 1 - Valores da empresa.

1.2.2 Estrutura, hoje e futuro

A Tecmafoods pretende produzir para duas marcas próprias:

• Alimentação animal, ou *Petfood*, denominada Mr-Zoo.

• Alimentação para humanos, com o nome de Greenmeal, que ainda não é legal em Portugal. Contudo, possivelmente no final de 2020, admite-se que será legalizada, colocando esta empresa na linha da frente do mercado nacional.

Do processo industrial resultam diversos produtos acabados: insetos vivos, congelados, desidratados inteiros, farinha de inseto e o subproduto *frass* (fertilizante orgânico). Está igualmente a ser estudado o aproveitamento de outros subprodutos que poderão ser comercializados no futuro, como quitina e quitosato, proteína e óleos essenciais extraídos dos insetos. A Figura 2 exibe a estrutura da empresa.

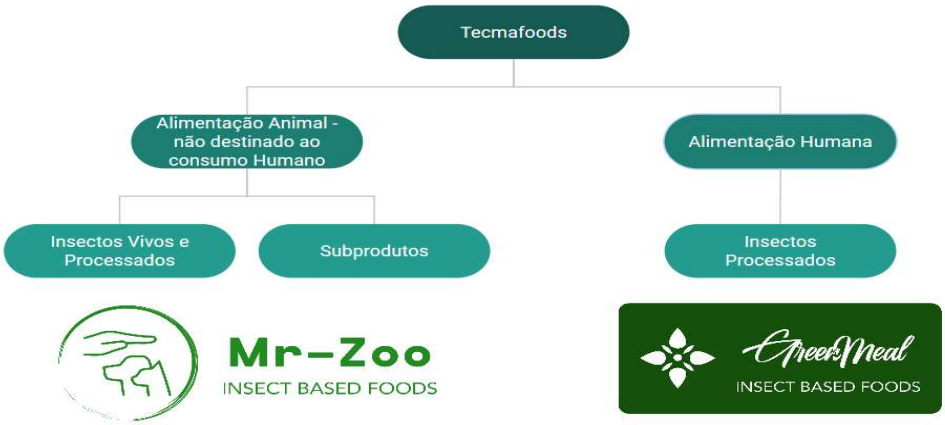


Figura 2 - Estrutura da empresa.

A produção, no início do projeto, encontrava-se na fase de protótipo, ocupando 21 metros quadrados de área, onde são produzidos cerca de 80 quilos de insetos vivos por mês. Toda a produção é escoada.

No início de 2020, foi arrendado um armazém situado na Maia com 400 metros quadrados, de onde se espera obter, no mínimo, uma capacidade de produção 15 vezes superior ao protótipo. A implementação das novas capacidades será feita em duas fases:

• Fase 1 - Será utilizada 63% da capacidade produtiva, de modo a testar o funcionamento da fábrica e a aceitação do mercado. Prevê-se uma produção mensal de 1100 quilos de insetos vivos, originando 385 quilos de insetos processados, sejam inteiros ou sob forma de farinha.

• Fase 2 – O objetivo será atingir a capacidade máxima de produção, ainda sem necessidade de aquisição de novas estruturas, sendo apenas necessária maior quantidade de caixas para colocar os insetos.

Foram comprados contentores marítimos, onde as populações de insetos serão criadas, humidificadores, ventiladores e todo o material necessário para que a fábrica comece a laborar. As ferramentas utilizadas no processo serão trazidas da fábrica protótipo, contudo a explicação mais detalhada do processo será descrita no Capítulo 3.

1.3 Enquadramento do projeto e objetivos

Nas novas instalações, num espaço vinte vezes maior e com os objetivos de produção descritos acima, é agora necessário validar na prática o processo definido conceptualmente, ajustar o layout completo da fábrica, estudar as necessidades de logística *inbound* e *outboud*, criar os novos fluxos de materiais e informação, tentando eliminar ou reduzir os desafios resultantes da dimensão, como também os já presentes na fábrica anterior.

Assim, após reconhecer os desafios acima citados, a Tecmafoods decidiu que é importante investigar quais as alternativas viáveis e ao mesmo tempo, desde o começo, implementar a cultura *lean* e de excelência na empresa.

Após a exposição do projeto foram definidos como principais: desenvolver o processo de produção baseado no sistema de produção *lean* e os seus princípios, desenhar o layout e o armazém, e os fluxos de material e informação.

A empresa acredita que este projeto terá um papel fulcral para o futuro do negócio, onde desde o seu início é imposta uma cultura *lean*, procurando, sistematicamente, eliminar desperdícios e investigar oportunidades de melhoria, com o foco de aprimorar continuamente a eficácia e eficiência do processo.

1.4 Método seguido no projeto

O projeto adotou uma abordagem objetiva e clara, de forma a que todos os *stakeholders*, não sendo da área de engenharia, o entendam e nele se envolvam.

Gantt	Semana										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Análise e caracterização de processo											
Recolha de dados											
Criação de ferramentas para implementar a cultura *lean*											
Análise de possíveis problemas e oportunidades de melhoria											
Desenvolvimento das propostas aceites pela empresa											

Figura 3 - Diagrama de Gantt.

As fases do projeto, como demonstra a Figura 3, são:

- Análise e caracterização de processo: define-se o estado inicial através do mapeamento do processo e do estudo dos processos genéricos do setor;
- Recolha de dados: como a nova fábrica ainda não se encontra operacional, a recolha dos tempos baseia-se em ensaios no protótipo e em valores médios teóricos;
- Criação de ferramentas para implementar a cultura *lean*;
- Análise de possíveis problemas e oportunidades de melhoria: através da análise do VSM e de sessões de *brainstorming* são encontrados os desafios nos quais esta dissertação se debruça;
- Desenvolvimento das propostas aceites pela empresa: não será possível no período do projeto monitorizar a qualidade das propostas, contudo, teoricamente, estas trazem aumento da eficácia e eficiência em toda a fábrica e garantem uma implementação da cultura *lean*.

1.5 Estrutura da dissertação

No presente capítulo foi feita a introdução à empresa e a importância deste projeto para o futuro do negócio.

No segundo capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica, onde são estudados a cultura *lean* e algumas das suas ferramentas, bem como os indicadores de desempenho, layout e a importância do envolvimento dos *stakeholders* da Empresa.

No terceiro capítulo expõe-se a situação atual, à medida que se constrói o VSM, e é também exibido o layout original desenhado pela empresa. No final deste capítulo é desenvolvida a combinação de indicadores de desempenho, que até à data não existiam, os problemas e oportunidades de melhoria encontrados através da análise do VSM e de sessões de *brainstorming* ao longo do tempo de estágio.

No quarto capítulo são exibidas as propostas aos desafios encontrados no capítulo anterior, bem como a implementação das ferramentas *lean*.

Finalmente no quinto capítulo são sumarizadas todas as conclusões e são apresentados desafios que poderão ser analisadas no futuro.

2 Revisão bibliográfica

Este capítulo expõe os conceitos teóricos que irão ser abordados e implementados ao longo do projeto, desde a identificação do problema até à implementação de soluções para este.

Tratando-se de uma *startup*, existe a necessidade de testar, rever e melhorar os processos que ainda estão no papel, implementando, desde o início, uma filosofia *lean*. Pretende-se implementar uma cultura de minimização/eliminação de possíveis desperdícios, contribuindo para elevar a eficiência operacional, tornando os processos mais rápidos, com maior qualidade e menor custo.

2.1 TPS e o Sistema de Produção "*Lean*"

Após a 2ª Guerra Mundial, a indústria japonesa, em especial a indústria automóvel, encontrava-se em estado crítico. Ao reconhecer as necessidades, Taichii Ohno desenvolveu o *Toyota Production System* (TPS). Em 1990, James Womack, um consultor de produção, inspirado nos conceitos desenvolvidos pelo TPS, escreveu um livro intitulado "A Máquina que Mudou o Mundo" que se tornou célebre. Os conceitos desenvolvidos neste livro, e nomeadamente o termo "*Lean Manufacturing*", tornaram-se também muito populares nas indústrias ocidentais contribuindo para a disseminação da filosofia *lean* no mundo empresarial a nível global.

O TPS tem com objetivo eliminar ou reduzir os três problemas seguintes:

- Desperdício (*muda*) - Todas as atividades que absorvem recursos e não geram valor, ou de outra forma, geram produtos e/ou serviços que os clientes não estão dispostos a pagar. Estes desperdícios foram categorizados por James Womack (Womack 2003) em sete tipos de "*Muda*" com objetivo de reduzir/eliminá-los:
    1. Excesso de produção – Produção de maiores quantidades ou precoces, que levam a consequências como menor flexibilidade no planeamento, inventário em excesso e ocupação desnecessária;
    2. Tempos de espera – Tempo desperdiçado por pessoas e máquinas em espera por material, componentes e ferramentas, resultando em atrasos na produção;
    3. Transporte – Transferência de materiais e componentes, e movimentação de pessoas durante a produção ou *stockagem*;
    4. Sobre processamento – Quando processo não está otimizado, isto é, etapas existentes que não agregam valor ao produto, devido à falta de "standardização" do processo e ferramentas e de defeitos originados no processo;
    5. Excesso de inventário – Excesso de *WIP*, stock de produto acabado e matérias primas. Este excesso camufla, normalmente, problemas como mau balanceamento da produção, tempos de *setup* elevados, falha de entrega de fornecedores, defeitos, entre outros;
    6. Movimentações desnecessárias – Movimentos efetuados que não são realmente necessários para executar operações. Procurar, alcançar e armazenar material e ferramentas são exemplos deste tipo de desperdício.
    7. Defeitos – Gerados pelos problemas de qualidade, que implicam custos adicionais de inspeção, retrabalho e sucata.
- Falta de regularidade (*mura*) - Variabilidade e instabilidade na produção, *mura* significa variações inesperadas tanto de *troughput* como de qualidade;

- Sobrecarga (*muri*) - Circunstâncias que resultam em consumo, tanto de tempo como energia, por exemplo, uma célula mal posicionada obriga os operários a percorrer distancias superiores com maior gasto de energia e risco de lesões (Coimbra 2013).

2.1.1 Princípios e pilares do sistema *Lean*

Juntando os conhecimentos adquiridos a partir de Jeffrey Liker (Liker 2004), James Womack (James P. Womack 1990) e João Paulo Pinto (Pinto 2009), a metodologia japonesa pode ser representada como um edifício, como observado na Figura 4, que tem no topo os seus objetivos: Melhor Qualidade, Mais Baixo Custo, Menor *Lead Time*, Maior Segurança e Elevada Motivação através da eliminação de todos os desperdícios.

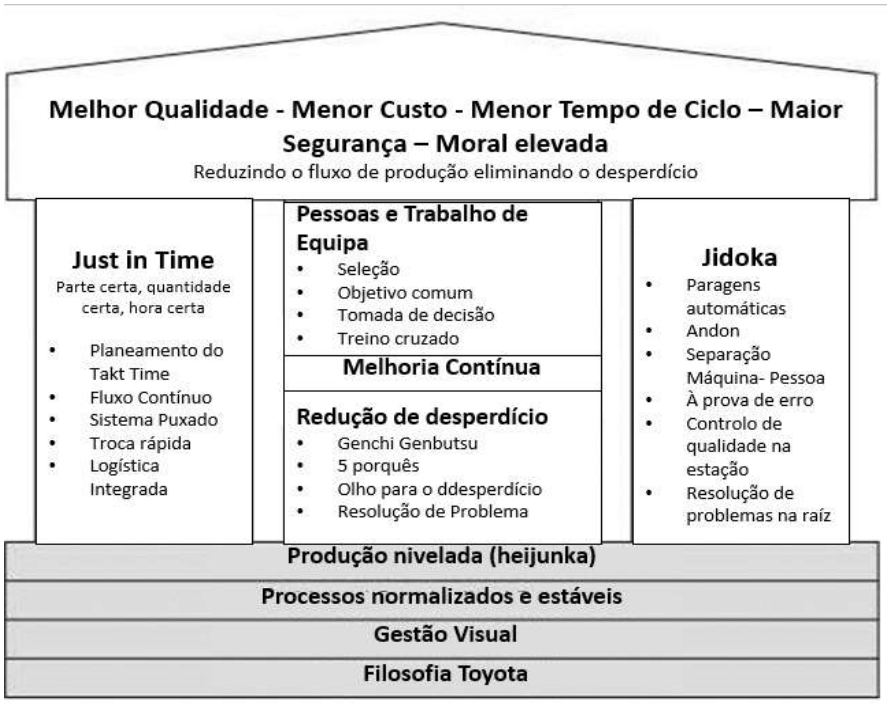


Figura 4. Modelo TPS. Fonte: https://www.researchgate.net/figure/TPS-house-LIKER-2003_fig5_283264468

A Figura 4 apresenta os objetivos suportados nos pilares e princípios do modelo TPS sendo estes:

Especificação do valor – É a primeira etapa de uma empresa que quer implementar o pensamento *lean*, pois é aqui que se identifica o custo que se pretende poupar. Nos dias de hoje, é mais complexo definir este valor, pois a competitividade e a imensa informação disponível obrigam a minimizar drasticamente os custos empresariais por forma a permitir disputar os mercados alvo. Sendo o valor aquilo que o cliente está disposto a pagar, não é decidido internamente, mas através de um acordo com o cliente atendendo às suas necessidades e desejos. Pode-se imaginar um ciclo onde o fornecedor oferece os produtos ao cliente e este, por sua vez, por estar num mercado competitivo, vai exigindo produtos mais complexos e a menor preço. Assim, o pensamento *lean* remete para uma visão a longo prazo e todas as tomadas de decisão serão fundamentadas com um propósito transcendente ao lucro, gerando-se então o valor.

Identificação da cadeia de valor – Conjunto de todas as atividades necessárias para transformar matérias-primas e informação num produto ou serviço. Assim, é de extrema

importância identificar e mapear o fluxo de criação de valor do produto, detetando-se desperdícios, oportunidades de melhoria e possíveis zonas que originam defeitos, prevenindo que estes aconteçam, conceito denominado de *Jidoka*.

Fluxo de valor – Investigação para encontrar a sequência ideal de etapas com o objetivo de criar fluxos nivelados, de materiais e informação ininterruptos, fazendo com que as **perdas** sejam evitadas. Esta sincronização é conhecida como *Heijunka*.

Sistema Pull ou Produção Puxada – Sistema de produção que consiste em apenas produzir o que é necessário e exigido pelo cliente, ou seja, o cliente "puxa" a produção. É um conceito contrário ao sentido do fluxo tradicional, *Push*, em que a empresa empurra o seu produto para o mercado. Esta inversão de fluxo visa eliminar acumulações de stock e apenas adicionar valor ao produto quando necessário, ou seja, sincroniza-se a produção com a necessidade do cliente, *Just in Time.*

Perfeição – O diferencial do pensamento *lean* para o pensamento tradicional é a busca incessante pela perfeição. Sabendo isto, após a implementação dos princípios supracitados, é necessário continuar a procurar formas de aumentar a eficiência e eficácia da cadeia de valor através de ferramentas de melhoria contínua, que serão explicadas no próximo subcapítulo. Ações de melhoria criam novas oportunidades e reduzem desperdícios e estes originarão novas ações de melhoria. Consequentemente, vai-se melhorando o processo aproximando-se da perfeição que, no entanto, nunca chegará. Assim, a palavra Kaizen traduz esta busca contínua de "fazer bem" e tem como filosofia, desenvolvida por Taichi Ohno, a eliminação de desperdícios, a busca da melhoria contínua, o aumento da qualidade de produtos e da produtividade através do bom senso, com a criatividade e motivação dos colaboradores em encontrar soluções baratas e eficazes. O envolvimento de todos os colaboradores é importante para que a busca pela melhoria contínua nunca cesse.

Esta estratégia foca-se em três pontos chave para a produção: qualidade e como se pode melhorar; custos e como os reduzir e controlar; e entrega pontual e como garanti-la. Não atingir estes pontos significa perda de sustentabilidade e competitividade. Segundo João Paulo Pinto (Pinto 2009) cada passo dado é um passo mais próximo da perfeição, e neste caminho do progresso, com melhorias incrementais, será possível aumentar a satisfação dos clientes e colaboradores, com redução de custos e aumento da qualidade do produto.

Contudo, estes princípios apresentam lacunas, pois apenas têm em consideração o cliente final, o que na prática não é verdade. Existem outras pessoas interessadas que estão ligadas à organização, *stakeholders,* que intervêm e estão envolvidos no processo. Para João Paulo Pinto (Pinto 2009) e para a comunidade *lean thinking*, existem dois outros pilares do processo que deverão ser também considerados:

Inovar constantemente – É necessário explorar novas ideias e perceber o que o futuro demandará: novos produtos, novos mercados e situações disruptivas que poderão criar oportunidades. Este pilar é importante, na mesma medida que a redução de custos e desperdícios. Desta forma, é interessante desenvolver projetos de inovação de produtos, serviços e processos, ou seja, criação de valor. As organizações não devem negligenciar a sua atenção aos movimentos de mercado, estando alerta e apostando na inovação. É errado ter uma organização altamente eficiente na produção de produtos e serviços para os quais os clientes já não têm qualquer interesse.

Conhecer os *stakeholders* – É fundamental focar no cliente final, mas também não se deve negligenciar as outras partes, como os funcionários ou o meio ambiente, por exemplo. É necessário a preocupação com todos os influenciados e envolvidos pelo e no processo, pois uma empresa "colherá amanhã aquilo que semeia hoje".

John Krafcik, pesquisador do International Motor Vehicle Program, definiu a expressão "*Lean Thinking*" como sendo uma faceta fulcral de um sistema revolucionário oriental, que visa

reduzir a utilização de recursos, maximizar a produtividade, eficiência e, principalmente, a flexibilidade, procurando ter agilidade, ser inovadora e capaz de se adaptar ao mundo e ao mercado (Krafcik 1988).

O sistema de produção *lean* é uma combinação de atividades que visa melhorar e aumentar a capacidade de resposta à volatilidade, produzindo e alocando a quantidade de produtos certa no tempo certo, aperfeiçoar a *supply chain* e a qualidade do produto, através de medidas de melhoria contínua. Para implementar de forma eficiente este modelo é necessário que a aplicação destes conceitos e princípios seja feita de forma integrada e disciplinada.

A filosofia *lean* tornou a Toyota mais ágil, eficiente e capaz de se adaptar as flutuações do mercado. Assim, não só sobreviveu ao pós-guerra, como se manteve na disputa com as empresas concorrentes de todo o mundo, nomeadamente da Alemanha e dos Estados Unidos da América. Hoje a Toyota é um gigante multinacional de automóveis sendo um dos líderes a nível mundial no setor.

2.2 Ferramentas *Lean*

No subcapítulo anterior procurou-se definir os princípios que enquadram o *lean thinking*. Procurar-se-á nas páginas seguintes identificar e caracterizar as ferramentas utilizadas para materializar esses princípios.

Existem inúmeras ferramentas *lean*, mas nesta dissertação, serão apresentadas sem preocupação de hierarquização de importância, de forma sucinta, apenas aquelas que fazem mais sentido e serão utilizadas para realização deste projeto e posteriormente, de forma sistemática, na empresa.

2.2.1 VSM – Fluxo e mapeamento da cadeia de valor

Mapeamento do Fluxo de Valor é o processo de identificação de todas as etapas e atividades específicas à produção ao longo do fluxo de valor, isto é, desde o pedido feito pelo cliente até à entrega ao consumidor final. Esta ferramenta visa observar e compreender o estado atual da produção e ilustrar o mapa dos processos que se tornará na base para a aplicação do pensamento *lean*. É utilizando o VSM que se visualiza o processo no fluxo do material e informação real e facilmente observam-se oportunidades de melhoria e desenha-se um mapa do estado futuro de como a produção deverá decorrer. Numa abordagem *lean*, o fluxo de informação é tão importante quanto o de materiais.

Pode-se observar as etapas a realizar da ferramenta na Figura 5.

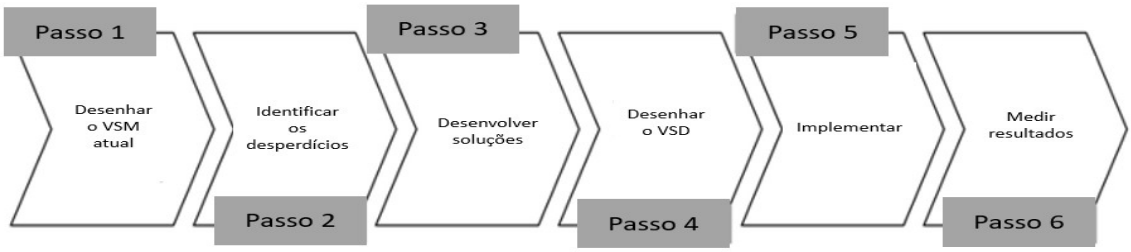


Figura 5 - Fases da ferramenta VSM. Fonte: https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13643-017-0563-y/figures/1

Esta ferramenta permite a análise de fluxos de material e informação que ocorrem entre os vários pontos do processo, obtendo uma visão macro da produção e dos fluxos de uma empresa, independentemente do que esta produza.

Esta ferramenta pode ser dividida em seis fases:

1. **Desenho do estado atual**, definição e análise das etapas do fluxo material e de informação, retirando as informações importantes, como tempos de ciclo, número de operários para a realização da tarefa;
2. **Identificação dos desperdícios**, analisa-se o VSM e expõem-se os desperdícios nos fluxos de material e informação;
3. Identificados os erros, são **desenvolvidas soluções dos problemas**;
4. **Desenho do Estado Futuro** com a implementação das soluções criadas no passo anterior;
5. **Implementação do projeto**;
6. **Monitorização dos resultados**.

Sabendo que se trata de uma ferramenta *lean,* é necessário o envolvimento das pessoas e uma abordagem sistemática dos problemas, e espírito de criatividade para que se consiga aumentar sempre a eficiência, através da redução dos desperdícios e aperfeiçoamento do processo.

2.2.2 PDCA

PDCA é a abordagem sistemática para resolução de problemas e atingir os objetivos, como se pode verificar na Figura 6. Desenvolvida por William Deming, tem o objetivo de enfatizar e facilitar as melhorias contínuas (Pinto 2009).

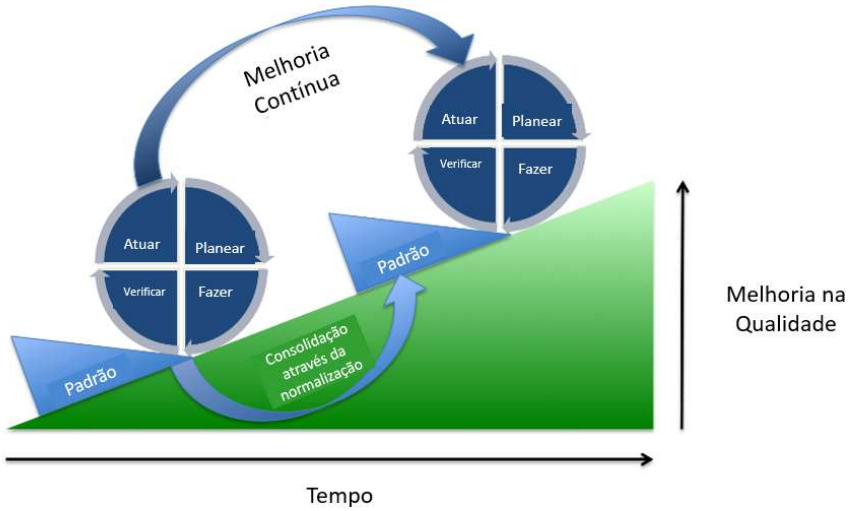


Figura 6 - Ciclo PDCA. Fonte: http://www.wikiwand.com/en/PDCA

O Ciclo PDCA é dividido em quatro etapas:

Planear - Definir um objetivo de melhoria e determinar planos de ação que o permitam alcançar;

Fazer - Implementar o plano de ação, definido na etapa anterior;

Verificar - Determinar se foi atingido o objetivo. Caso não tenha sido, investigar por que razão não foi atingido;

Agir – Normalizar os novos procedimentos e explorar novas oportunidades de melhoria. Caso o problema não tenha sido corrigido, perceber o ponto de situação e redefinir novas metas para a melhoria pretendida, recomeçando o ciclo na etapa de planeamento.

A Figura 6 ajuda na compreensão desta ferramenta. É através de ações de melhoria, de forma sistemática, que se eleva o patamar da eficiência.

2.2.3 5S

A metodologia 5S é uma ferramenta originária do Japão que serve para melhorar a qualidade dos produtos, o ambiente de trabalho, o atendimento ao cliente e a qualidade de vida dos funcionários. Serve também para simplificar e maximizar o aproveitamento dos recursos disponíveis, do espaço físico e ainda para reduzir gastos e desperdícios.

Conhecida a metodologia e o seu objetivo é importante identificar o que cada letra S significa:

1º S – *Seiri*, senso de utilização, separa-se o útil do inútil, eliminando o desnecessário.

2ª S- *Seiton*, senso de arrumação, identifica-se e arruma-se o material, para que qualquer pessoa localize facilmente os materiais.

3ºS – *Seiso*, senso de limpeza, ao manter o ambiente de trabalho limpo, que se traduz em qualidade e segurança.

4ºS – *Seiketsu*, senso de saúde e higiene, padronizar os sistemas 3S supracitados e monitorizá-los através de normas gerais de limpeza e arrumação.

5ºS – *Shitsuke*, senso de autodisciplina, colaboração, com disciplina e rigor, de todos os funcionários para manter boas condições de trabalho, assegurando todos os passos anteriores.

Após conhecer o significado de cada S é preciso colocá-los em prática e a metodologia de aplicação desta ferramenta, de acordo com Hiroyuki Hirano no seu livro *Putting 5S to Work: A Practical Step-by-step* (Hirano 1993), é dividida em três fases, sendo cada uma delas constituída por um conjunto de atividades:

- **Tornar os 5S ativos** – Separar, arrumar e limpar, com o objetivo de obter melhorias visíveis e rápidas. Os três primeiros S.
    - Registo da situação atual;
    - Eliminação dos materiais desnecessários;
    - Identificação dos locais de armazenagem;
    - Normalização dos procedimentos diários de limpeza;
    - Manutenção da limpeza do local de trabalho;
    - Inspeção ao local de trabalho.
- **Tornar os 5S um hábito** – Padronizar este comportamento para que este seja incutido na empresa. Os dois últimos S.
    - Fotografar a nova situação;
    - Controlo do nível de stocks;
    - Facilitar a utilização e devolução dos objetos;
    - Tornar a limpeza um hábito;
    - Manter o local de trabalho arrumado;
    - Padronização em toda a empresa.

- **Elevar continuamente o nível dos 5S** – o conceito de melhoria aplica-se também nesta ferramenta de forma a elevar os padrões de limpeza.
    - Avaliação dos 5S;
    - Evitar artigos desnecessários;
    - Evitar desorganização;
    - Limpar sem voltar a sujar;
    - Evitar a degradação do ambiente;
    - Sistematizar a formação para os 5S.

Como é possível observar na figura 7, o 5S funciona como um ciclo interminável onde são desenvolvidos hábitos de trabalho disciplinado que são importantes para a implementação da filosofia *lean*. Os colaboradores sentem os resultados positivos da ferramenta utilizada e os seus ambientes mais organizados e tornam-se mais motivados para realizar as suas tarefas e ao mesmo tempo em ter o seu local de trabalho limpo.



Figura 7 - Os 5S. Fonte: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/93876/2/31548.pdf

2.2.4 Poka-Yoke

O Poka-Yoke é um sistema, traduzido como "à prova de erros", desenvolvido pelo engenheiro Shigeo Shingo, que garante a erradicação de qualquer defeito não permitindo que qualquer peça defeituosa avance para a próxima etapa (Shingo 1986).

Existem vários métodos de prevenção:

- **Controlo** - envolvendo ações autocorretivas dos problemas;
- **Paragem** - o fluxo quebra quando existem erros na linha;
- **Fatores humanos** - utilização de símbolos, sons ou cores para que não ocorram erros ou estes não se propagem (Pinto 2009).

Ao detetar um erro é possível realizar ações de melhoria para prevenir que aconteça esse erro e novo.

2.2.5 5 Why´s

O 5 Why's é uma ferramenta que analisa de forma pragmática as relações de causa-efeito, estruturando o problema através de cinco perguntas "porquê". Assim, ao estudar as causas é possível perceber qual a raíz da anomalia. Exemplificando com a Figura 8, sobre um carro que avariou durante uma viagem.

Tabela dos 5 Porquês			
Membros de equipa			Data:
Descrição do Problema: O carro parou no meio da estrada			
Custo do Problema			
Solução recomedada: ter um cartão de crédito para quando for preciso.			
Problemas latentes			
Questões Porquês	Respostas 3W2H	Evidência	Solução
1. Porquê o carro parou?	Porque ficou sem combustível	Carro parou no meio da rua	
2. Porquê a ficou sem combustível?	Porque não colocou combustível de manhã	O monitor de combustível mostrava vazio	Ligar a alguém para boleia
3. Porquê não comprou combustível de manhã	Porque não tinha dinheiro	Carteira sem dinheiro	Guardar o cartão de crédito na carteira
4. Porquê não tinha dinheiro?	Porque perdeu tudo no jogo de poker na noite passada	Todas as terças há jogo de poker	Parar de jogar
5. Porquê perdeu o dinheiro ontem?	Porque não tinha um bom jogo e não sabia fazer *bluffing*	Perdeu muitos outros jogos	Aprender a jogar poker

Figura 8 - Exemplo de Template da ferramenta 5 Why´s. Fonte:https://www.lifetime-reliability.com/tutorials/lean-management-methods/How_to_Use_the_51-Whys_for_Root_Cause_Analysis.pdf%0bAcedido

Ao conhecer a causa raíz da anomalia é mais fácil atuar no foco do problema e solucioná-lo.

2.2.6 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa foi desenvolvido em 1943 por Kooru Ishikawa (Ishikawa 1984), sendo também conhecido como diagrama de espinha de peixe ou como diagrama de causa-efeito.

Esta ferramenta tem como objetivo agrupar e visualizar as várias causas que estão na origem dos problemas ou, por outro lado, oportunidades de melhoria. Depois de agrupadas as causas é possível identificar as relações entre os fatores envolvidos.

Ao longo da sua espinha, são identificados os problemas e qual o tipo estes se inserem. Os tipos são então divididos em método, matéria-prima, mão-de-obra, máquinas, medição e meio ambiente. Estes tipos são conhecidos como os 6 M. O Diagrama pode ser visualizado na Figura 9.

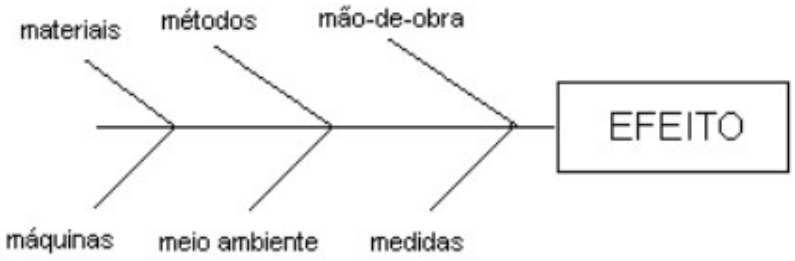


Figura 9 - Diagrama de Ishikawa. Fonte: http://www.esalq.usp.br/qualidade/ishikawa/pag1.htm

Desta forma, é possível estruturar quais as potenciais causas para um determinado problema ou, também, uma oportunidade de melhoria, assim como seus efeitos sobre a qualidade dos produtos.

2.2.7 Gemba Walk

Para Euclides Coimbra (Coimbra 2013) é necessário dedicar algum tempo ao *Gemba*, ou seja, deve ser destinado algum tempo do horário de trabalho para observação do chão de fábrica onde estão os operadores e as atividades onde se gera valor. Os objetivos deste contacto real com o processo são promover a produtividade e a qualidade. Numa indústria alimentar é também necessário haver este controlo, pois é necessário controlar o clima e o estado de cada população.

Existem inúmeras formas de realizar o *gemba walk*, contudo para esta dissertação irá ser utilizada a metodologia proposta por Masaaki Imai (Imai 2012) que pode ser resumida pela Figura 10.

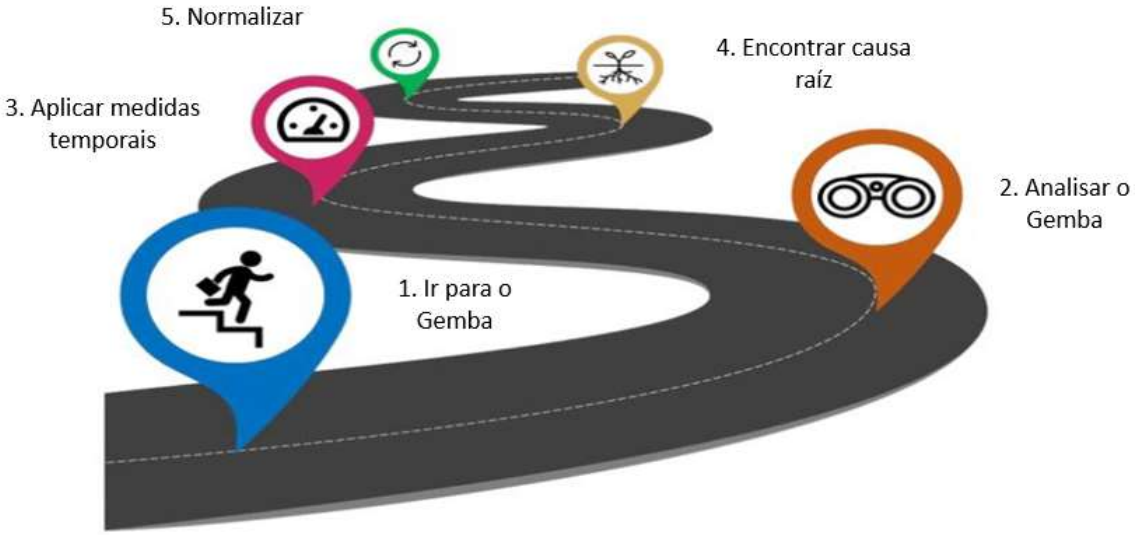


Figura 10 - Gemba walk segundo Masaaki Imai.
Fonte:https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/29880/AlvaroSaenzCortabarria_TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

1. Ir para o *gemba*, para observar de perto todo o processo;
2. Analisar o chão de fábrica, para procurar problemas e oportunidades de melhoria;
3. Se necessário tomar medidas temporárias e de rápida atuação;
4. Encontrar causa raíz, através das ferramentas estudadas nos subcapítulos anteriores, os 5 porquês ou o diagrama de Ishikawa;
5. Normalizar a solução, para que os benefícios obtidos permaneçam na empresa.

O *gemba* walk deve ser acompanhado por uma *checklist,* previamente desenvolvida e sistematicamente melhorada, de modo a verificar se existem problemas nos locais críticos e se as ações passadas ainda estão ativas. Caso haja algum problema recorre-se a outras ferramentas para encontrar a causa raíz e estruturar um plano de ação para que seja resolvido esse ponto. As ferramentas como o ciclo PDCA e o 5 *Why´s* combinados com o *gemba walk* são cruciais para a melhoria contínua, pois é através da constante procura por problemas e oportunidades que se aumentará a eficiência e eficácia do processo.

2.2.8 Gestão visual

Sabendo que o ser humano é uma criatura que normalmente responde rápido a estímulos visuais, interpreta e absorve grande parte da informação através dos olhos, é de extrema

importância dar valor a esse recurso. Assim, surgiram os sistemas de gestão visual que têm o objetivo de facilitar as tarefas e a comunicação entre os colaboradores através de recursos visuais, como cores, sinais luminosos, post-its ou monitores. Fitas coloridas no chão para identificar passagens e zonas de armazenagem de materiais são um dos inúmeros exemplos.

Este controlo visual permite, quase de forma imediata, saber se e quais os produtos estão em falta, quantidades erradas, locais errados e identificação erradas.

Dentro da gestão visual podem ser considerados os *Andon*, palavra japonesa que significa dispositivo de sinalização luminosa ou sonora, que indicam uma tarefa, estado ou necessidade, evitando desperdícios de movimentações e excesso de informação. Usualmente usados com carácter binário, detetam a presença ou ausência do estímulo.

Também dentro do mesmo âmbito, os *Kanban*, palavra japonesa que significa sinal, têm como objetivo gerir e controlar os fluxos de material e informação no *gemba*, tornando os fluxos de informação e material mais eficientes. É uma forma de ordenar o trabalho, definindo-se como produzir, transportar, entregar e repor. Para o criador deste sistema, Taiichi Ohno (Ohno 1997) os *Kanbans* tem as seguintes funções:

- Fornecer informação sobre *picking* ou transportar;
- Fornecer informação sobre a produção;
- Impedir a superprodução e transporte excessivo;
- Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias;
- Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz;
- Revelar os problemas existentes e manter o controlo dos *stocks*.

Os *Kanbans* são agrupados em dois tipos consoante a sua finalidade (Pinto 2009):

***Kanban* de produção** – a sua função é autorizar a produção. Apenas quando é implementado é efetuada a ordem de trabalho. Geralmente tem um formato de cartão com o tempo, quantidade e necessidade de trabalho que é necessário realizar.

***Kanban* de transporte** – tem a função de autorizar o transporte ou movimentação. Tem o efeito semelhante ao de produção, contudo neste caso despoleta transporte. Neste caso deve conter descrito o material, a quantidade e a sua localização em armazém.

É necessário conhecer o número de *Kanbans*, pois um número abaixo do ideal leva a ruturas no fornecimento e, consequentemente, ruturas no fluxo. Assim, torna-se crucial tentar encontrar o número ideal de *Kanbans*. A fórmula original da Toyota é:

$$K = D * L\ (1+S) / C$$

Onde:
K representa o número ideal de Kanbans em circuito,
D a procura prevista,
L o lead time,
S coeficiente de segurança e
C o número de unidades por *container* (recipientes onde os produtos são transportados).

Atualmente os *Kanbans* estão a migrar para os escritórios, pois facilita a gestão visual, através de post-its, das tarefas e ações de melhoria a realizar, facilitando a comunicação dentro da equipa de trabalho.

Com a implementação de gestão visual os colaboradores conseguem gerir e controlar as suas tarefas de forma mais rápida, autónoma e amigável. A prática dos 5S é um enorme contributo para a implementação visual.

2.3 TPM

Womack e Jones (James P. Womack 2003) definiram TPM como a metodologia que tem o objetivo de atingir o desempenho esperado dos equipamentos, assegurando que os processos não sejam interrompidos ao longo do processo.

O T significa Total, todos os colaboradores devem estar envolvidos no processo de modo a maximizar os resultados da empresa.

O P significa Productive, produtiva, a busca interminável pela máxima eficiência da produção, através da minimização dos acidentes, defeitos, falhas, ou qualquer outro tipo de perda.

O M significa Maintenance, manutenção, preservação dos equipamentos e de todo o sistema produtivo, não só operacional como qualquer outro como seja o administrativo.

Assim sendo a TPM tem como princípios aumentar a eficácia global dos equipamentos, planear o sistema de manutenções, envolver todos os colaboradores, através da promoção do trabalho de equipa, responsabilizar os operadores na monitorização das condições do equipamento e de formações nas respetivas áreas de competência.

A TPM está sustentada em oito tipos de atividades que podem ser representadas em pilares como se pode observar na Figura 11.

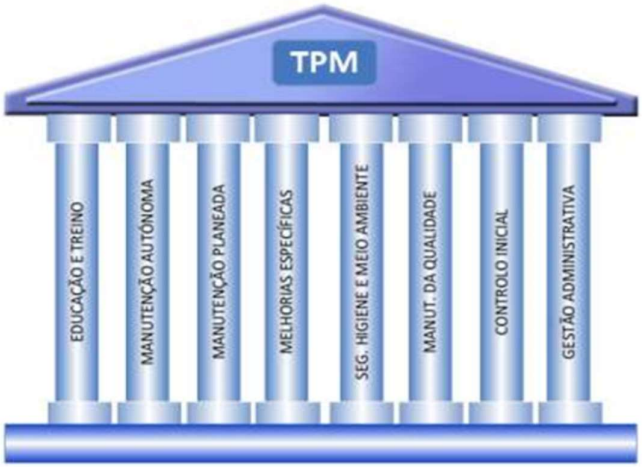


Figura 11 - Modelo TPM. Fonte: https://industriahoje.com.br/o-que-e-tpm-total-productive-maintenance

De forma sucinta e apoiado por M. Tavares (Tavares 2012) os pilares do Modelo TPM podem ser descritos da seguinte forma:

Educação e treino – Transmissão de conhecimento à cerca da produção e manutenção, com o objetivo de elevar a motivação e eficácia dos operários aquando realizam as suas funções.

Manutenção autónoma – Ensinar os operadores a ter responsabilidade pelos equipamentos de forma a que estes zelem pelas suas ferramentas de trabalho e apliquem os conhecimentos básicos de manutenção, como a limpeza, inspeção e lubrificação, para libertar os operadores qualificados para tarefas com maior necessidade técnica.

Manutenção planeada – Realização de um plano de manutenção produtiva eficaz e eficiente, com o objetivo de preservar as condições originais dos equipamentos e dos processos. Este

planeamento visa reduzir os custos associados à manutenção, pois torna-se numa manutenção controlada e preventiva, ao invés de reativa, e está dividida em três tipos:

- Corretiva, diz respeito à correção de anomalias detetadas e restaurar o funcionamento esperado;
- Preventiva, envolve ações, como por exemplo, limpeza e inspeção para reduzir o risco de ocorrência de mau funcionamento do processo;
- Preditiva, passam por ações após o conhecimento de alguns sintomas que assinalem possibilidade de anomalia, servindo como exemplo ruídos estranhos.

Melhorias específicas/ manutenção centrada – Identificação e eliminação de qualquer tipo de perda de produção, como o objetivo de maximizar o rendimento global dos equipamentos.

Segurança, higiene e meio ambiente – Criação de um ambiente de trabalho seguro focado em eliminar possibilidade de acidentes de trabalho.

Manutenção de qualidade – Controlo da produção, dos produtos e de equipamentos de forma proativa de modo a eliminar anomalias no processo e defeitos nos produtos.

Controlo Inicial/ Manutenção da melhoria – A experiência obtida em projetos passados e o seu aprendizado são importantes para facilitar a identificação de desperdícios e posteriormente eliminá-los. Assim, garante-se que o rendimento global dos equipamentos seja elevado.

Gestão administrativa/ TPM administrativo – Identificação e redução de desperdícios relacionados com a parte administrativa para aumentar a sua produtividade. Analisar todos os setores da empresa, desde a produção aos recursos humanos.

Na base destes oito pilares está a metodologia 5S, explicada anteriormente, pois torna-se impossível implementar de forma eficaz o TPM sem que haja previamente uma preocupação com a área de trabalho.

2.4 Avaliação de eficiência

A definição e formalização de objetivos é fundamental para a orientação dos colaboradores por forma a garantir que as empresas alcançam os resultados ambicionados. Estes objetivos deverão ser específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e tangíveis, também conhecidos pela sigla SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Timebound*).

Na prática, os objetivos, como o nome indica, devem ser objetivos, possíveis de alcançar dentro de um período aceitável, conversíveis para valores quantificáveis, de forma a possibilitar a comparação e que tragam benefícios para a empresa.

Sabendo que os objetivos devem ser possíveis de conversão quantitativa, é necessário criar formas de os quantificar. Assim, segundo F. John Reh (REH 2009), "KPI (*Key Performance Indicators*) são medidas quantificáveis que refletem os fatores de sucesso de uma organização, sendo que diferem para cada caso específico."

Os *KPI* podem ser divididos em três tipos:

- **Indicadores de Produtividade** (eficiência): Comparam a proporção de recursos consumidos com os *outputs* originados do processo.
- **Indicadores de Qualidade** (eficácia): Focam nas medidas de satisfação dos utilizadores e as características do produto;
- **Indicadores de Capacidade**: Utilizados para medição da relação entre a capacidade de produção e a carga de trabalho.

Apesar de existirem vários tipos de indicadores, todos eles são importantes para a análise da criação de valor, para a monitorização do cumprimento dos objetivos previamente definidos e para a tomada decisão. Todos os indicadores devem respeitar as seguintes características (Alvandi 2012):

- Medidas não-financeiras (não deverão ser traduzidos em moeda);
- Medidos e atualizados frequentemente;
- Definidos e monitorizados pelo CEO e uma equipa de gestores sénior;
- Interiorização das medidas e das ações de correção a tomar por parte de todos os envolvidos;
- Funcionam como interligação de responsabilidades da equipa;
- O impacto causado é significativo, sendo que afetam todos os fatores de sucesso;
- Impacto positivo, na medida em que afetam as outras medições de desempenho de forma positiva.

Sabendo que tipos existem e que características devem possuir, o passo seguinte é escolher quais são os indicadores que melhor servem os requisitos da empresa, sendo que, escolhê-los incorretamente, poderá comprometer o sucesso desta.

A criação da combinação ideal de indicadores de desempenho requer objetividade para não divergir, humildade para não inflacionar resultados e trabalho em equipa.

A escolha e criação de cálculos de monitorização pode ser realizada em seis fases (Ralha 2015):

1. **Brainstorming** – Nesta fase cria-se a lista dos possíveis *KPI* que poderão ser utilizados;
2. **Analisar e selecionar** – Após ter a lista concluída, devem ser respondidas as seguintes perguntas:

- Como medir?
- Quem irá medir?
- Que benefícios se obtém ao medir?
- Vale a pena gastar tempo em medir e analisar os dados?

No fim desta fase deve ser possível saber qual o âmbito do indicador, a sua descrição, a fórmula e unidade de medida, quem mede e com que frequência, quem atua, os benefícios trazidos e qual o objetivo.

3. **Normalização do resultado**

Para comparar resultados e criar um único valor global é necessário definir que tipo de valores são obtidos através das fórmulas anteriormente criadas e normalizá-los. Pode-se obter diversas fórmulas consoante o alvo, exemplificando:

- O objetivo é atingir **0%** - Valor Normalizado = 1 – ($Result$ado /100)
- O objetivo é atingir **100%** - Valor Normalizado = ($Result$ado /100)
- **Inclui a variável tempo** e o objetivo é **reduzir** o valor:

  Valor Normalizado = 1 - (Resultado-Valor Alvo) / Valor Alvo
- **Inclui a variável tempo** e o objetivo é **aumentar** o valor:

  Valor Normalizado = (Resultado-Valor Alvo) / Valor Alvo

4. **Atribuição do peso**

Escolher qual a influência de cada indicador multiplicando por um coeficiente.

5. **Cálculo do desvio padrão**

A fim de perceber se o valor está ou não acima das expetativas. Dando o alerta é necessário dar extra atenção aos resultados.

6. **Normalização do valor final**

   Para facilitar a análise do resultado deve ser colocado o valor em percentagem.

   O cálculo final de desempenho global pode ser descrito na seguinte fórmula:

   Valor Global Normalizado = Resultado Atingido / Objetivo *100

2.5 Layout

É fulcral desenhar o layout que se adeque à área e ao processo para um fluxo de produção saudável e contínuo. Na prática um layout ergonómico traz melhores condições de trabalho e melhor aproveitamento do espaço. Mas antes de desenhar o layout é necessário caracterizar qual o tipo de produção em causa.

2.5.1 Organização da produção

Existem quatro maneiras de organizar a produção e são divididas da seguinte forma, podendo ter uma combinação das características consoante o produto e processo e o objetivo da empresa (Richard B. Chase 2013):

- **Make-to-stock -** empresas que servem os seus clientes a partir do inventário de produto acabado;
- **Assemble-to-order**: empresas que combinam um determinado número de módulos pré montados para responder às necessidades dos clientes;
- **Make-to-order**: empresas que respondem às necessidades do cliente através da produção desde as matérias-primas, partes e componentes;
- **Engineer-to-order**: empresas que trabalham juntamente com o cliente para desenvolver o produto desde o seu design.

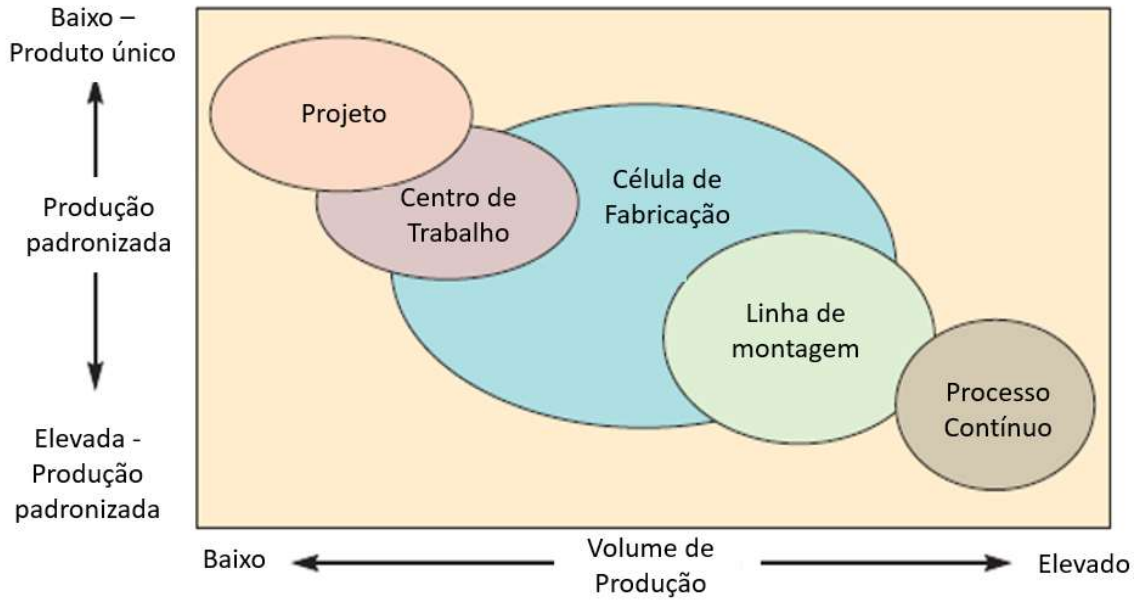


Figura 12 - Tipos de organização da produção.

Sabendo as características citadas no parágrafo anterior pode-se definir então o estilo de layout a adotar. Estes são divididos em cinco categorias (Richard B. Chase 2013), que podem ser visualizados na Figura 12:

- **Layout de Projeto** – Produto se mantém fixo e todo material e equipamento é trazido ao local de produto. Um exemplo é a construção de navios.
- **Células de Fabrico** – Zonas onde são produzidos os produtos com necessidades semelhantes de processo.
- **Linha de Montagem** – Os processos estão dispostos de forma sequencial de forma a obedecer a ordem de fabrico para obter o produto final.
- **Job Shop –** As máquinas estão colocadas consoante a sua semelhança na função.
- **Processo Contínuo** – Comparável com a linha de montagem, contudo os produtos encontram-se no estado líquido.

Ao identificar os tipos de layout nota-se que estes estão intimamente ligados ao processo de produção e estes devem-se moldar de forma a manter o fluxo o mais *lean* possível.

Também é importante não esquecer que existem as matérias primas e os materiais consumíveis, que devem estar tão próximos quanto possível da zona da sua utilização e cumprir todos os critérios para reduzir os *muda*, como por exemplo, minimizar os movimentos de *picking*.

2.6 Envolvimento das pessoas

A otimização dos recursos existentes leva ao sucesso e à evolução de uma empresa ao longo do tempo. A estratégia de qualquer uma passa por essa otimização e de todos os recursos disponíveis, onde as pessoas são o elemento mais importante, pois são elas que influenciam significativamente os resultados e a trajetória que a firma segue (Barbosa 2013).

Assim, é necessário que as pessoas estejam comprometidas e envolvidas no processo. Não é por acaso que este envolvimento seja um dos pilares do sistema *lean* de produção. Torna-se

facilitada a promoção da melhoria contínua e da inovação quando toda a equipa está alinhada e motivada para atingir o sucesso.

Contudo, existe tendencialmente resistência à mudança e à destruição de paradigmas existentes, pois as pessoas confortam-se com a repetição das tarefas e preferem mantê-las em vez de as mudar. Uma possível solução para eliminar esta resistência é a implementação de pequenas mudanças, aumentando os standards gradualmente e envolver os colaboradores nesses projetos de mudança para que estes entendam a razão dessas alterações e motivarem-se ou até mesmo exporem as suas opiniões (Coimbra 2013).

A criação da uma cultura *lean* começa na comunicação entre as pessoas, com o objetivo de envolver e unir toda a equipa. É importante que haja preocupação em melhorar as condições de trabalho e em reconhecer o esforço de cada um na empresa. Também é necessário que se imponham regras e disciplina. O 5S, previamente explicado, é um exemplo dessa disciplina, o que para além de tornar o ambiente de trabalho mais rigoroso, torna-o mais *clean* e agradável de se estar.

3 Situação inicial

Este capítulo tem o objetivo de explicitar como funciona atualmente a empresa, o seu processo e os seus produtos, os fluxos de informação e de materiais e os problemas e oportunidades de melhoria em cada uma das fases. Posteriormente, no capítulo quatro, serão detalhadas as propostas de melhoria. Na estruturação do trabalho descrito neste capítulo foi necessário, por forma a ser possível compreender o processo, implementar algumas ferramentas *lean* nomeadamente o VSM.

Os insetos devem ser criados em espaços contidos e vedados, o que permite controlar rigorosamente a temperatura e humidade e evitar infestações de outros seres vivos, bem como a sua fuga. Também é necessário proteger a produção da exposição a agrotóxicos e pesticidas.

A alimentação dos insetos, designada por substrato, é composta por hidratos de carbono provenientes de dreche de cerveja, restos de panificadoras e outros subprodutos de materiais e por proteínas de produtos como levedura de cerveja, bagaço de soja, girassol, colza, entre outros. Os frescos são alimentos como legumes e frutas que são desperdiçados pelas empresas de Retalho e servem como suporte de micronutrientes e água.

O processo de criação de quase todas as espécies de insetos é semelhante. As variações do processo ocorrem em função do ciclo de vida e transformações do próprio inseto. A empresa baseou a sua produção em processos pré-existentes variando, em algumas etapas, consoante a espécie, na forma de alimentação, condições de habitat e processo de transformação. A Figura 13 exemplifica o processo de forma genérica e o ciclo de vida deste ser vivo.

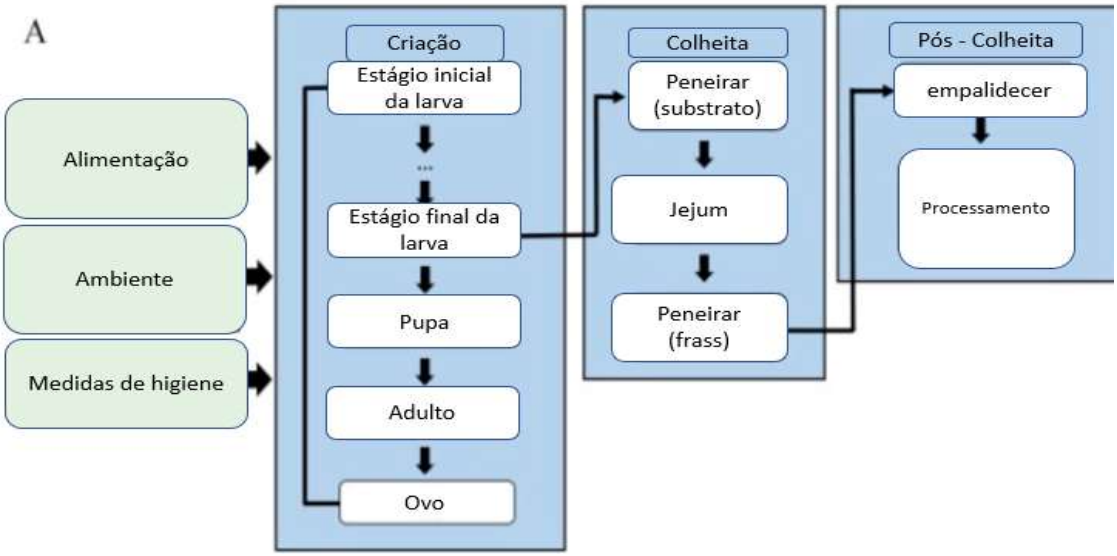


Figura 13 - Processo industrial e ciclo de vida dos tenébrios.

3.1 Layout

Como explicado no capítulo dois, é importante desenhar o layout de forma a agilizar e facilitar os processos e movimentações.

Na fase de protótipo, grande parte das movimentações associadas a transporte de materiais, alimentação e higienização não existem ou são reduzidas tendo sido necessário estimar o esforço associado no contexto da nova fábrica.

O tipo de produção é *assemble-to-order*, ou seja, o fluxo estagna depois da etapa de desidratação e consoante a escolha do cliente o produto ou segue diretamente para o embalamento ou ainda é sujeito a uma operação de moagem.

Para a produção e transformação de insetos são necessárias áreas específicas para cada atividade. Podem ser identificadas as áreas *core* desta Indústria e de uma fábrica em geral:

- Cais de receção;
- Cais de expedição;
- Armazenamento de MP;
- Armazenamento de produto acabado;
- Tratamento de MP e de produto acabado;
- Criação dos insetos;
- Abate de insetos (câmara de frio);
- Peneiração;
- Lavagem das caixas;
- Cozinha (transformação das larvas);
- Áreas administrativas e sociais (Escritório, casa de banho e balneário).

3.1.1 Protótipo

O protótipo, que foi explorado durante um ano, era composto por um espaço de produção, desde a fase de maturação até ao abate e outro espaço para as restantes operações. Com a utilização da aplicação foi desenhado o modelo como pode-se observar na Figura 14.



Figura 14 - Layout do Protótipo.

O protótipo, como o nome indica, foi um treino que durou cerca de um ano para familiarização com o processo e com as exigências dos seres vivos. Durante este período foram afinados a combinação de alimentos, o espaço necessário por larva, a luz, a temperatura e a humidade das operações e técnicas de transformação.

3.1.2 Novo espaço

O novo espaço trará alguns desafios a este projeto, como as movimentações de centenas de caixas que circulam em cada atividade, climatização dos contentores, alimentação dos seres vivos.

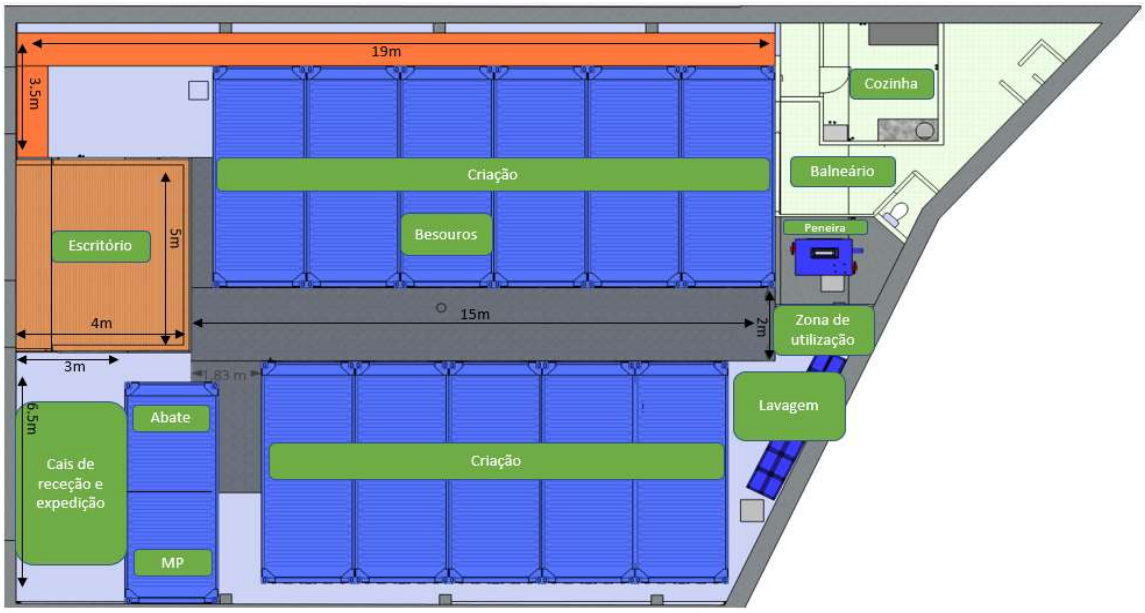


Figura 15 - Layout original da Fábrica.

O layout original em implementação antes do presente projeto é exibido na Figura 15. Destacam-se os contentores para criação que já estão posicionados, como mostra a figura, o que impossibilita qualquer movimentação destes.

O cais para receção de substrato e expedição de produto acabado está igualmente representado na Figura 15.

O contentor adjacente ao cais de receção e expedição é composto pela câmara de secagem que trata e armazena o substrato e pelo abate das larvas por congelamento, sendo que o calor gerado pela bomba de refrigeração é aproveitado para tratar do substrato.

A maturidade para abate dos insetos (tenébrios) é de nove semanas. Por forma a permitir um fluxo de produção estável, os insetos são divididos por idade correspondendo cada contentor a um lote com uma determinada idade. Os insetos encontram-se em caixas de criação empilhadas dentro dos contentores. As caixas de criação são a unidade de movimentação dos insetos. Assim, na fase de produção em pleno, a fábrica disporá de 9 contentores, com 416 caixas cada, correspondendo cada contentor a uma semana de produção. Após o abate o contentor que fica disponível reinicia o ciclo de produção com novo lote de insetos. Existem ainda dois contentores adicionais, um com besouros (insetos reprodutores) e outro para experiência com outras famílias de insetos (mosca soldado negro e grilos, atualmente).

A peneira, onde é feita a separação dos insetos do substrato, encontra-se junto da lavagem, permitindo a higienização imediata das caixas após o seu esvaziamento.

Na área da cozinha ocorre a transformação dos insetos abatidos em produto acabado.

A zona de utilização é o local onde se encontram as caixas lavadas, o recipiente de substrato e as caixas de larvas jovens que, posteriormente combinadas, originam as caixas de criação que serão colocadas nos contentores.

O layout é exibido antes da explicação detalhada do processo, facilitando a compreensão de todos os fluxos.

3.2 Processo de produção e VSM

Contruiu-se um VSM de raíz atendendo a que a empresa não dispunha, à data, dessa ferramenta. Este VSM é já da fase de fábrica, pois as operações principais são as mesmas da fase de

protótipo. No entanto, no novo estabelecimento haverá mais operações de higienização, formulação de substrato e movimentações que não aconteciam no protótipo.

Devido à elevada utilização de mão de obra nas atividades irá ser contabilizado o tempo gasto e o número de vezes que cada uma é realizada por lote (ciclo de vida por contentor = 9 semanas). No caso das atividades que envolvam transporte também será calculado a distância percorrida.

3.2.1 Escolha das caixas

Foi realizado um estudo prévio a este projeto sobre qual a dimensão ideal das caixas para cada fase. As variáveis desse estudo foram os níveis de densidade da população e as taxas de crescimento e reprodução. Assim, ao longo do processo são utilizados diferentes tipos de caixas que se adaptam a cada fase, variando em tamanho, volume e forma.

Já no âmbito deste projeto, tendo em vista a utilização das ferramentas 5S e gestão visual foi criada uma matriz de cores para os vários fluxos:

Tabela 1 - Cor da caixa consoante a sua função.

Cor	***Fluxo***
Verde	Substrato
Azul	Criação
Castanho	*Frass*
Vermelho	Abate
Laranja	Reprodução

Para a fase de tratamento de substrato serão utilizados os carrinhos de transporte (5), cinzento com uma risca verde, como demonstra a Figura 16. A risca verde identifica a fase de tratamento do substrato.

Na fase de criação há três tipos de caixas:

- as caixas de reprodutores (2) de cor laranja, onde estão os besouros que procriam, havendo uma malha no seu fundo para permitir que os ovos caiam para as caixas de ovos (3);
- as caixas de ovos, de alumínio (3), onde são depositados os ovos de besouro;
- as caixas de criação (1), de cor azul, onde as larvas se vão desenvolver até ao seu abate.

Na fase de abate utilizam-se as caixas de larvas para abate (4), com a risca amarela para recolher as larvas que saem da peneira, sendo depois encaminhadas para a camara de frio. As caixas de *frass* (6), cinzentas com a risca castanha, serão utilizadas para recolher e transportar o *frass.*



Figura 16 - Tipos de caixas.

3.2.2 Aspetos Gerais do VSM

Definiram-se as unidades de medida a utilizar para medição de tempos e frequência com que cada atividade é realizada, optando-se por minutos por caixa de criação e número de vezes que a atividade é realizada por lote, respetivamente, facilitando a análise de todos as atividades e, posteriormente, facilita a conversão para custo de mão de obra.

É importante referir que alguns tempos, como os de movimentação e algumas atividades que não existiam na fase de protótipo, são baseados em simulações no local, porém sem o equipamento que fará esses movimentos. Já os que provêm da fase de protótipo são obtidos pela base de dados da empresa e apresentam uma pequena amostragem.

No VSM preenche-se a atividade com a cor da fase a que esta inserida.

Nesta fase do projeto e para esta dissertação, o número de movimentações/caixas é mais relevante do que a quantidade transportada dentro da caixa, porque o âmbito deste projeto insere-se na melhoria do fluxo e das operações de logística e não em engenharia agropecuária.

Decidiu-se, em primeiro lugar, dividir o processo em dois grupos de atividades, cada uma com as suas especificidades, tendo em consideração a legislação aplicável.

Todas as atividades desde a receção do Substrato até ao Abate dos insetos enquadram-se no Grupo "**Agropecuária".** As atividades de transformação dos insetos abatidos em produto acabado fazem parte do Grupo" **Indústria Transformadora"**.

Na figura 17 é possível observar quais as Atividades e as Fases a que pertencem em cada Grupo:

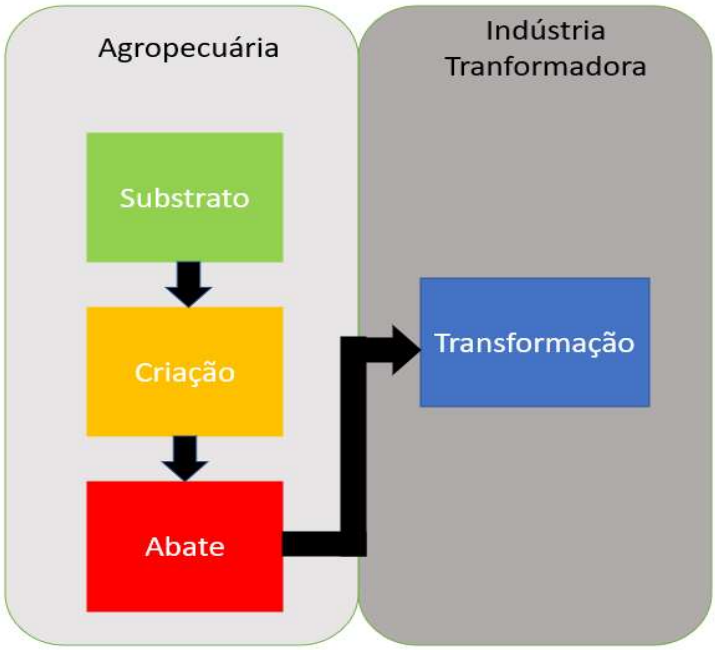


Figura 17 - Processo da Indústria de insetos.

Cada fase, identificada na figura 17, é detalhada nos subcapítulos seguintes identificando as respetivas atividades, tempos médios de execução, quantidade de mão-de-obra utilizada, o tipo de trabalho e com que frequência se efetuam.

Devido à complexidade de cada fase, todas as imagens serão exibidas em anexo, do A ao E, e poderá observar-se cada uma individualmente e o resultado da construção do VSM da fábrica. Já em cada subcapítulo irão ser exibidas todas as atividades, com a sua descrição, tempo de ciclo, frequência, metros percorridos no total por atividade quilogramas por unidade de transporte, número de movimentos por unidade, tempo total e número total de quilogramas transportados. Todos estes valores são de acordo com um lote, ou seja, um ciclo de vida da população.

3.2.3 Substrato

Esta fase concentra todas as atividades relacionadas com o substrato, até ao seu transporte para a zona de criação. A Tabela 2 exibe cada atividade desta fase e as suas respetivas características.

Tabela 2 - Fase de Substrato.

Fase	Atividade	empo de ciclo (min/caixa	Frequencia (x/lote)	metros por atividade	Nº Kg por Unidade de Transporte	nº movimentos por atividade	Tempo Total	nº de kg transportados atividade
Substrato	Desccarga e Receção Substrato e Alimentos	0.04	1	100	30	30.5	16.64	869.44
	Armazenamento + Desidratação	0.08	1	100	30	30.5	33.28	869.44
	Moagem	0.4	1	0	0	0.0	166.4	0
	Formulação	0.024	1	0	0	0.0	9.984	45.76
	Encher o carrinho de Transporte de susbtrato	0.055	1	0	7.5	122.0	22.88	960.96

Esta fase é dividida em duas subfases:

- Receção e armazenagem de substrato;
- Preparação de Substrato.

A **primeira subfase** inicia-se com a Descarga e Receção de Substrato, que atualmente são originários de subprodutos da cadeia alimentar humana, promovendo a economia circular e diminuindo o desperdício. A atividade passa por descarregar do camião, colocar no cais e

registar a entrada de Substrato. Esta atividade demora 0,04min / caixa e movimentados em sacos de 30 kg.

A Armazenagem do substrato demora, em média, 0,08 min /caixa, sendo colocadas num recipiente na câmara de secagem, o primeiro contentor junto ao cais de receção de Substrato. Este é mantida em armazém até que seja necessária na fase de criação.
As atividades somam um total de cerca de 50 minutos por lote e são realizadas com frequência de 1 vez por lote. São percorridos cerca de 200 metros.

A **segunda subfase** começa por moer todo o substrato, para obter a granulometria correta. Esta atividade realiza-se em 0,4 minutos por caixa, e após esta atividade misturam-se os hidratos com proteínas de acordo com a fórmula (5% de proteínas). A atividade gasta 0,024 minutos por caixa.

Esta duas atividades totalizam 176 minutos.

Por fim, enche-se o carrinho de transporte (5), com recipiente próprio com capacidade de 7,5 quilogramas, 0,167 min/ caixa.

A fase de Substrato utiliza 250 minutos em mão de obra e percorrem-se 200 metros.

3.2.4 Criação

Esta fase é constituída por todas as atividades, exibidas na Tabela 3, desde o transporte de substrato e transporte de besouros e caixas lavadas provenientes da peneira até à retirada das caixas de criação para o jejum. A criação é dividida em três subfases:

- Criação do lote;
- Maturação da população;
- Tratamento de besouros.

Tabela 3 - Fase de Criação.

Fase	Atividade	Tempo de ciclo (min/caixa)	Frequencia (x/lote)	metros por atividade	Nº Kg por Unidade de Transporte	nº movimentos por atividade	Tempo Total	nº de kg transportados atividade
Criação	Transporte até Zona de utilização (substrato)	0.028	1	252	200	4.58	11.65	915.20
	Acrescentar Mistura à caixa	0.167	1	0	2.2	416.00	69.47	915.20
	Retirar caixa de ovo da zona dos reprodutores e colocar outra	0.083	1	0	0.5	416.00	34.53	208.00
	Transporte até Zona de utilização (ovos)	0.16	1	3120	1	208.00	66.56	208.00
	Acrescentar larvas da primeira semana de vida	0.041	1	0	0.5	416.00	17.06	208.00
	Transportar e higienizar caixa ovo	0.09	1	15	0	416.00	37.44	0.00
	Transporte de caixas para perto do contentor de criação	0.03	1	97.5	64	6.50	12.48	416.00
	Dispor as caixas no contentor	0.25	1	572	4	104.00	104.00	416.00
	Recolha eTransporte de besouros para o contentor de reprodução	0.004	0.2	15	10	2.08	0.33	20.80
	Pesar e adicionar a caixa de reprodutores jovens	0.8	0.2	2.75	0.25	83.20	66.56	20.80
	Retirar e transportar besouros para a zona de Abate	1	0.2	7.5	40	0.52	83.20	20.80
	Abate besouros com + 6semanas	0.87	0.2	0	40	0.00	72.38	0.00
	Alimentação Frescos	0.1	27	3861	0.08	11232.00	1123.20	898.56

A **criação do lote** é composta pelas atividades realizadas na seguinte sequência:

Transporte de substrato até á zona de utilização pelo carrinho de transporte (5) com capacidade de 200kg de cada vez, totalizando 11,65 minutos por lote e são percorridos 252 metros.

No contentor de reprodução são retiradas as caixas de ovos (3), já com uma semana, e são colocadas outras idênticas, atividade realizada em 0,083 minutos por caixa, originando um total de 34,5 minutos. Estas caixas são empilhadas e colocadas numa bancada para depois serem transportadas.

As caixas de ovos (3) são transportadas até zona de utilização, duas de cada vez totalizando 0,16 minutos por caixa, percorrem-se cerca de 3.120 metros num período de 66,56 minutos. As caixas de criação (1) lavadas na fase de abate já se encontram na zona de utilização.

De seguida, coloca-se a mistura nas caixas de criação (1). Cada uma leva 0,167 minutos a encher, respeitando a quantidade previamente definida. As larvas jovens são adicionadas às caixas de criação, consumindo 0,041 minutos por caixa. Assim o esforço por caixa resulta em 0,208 minutos resultando num total de 86,53 minutos por lote.

A primeira subfase termina com o transporte das caixas de criação (1) para junto do contentor vazio. São transportadas de cada vez no empilhador 64 caixas, o que se reflete em 7 movimentos por lote num total de 12,48 minutos e 97,5 metros. Finalmente, a disposição das caixas de criação para a maturação dentro do contentor consome 0,25 minutos por caixa. As caixas são movimentadas em grupos de 4 o que perfaz um total de 104 minutos por lote sendo percorridos 572 metros.

Separadas do fluxo, as caixas de ovos (3) que sobraram são lavadas e guardadas no contentor dos besouros para que possam ser utilizadas na próxima troca de caixas. Consomem-se 0,083 minutos por caixa, aproximadamente meia hora para esta atividade por lote.

A **maturação da população**, durante 9 semanas, passa por sucessivas metamorfoses até atingir o tamanho desejado. Durante esta subfase devem ser adicionados os frescos, legumes e frutas ao longo do processo de crescimento (alimentação dos insetos). Os frescos são de extrema importância, já que são uma importante fonte de macro e micronutrientes e água. No caso dos Tenébrios são a única fonte de macro e micronutrientes. A atividade tem um tempo de ciclo de 0,1 minutos por caixa.

Ao longo das nove semanas é necessário realizar esta atividade 27 vezes, o que remete a um total calculado de 1.123,2 minutos por lote e uma distância percorrida de 3.861 metros. Os frescos encontram-se à entrada do contentor e o operador apenas consegue alimentar uma coluna de cada vez. Como são 26 colunas com uma distância média de 5,5 metros é necessário percorrer cerca de 143 metros a cada dia de alimentação de um contentor consumindo 35 minutos.

A **última subfase** é o tratamento dos besouros, os reprodutores.

A alimentação consome 0,1 minutos por caixa na mesma frequência com que se alimentam as larvas.

Na sexta semana são selecionados os besouros para repovoamento. Os besouros são recolhidos da peneira para as caixas e são depois transportados para o contentor dos besouros. Nesta atividade consome-se 0,004 minutos por caixa. Uma vez dentro do contentor e em simultâneo, caixa a caixa, retiram-se os besouros velhos para um recipiente e, em seguida, os besouros novos são pesados e colocados na caixa vazia, consumindo 0,8 minutos por caixa. Para repovoar o contentor de reprodutores deve ser canalizada 3 a 5 % da produção.

Os besouros velhos são transportados para a zona de abate consumindo 1 minuto por caixa e abatidos através de congelamento. Ainda não existe conhecimento científico suficiente para transformação dos besouros, daí os besouros velhos serem considerados desperdício.

É efetuado o registo, associando o lote do substrato ao lote de crescimento e respetiva data e o lote de produtores. Assim garante-se a rastreabilidade de todo o processo.

Ao fim de nove semanas as larvas estão prontas para serem abatidas. A fase seguinte é composta por todas as atividades relacionadas com o seu abate.

3.2.5 Abate

Atingindo a idade de abate, as caixas com os Tenébrios são viradas para uma peneira, que permite separar as várias fases das larvas, a respetiva excreta (*frass*), as larvas mortas, quitina, e os besouros. Na fase de protótipo apenas era possível diferenciar as larvas dos besouros e *frass*.

Esta fase, onde as atividades podem ser observadas na Tabela 4, é dividida em duas subfases:

- A pré-peneiração designada de **jejum**;
- Peneiração e abate.

Tabela 4 . Fase de Abate.

Fase	Atividade	Tempo de ciclo (min/caixa)	Frequencia (x/lote)	metros por atividade	Nº Kg por Unidade de Transporte	nº movimentos por atividade	Tempo Total	nº de kg transportados atividade
Abate	Retirar as caixas da zona de criação e colocar na zona de jejum	0.03	1	97.5	64	6.50	12.48	416.00
	Retirar da zona de jejum	0.056	1	195	64	6.50	23.30	416.00
	Higienização do contentor vazio	0.036	1	0	0	0.00	14.98	0.00
	Virar caixas de criação para a peneira	0.083	1	0	1	416.00	34.53	416.00
	Lavagem,secagem das caixas e disposição na zona de utilização	0.25	1	832	0	416.00	104.00	0.00
	Peneiração	0.79	1	0	0	0.00	328.64	0.00
	Desperdício (besouros)	0.012	0.8	20	5	1.00	3.99	5.00
	Recolha e Transporte (frass)	0.012	1	20	416	1.00	4.99	416.00
	Tratamento térmico	0.144	1	0	0	0.00	59.90	0.00
	Desperdício (quitinas e larvas mortas)	0.012	1	40	15	1.00	4.99	15.00
	Recolher e Transportar larvas para Abate	0.1	1	832	20	20.80	41.60	416.00
	Abate por Congelamento	0.865	1	0	20	0.00	359.84	0.00

Em primeiro lugar, retira-se as caixas da zona de criação para a zona de jejum, consumindo 0,03 minutos por caixa, em lotes de 64 caixas, num total 12,48 minutos e percorrendo 105 metros por lote. Durante as 48 horas de jejum o contentor vazio, onde se encontravam as caixas com as larvas prontas para abate é higienizado. Esta atividade dura cerca de 15 minutos.

No fim do jejum, as caixas são levadas para a zona de utilização. Nesta atividade são percorridos 210 metros num período de 23,3 minutos.

A atividade de "virar caixas para a peneira" consome 0,083 minutos por caixa. Na peneira separa-se cada um dos componentes provenientes das caixas de criação (1). O operador liga a peneira e vai despejando as caixas até que todas fiquem vazias (todo o lote).

Esta subfase gasta 85,28 minutos e são percorridos cerca de 315 metros.

A segunda subfase começa, como o nome indica, na atividade de peneiração. A atividade de peneiração despoleta seis atividades subsequentes, sendo necessários dois operadores, um para esvaziar as caixas de criação (1) para a peneira e outro operador para lavar, secar e empilhar as caixas de criação (1) vazias.

1. **Lavagem de caixas e dispor para colocar nova população** - Começa logo depois de despejar todas as caixas para a peneira e enquanto a peneira está em funcionamento. Esta atividade é realizada em simultâneo com as atividades da fase anterior, adição dos componentes da caixa de criação (1). As caixas vão sendo empilhadas em colunas de 16 na zona de utilização que se situa a 1 metro da lavagem. O tempo de ciclo desta atividade é de 0,25 minuto por caixa, totalizando 104 minutos por lote e 832 metros de deslocação.
2. **Processamento de *Frass*** - O subproduto *Frass* precipita para uma caixa de *frass* (6). A caixa de *frass* é colocada para desidratar na área de receção, a 70º Celsius durante 1 hora. O transporte é feito de uma vez no fim da peneiração, consumindo 5 minutos e 20 metros de deslocação.
3. **Recolha de besouros e pupas** – Os besouros e pupas chegam à peneira, onde são separados e recolhidos consumindo 0,012 minutos por caixa. Atendendo ao estado da arte, nas circunstâncias em que os besouros estiverem com menos de seis semanas no contentor de reprodução, os besouros e pupas recentemente peneirados são considerados desperdício. Chegando às seis semanas de vida, não são considerados desperdício e o tratamento de besouros é explicado na subfase **tratamento de besouros** da fase de Criação.

4. **Recolha de Quitina** – Este subproduto é recolhido e colocado num saco. Atividade realizada em 0,012 minuto por caixa.
5. **Recolha de larvas mortas** – Este subproduto é também recolhido e colocado num saco. Atividade realizada em 0,012 minuto por caixa.

   Os subprodutos resultantes das atividades 3, 4 e 5, devido à falta de conhecimento científico e processual, são considerados desperdícios. Estuda-se a possibilidade de utilização futura.
6. **Processar Larvas –** As larvas, das quais resultará o produto final, caem por gravidade, em caixas de abate (4) com capacidade para 20 kg. Estas são transportadas e colocadas no congelador. Esta atividade utiliza 0,1 minutos por caixa. As larvas são mortas por **congelamento**, sendo um processo indolor e humano, permanecendo, no mínimo, 6 horas a uma temperatura de -20 Graus Celsius.

As atividades da segunda subfase consomem 444 minutos de mão de obra por lote.

Somando o tempo gasto em mão de obra em todas as atividades resultam 633 minutos por lote. Igualmente, cerca de 2.040 metros são percorridos na fase de Abate, por lote.

As larvas podem, em função das necessidades comerciais, ser comercializadas vivas ou passarem para a Fase seguinte "Transformação".

3.2.6 Transformação

Nesta fase inicia-se o processo Industrial, isto é, o processamento das larvas mortas em produto acabado. Também serão tratados todos os subprodutos provenientes das outras fases. Na tabela 5 são exibidas as atividades referentes à Transformação.

Tabela 5 - Fase de Transformação.

Fase	Atividade	Tempo de ciclo (min/caixa)	Frequencia (x/lote)	metros por atividade	Nº Kg por Unidade de Transporte	nº movimentos por atividade	Tempo Total	nº de kg transportados atividade
Transformação	Trasnsporte de larvas mortas para a zona de transformação	0.05	1	1248	20	20.8	20.80	416
	Higienização das larvas	0.66	1	0	20	20.8	274.56	416
	Colocar no desidratador	0.1	1	83.2	10	41.6	41.60	416
	Desidratação	0.865	1	0	10	0	359.84	0
	Retirar do desidratador e colocar em recipiente	0.016	1	20	10	14.56	6.66	145.6
	Virar para funil do moinho	0.083	1	16.74	8.7	16.74	34.53	145.6
	Moagem (larvas)	0.4	1	0	0	0	166.40	0
	Virar para funil de doseadora (larvas)	0.083	1	16.74	8.7	16.74	34.53	145.6
	Doseadora +Empacotamento(larvas)	0.333	1	0	8.7	16.74	138.53	145.6
	Selagem + Embalamento (larvas)	0.166	1	582.4	0.25	582.4	69.06	145.6
	Armazenagem PA	0.125	1	43.68	10	14.56	52.00	145.6
	Transporte de frass para zona de expedição	0.0012	1	1	416	1	0.50	416
	Pesagem (frass)	0.0012	1	1	10	41.6	0.50	416
	Empacotamento + Embalamento (frass)	0.1	1	1	10	41.6	41.60	416
	Armazenagem (frass)	0.0024	1	1	10	41.6	1.00	416
	Transporte de PA para armazém de PA	0.07	1	485.33	12	12.13	29.12	145.6
	Expedição	0	0	1	10	56.16	0.00	561.6

Após o abate as larvas são transportadas para a zona de transformação, consumindo 0,05 minutos por caixa, totalizando 20,80 minutos por lote e sendo percorridos 1248 metros. As larvas são lavadas com uma solução de ácido ascórbico a 100º C. Esta atividade consome cerca de 0,66 minutos por caixa, 274 minutos no total. De seguida, são trocados para um tabuleiro e colocados no desidratador alimentar, atividade que demora cerca de 42 minutos. Depois devem permanecer dentro do desidratador, pelo menos, 6 horas a 60 graus Celsius.

Após terminar a desidratação as caixas são retiradas do desidratador e as larvas são colocadas num recipiente alimentar, 6,66 minutos.

As larvas desidratadas ficam armazenadas no recipiente até que o cliente requisite o produto, e, consoante a necessidade do cliente, as larvas podem ser direcionadas diretamente para a doseadora ou podem passar ainda pela moagem. Neste caso, as larvas são colocadas no funil

do moínho, consumindo 34,53 minutos de mão de obra e são moídas num processo que dura cerca de 166 minutos.

De seguida, quer sejam larvas desidratadas ou farinha de inseto, seguem para a doseadora, onde são colocadass através de um funil, consumindo 34,5 minutos de mão de obra e são doseados e empacotados diretamente. Este processo demora cerca de 140 minutos. Depois de empacotadas são seladas e embaladas, atividade que gasta aproximadamente 70 minutos.

Já pronto o PA é transportado para o armazém de PA, atividade que consome cerca de 30 minutos e são percorridos 485 metros.

O produto, pronto a ser vendido, é armazenado perto do cais de expedição. Esta atividade demora cerca de 1 minuto.

Depois do tratamento térmico, o *frass* é pesado, empacotado, embalado e armazenado. Estas atividades juntas são completadas em 43,1 minutos por lote.

Os produtos finais são expedidos via CTT.

A fase de Transformação utiliza por lote, aproximadamente, 1.270 minutos e são percorridos cerca de 2.500 metros.

A soma de todos os tempos deste processo é de 4.348 minutos, aproximadamente, e 12.720 metros por lote processado.

3.2.7 Fluxo de informação

Nesta fase, os fluxos de informação são relativamente simples, como é observado na Figura 18.

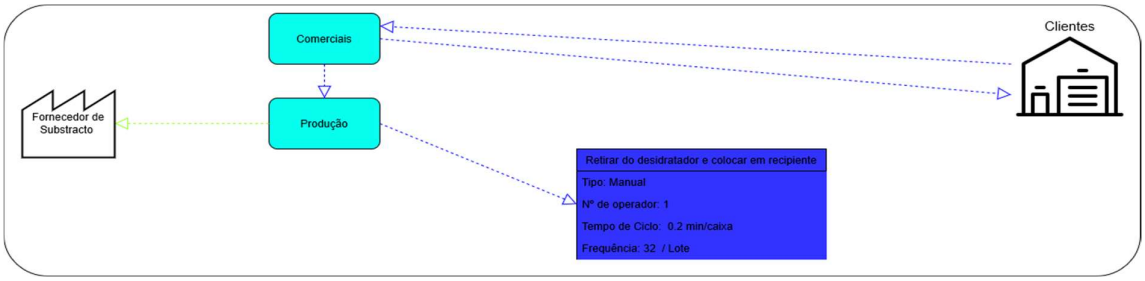


Figura 18 - Fluxos de Informação.

Fluxo de Vendas

O cliente encomenda um determinado produto aos comerciais e estes pedem à produção que aloque a quantidade necessária de produto intermédio requerida para a moagem ou diretamente para embalamento, consoante a escolha do cliente.

Assim que o produto está pronto é entregue aos CTT e é enviada uma mensagem ao cliente avisando que o seu produto foi expedido.

Fluxo de Produção

Ao longo de todo o processo a população de cada lote é seguida, recolhendo-se informação sempre de onde e em que estado se encontra, quando foi e será alimentado, em que semana de criação está. A produção avisa também da falta de substrato e frescos às compras, que requisita aos fornecedores.

3.2.8 VSM do processo na fábrica

O VSM da empresa, exibido no Anexo E, foi desenvolvido no âmbito do presente trabalho. Da sua análise imediata é possível constatar a existência de problemas e oportunidades de melhoria.

que serão expostos no subcapítulo 3.4. Para facilitar a análise do VSM foram atribuídas as mesmas cores atrás definidas para identificação de cada uma das fases de fabrico:

Tabela 6 - Cor x Fase.

Cor	*Fase*
Verde	Susbtrato
Laranja	Criação
Vermelho	Abate
Azul	Transformação

3.3 Indicadores de desempenho

Como estudado no capítulo 2, a escolha dos indicadores de desempenho é de extrema importância para o sucesso da empresa. Assim sendo, foram escolhidos os indicadores que irão monitorizar a performance da empresa seguindo as fases do processo. Nesta primeira etapa estes indicadores tornam-se ainda mais relevantes, pois é necessário analisar o processo, ainda instável, e refiná-lo para que este seja mais eficiente e eficaz.

3.3.1 Lista de Indicadores

Do processo de seleção resultou uma lista com indicadores gerais e indicadores para cada uma das fases.

Indicadores Gerais

a. **Lead time de produção adaptado** – Número de dias desde a colocação do recipiente no contentor de reprodução até à expedição. O objetivo é reduzir até atingir o valor alvo. Este valor mostrará a duração da maturação dos seres vivos, do abate e da transformação destes. Peso na fórmula Global é 20% e frequência de uma vez por ciclo de produção.

   Valor Normalizado = 1 - (Resultado-Valor Alvo) / Valor Alvo

b. **Minutos de mão de obra por lote –** Número de minutos que cada lote utiliza de mão de obra. Devido à quantidade de mão de obra empregue e ao objetivo de automatização das atividades repetitivas, este valor monitoriza o tempo gasto em mão de obra, com o objetivo de diminuir este valor. Peso na fórmula Global é 20% e deve ser realizada uma análise mensal de cada atividade.

   Valor Normalizado = 1 - (Resultado-Valor Alvo) / Valor Alvo

Indicadores para as Fases de Criação e Abate

c. **Peso em quilogramas de larvas vivas por lote** – Valor em quilograma de larvas vivas depois da peneira. Este valor tem a função de controlar a rentabilidade na fase de criação. O objetivo é atingir 416 quilogramas por contentor. Peso na fórmula Global é 20% e frequência de uma vez por ciclo de produção.

   Valor Normalizado = Resultado / Peso total de larvas

d. **Peso em quilogramas de besouros e pupas na fase de abate** – Valor em quilogramas de besouros e pupas provenientes da peneiração. O objetivo é atingir 0%.

   Peso na fórmula Global é 5% e frequência de uma vez por ciclo de produção.

   Valor Normalizado = 1 – ($Result$ado /Peso total de larvas)

e. **Peso em quilogramas larvas mortas por lote** – Valor em quilogramas de larvas mortas depois da peneiração. Este valor indica a qualidade da fase de criação e se houve algum problema durante nessa fase. O valor alvo é 0. Peso na fórmula Global é 10% e frequência de uma vez por ciclo de produção.

   Valor Normalizado = 1 – (*Result*ado / Peso total de larvas)

f. **Comparação entre peso real e curva de crescimento genérico** – Recolhas aleatórias de amostra para comparar com o crescimento teórico. Objetivo é ser superior ao valor teórico de crescimento. Peso na fórmula Global é 5% e frequência semanal em todos os contentores.

   Valor Normalizado = Resultado / Valor Alvo

Indicadores para a Fase de Transformação

g. **Peso de larvas escuras, em quilogramas, na atividade de higienização das larvas após abate** - Análise quantitativa do número de larvas que não poderão ser aproveitadas por terem sido demasiado cozidas. Peso na fórmula Global é 10% e frequência de uma vez por ciclo de produção.

   Valor Normalizado = 1 – (*Result*ado /Peso total de larva)

h. **Escala de cores após higienização** – Avaliação qualitativa da cor das larvas através da comparação com uma escala colocado no posto da atividade.

i. **Homogeneização da farinha** – Indicador binário, sim (1) ou não (0), para monitorização da qualidade da farinha. Objetivo é sim. Peso na fórmula Global é 10% e frequência de uma vez por ciclo de produção.

3.3.2 Valor Global Normalizado

Utilizando os pontos acima enumerados:

Valor Global = ∑ n * peso(n) = a*0,2+b*0,2+c*0,2+d*0,05+e*0,1+f*0,05+g*0,1+i*0,1

Valor Global Normalizado = Resultado Atingido / Objetivo *100

O objetivo é o valor 1.

Tabela 7 - Exemplo de tabela de *kpi*.

KG de larvas vivas	416	VA	Peso	Resultado do mês	Agosto
KPI´s					
Lead time de produção adaptado		40	20%	50	0.75
Minutos de mão de obra por caixa		1000	20%	1200	0.80
Peso de larvas vivas por lote		-	20%	380	0.91
Peso de besouros e pupas na fase de abate		-	5%	5	0.99
Peso larvas mortas por lote		-	10%	2	1.00
Comparação entre peso real e curva de crescimento genérico		12	5%	10	0.83
Peso de larvas escuras na atividade de higienização das larvas após abate		-	10%	5	0.99
Homogeneização da farinha		-	10%	1	1.00
Valor global				0.88	

Na Tabela 7, é possível visualizar um exemplo de como seria um mês e que peso cada um dos indicadores teria no resultado. Posteriormente, estes valores são incrementados na tabela anual e, através da comparação mensal destes indicadores, a empresa conseguirá analisar o seu desempenho ao longo do tempo e atuar nas áreas que possam prejudicar o seu caminho para o sucesso.

3.4 Problemas e oportunidades de melhoria

Este subcapítulo tem como objetivo identificar os problemas e oportunidades de melhoria discutidos em equipa ao longo do projeto e analisados após a construção do VSM. No capítulo 4, irão ser apresentadas propostas de aperfeiçoamento de todo o processo operacional, de layout e ferramentas que agilizarão algumas atividades.

Com a mudança para a nova fábrica, novos problemas surgirão, como as muitas movimentações de caixas e respetivos cruzamentos. O tempo previsto de mão de obra utilizado em atividades é cerca de 72 horas por lote e serão percorridos 15.280 metros.

3.4.1 Substrato

Na receção de substrato existem alguns problemas a nível de garantia da qualidade e da ausência de pesticidas ou, por outro lado, presença de espécies infestantes.

No layout, pode-se observar que o cais é pequeno, o que poderá trazer problemas tornando mais difícil manter o *buffer* para o fluxo contínuo, criando o risco de rotura de stock.

Também nesta fase serão transportados cerca de 900 quilogramas, em sacos de 30 quilos, o que para apenas um operador torna-se um trabalho bastante cansativo e nocivo para a saúde.

3.4.2 Criação

Durante a fase de protótipo, na área de criação, ocorreu uma infestação de traças o que remete a problemas com higienização, facto este que não poderá ocorrer de forma alguma na fábrica, pois compromete o negócio. No VSM exibido anteriormente, colocaram-se a priori atividades de limpeza para garantir que não há infestações.

Esta fase ocupa cerca de 1.630 minutos em atividades e são percorridos 4.570 metros por lote**.** Só a atividade de alimentação dos seres vivos consome 1.123 minutos e as movimentações são de 3.860 metros por lote, pois é necessário colocar água e alimentos frescos em todas as caixas, três vezes por semana. Adicionalmente, sempre que se começa um novo ciclo de vida é necessário colocar a mistura e as larvas, provenientes do contentor dos reprodutores, no contentor de criação. Estas atividades, em conjunto, demoram cerca de 385.6 minutos por lote, exigindo não só bastante tempo como esforço físico.

Também será difícil controlar a temperatura, a humidade e os odores resultantes das fases de criação e de transformação.

3.4.3 Abate

A quitina e as larvas mortas, que agora são desperdício, poderão ser comercializadas no futuro.

A peneira cria poeiras que devem ser limpas sempre que é usada. Também da peneiração resultam uma variedade de *outputs* que necessitam de ser devidamente assinalados e tratados.

Como a zona de peneira é próxima da zona de lavagem, prevê-se grande afluência de caixas no mesmo período. A falta de organização nesta fase poderá comprometer o fluxo criando micro-perdas.

O tempo gasto em mão de obra em todas as atividades é de 1.045 minutos e 2.076 metros em movimentações por lote.

3.4.4 Transformação

Deve ser encontrado o tempo e a temperatura adequada de lavagem dos insetos mortos, de forma a que não altere a sua qualidade orgânica, visual, cheiro e sabor. Como ainda não existem

estudos suficientes, implicará o exercício de tentativa e erro, até que se encontre a combinação otimizada das duas variáveis. Também será necessário um estudo mais aprofundado sobre a homogeneidade da farinha e sobre o prazo de validade do produto.

Também nesta fase, todas as atividades ocorrem dentro da área da cozinha e são utilizados diversos tipos de consumíveis.

Nesta fase é necessário colocar farda própria e tem de se garantir o isolamento físico das atividades da fase de Agropecuária.

A fase de Transformação utiliza, por lote, um total de tempo nas atividades de 1271 minutos e percorrem-se 2.500 metros.

4 Propostas de melhoria e implementação da Cultura *lean*

O principal objetivo deste projeto é a eficiente transposição da produção para a nova fábrica e a implementação da cultura *lean* na empresa com o uso das respetivas ferramentas e o capital intelectual adquirido ao longo do curso. Também é necessário acelerar este projeto, pois é importante começar a produzir e rentabilizar o investimento.

É importante referir que todas as ferramentas utilizadas são simples e de fácil compreensão.

Com o processo estudado e partindo dos problemas e áreas de melhoria expostos no capítulo 3.4., serão exibidas, ao longo do presente capítulo, as propostas para resolução desses pontos.

Algumas destas propostas foram implementadas ainda durante a realização da dissertação, contudo outras propostas serão apenas desenvolvidas após o término deste projeto.

4.1 Cultura *lean*

Como já foi referido diversas vezes nesta dissertação, é importante criar a cultura *lean*.

4.1.1 Envolvimento das pessoas

Sendo as pessoas o recurso mais valioso de uma empresa, foi criado um calendário que pode ser resumido e exemplificado na Figura 19, criando desde o início as dinâmicas e rotinas como reuniões mensais com todos os *stakeholders*, reuniões semanais com todos os departamentos e reuniões diárias realizada pelos trabalhadores que efetuem a parte operacional.

Participação	Reuniões mensais	Reuniões semanais	Reuniões diárias
Investidor			
Operador 2			
Operador 3			
Operador 4			

	Reuniões mensais	Reuniões semanais	Reuniões diárias
Dia	Primeiro dia útil do mês	Sexta feira	Dias úteis
Horário	8h 30min	17 h	8h 15 min

Assiduidade	Presença	Faltas	Objetivo - 2020	%
Investidor	7	0	7	100%
Operador 2	30	2	32	94%
Operador 3	140	14	154	91%
Operador 4	140	14	154	91%

Figura 19 - Plano de reuniões.

Nas reuniões mensais serão discutidas a estratégia empresarial e a performance de cada área através da análise dos indicadores de desempenho da empresa e da sua evolução cronológica. Desta forma, todos os *stakeholders* ficam cientes dos problemas e desafios e serão debatidas propostas de melhoria. Nestas reuniões, com o apoio das ferramentas PDCA e 5why´s, irão ser planeadas e monitorizadas as ações de melhoria aprovadas seguindo o *template* desenvolvido para este efeito. Pode ser visualizado no Anexo G, como será realizado o plano de ações para resolução de um problema.

Nas reuniões semanais serão analisadas as ocorrências verificadas na presente semana e propostas de atuação para a semana seguinte, poderão também surgir assuntos a ser debatidos

na reunião mensal em função do resultado da matriz esforço e impacto para a empresa, a Figura 21 exemplifica a matriz que se utilizará para conhecer o destino do assunto debatido.

Desta reunião resulta também uma lista de tarefas a realizar na semana seguinte, como pode-se observar na Figura 20.

	Segunda		Terça		Quarta		Quinta		Sexta	
Quem?	25/05/2020		26/05/2020		27/05/2020		28/05/2020		29/05/2020	
	Tarefas	Check	Tarefas	Check	Tarefas	Check	Tarefas	Check	Tarefas	Check
1										
2										
3										

Figura 20 - Tarefas da semana.

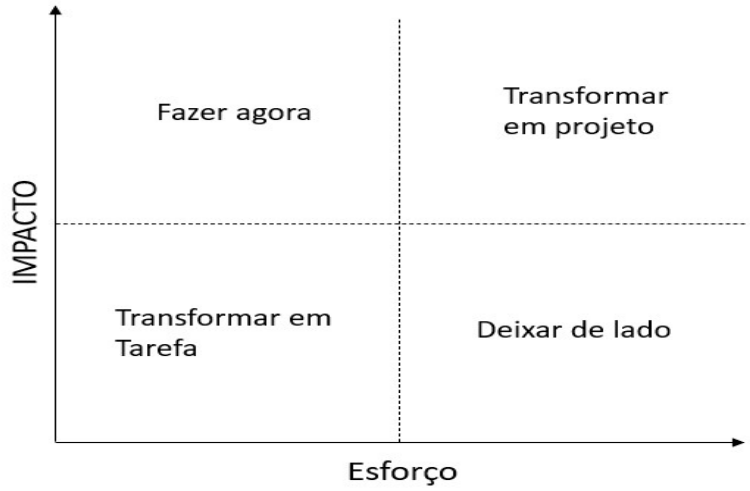


Figura 21 - Matriz Impacto x Esforço.

As reuniões diárias servirão para organizar o dia de cada funcionário, identificando tarefas individuais e necessidades de apoio entre os colaboradores.

A cultura *lean* é implementada por todos os *stakeholders* e devem todos estar comprometidos com o projeto *lean*.

4.1.2 Gemba Walk

Como aprendido na revisão bibliográfica, é de extrema importância despender algum tempo a observar o chão de fábrica e, sendo esta uma indústria de agropecuária, é necessário controlar não só os processos de transformação como também o estado dos seres vivos ao longo do ciclo. Para isso, será alocada uma hora todas as segundas e quintas feiras a partir das 8h e 30 min para percorrer todos as áreas da fábrica dando especial atenção à zona de criação. São necessários alguns utensílios para realizar a atividade: Lanterna, medidor de O2 e medidor de temperatura. Foi desenvolvida uma *checklist* que acompanha toda a caminhada de forma a torná-la mais eficiente, que pode ser observada no Anexo I.

Após a ida ao *gemba* caso haja alguma situação anormal ou, por outro lado, uma oportunidade de melhoria, irá ser discutido, como previamente escrito, na reunião semanal como se deverá proceder para abordar o tema de acordo com a figura 21.

4.1.3 5S

É importante que a ferramenta 5S seja implementada e enraizada na cultura da empresa para que se torne eficaz.

A metodologia aplicada por esta ferramenta, descrita no capítulo de revisão bibliográfica, sendo a fábrica construída de raíz e relativamente pequena, torna desnecessários alguns dos passos da primeira fase, mantendo-se apenas aqueles que asseguram a limpeza e a organização:

Primeira fase – Identificação dos locais de armazenagem, normalização dos procedimentos diários de limpeza, manutenção da limpeza do local de trabalho e respetiva inspeção diária. É nesta fase que irá ser delimitado o local com a forma e o nome de cada objeto, seja um recipiente ou um candeeiro, isto é, os objetos existentes em toda a fábrica, deverão ter um local específico, assinalado com a sua denominação, para que na ausência de algum, por estar a ser utilizado ou em falta, se saiba onde pertence.

Cada funcionário está responsável pelo seu local de trabalho, como se pode verificar na Figura 22, devendo sempre mantê-lo limpo e organizado, certificando-se que os 5S estão a ser cumpridos.

Foram atribuídas as áreas pelas quais cada funcionário é responsável e deve diariamente manter o local organizado e limpo.

	Escritório	Cais	Armazém	Cozinha	Contentores	Lavagem	Peneira	Zona de utilização
Operador 2								
Operador 3								
Operador 4								

Figura 22 - Atribuição de responsável à área.

Segunda fase - Cada operador deve diariamente garantir que o local esteja sempre arrumado e limpo, devendo inspecionar as áreas pelas quais está responsável. Esta fase tem como objetivo criar a cultura de utilização de 5S e que esta permaneça enraizada na empresa.

Terceira fase - Como esta empresa é constituída inicialmente por 3 colaboradores *a full time,* torna-se ainda mais importante que todos estejam envolvidos no pensamento *lean* e em manter o local limpo e organizado. Com o objetivo de garantir que a ferramenta seja corretamente aplicada, será realizada uma auditoria mensal a cada área, sendo o dia marcado aleatoriamente, através de um questionário sobre cada S, cinco perguntas cada, totalizando vinte cinco perguntas, sendo atribuída no final uma avaliação de 0 a 100. Na figura 23, é possível observar como é feita a avaliação. A auditoria pode ser observada no Anexo H.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO		AVALIAÇÃO ANTERIOR	AVALIAÇÃO ATUAL
	0 a 49 = Muito Fraco	x	y
	50 a 69 = Fraco		
	70 a 79 = Médio		
	80 a 89 = Bom		
	90 a 100 = Excelente		

Figura 23 - Avaliação da auditoria 5s.

4.1.4 Gestão visual

Com a gestão visual é facilitada a análise e a interpretação de dados e a comunicação entre os vários setores e pessoas.

Para a análise do desempenho da empresa utilizam-se os *kpi* que serão apurados mensalmente e durante as reuniões são apresentados e comparados através da evolução cronológica.

Com o objetivo de monitorizar a climatização, temperatura, humidade e luminosidade, dentro dos contentores propõe-se a aquisição de monitores conectados aos instrumentos de medição das respetivas características por WiFi. Assim, será possível obter a informação desses valores a qualquer instante, alertando caso haja algum valor fora da zona de segurança.

Existem alguns consumíveis que terão de ser repostos regularmente, como é o caso dos substratos, embalagens, caixas para expedição de PA, etiquetas, rótulos, lixivia e ácido ascórbico. Para que o fluxo não seja comprometido, no local onde estarão armazenados para futura utilização, irão ser colocados mecanismos de alerta (kambans e andons), caso seja necessário adquirir novos quantidades de cada um deles.

Os Kanbans foram desenvolvidos para esse propósito, e para cada zona é atribuída uma cor. Na zona de escritório a cor é amarelo, no Substrato é verde, na zona de Transformação é azul e na zona diretamente ligada à Criação é vermelho.

Exemplificando com um utensilio de escritório:

<table>
<tr><td>KANBAN</td><td colspan="2">Data: 12/06/2020</td></tr>
<tr><td>Descrição:</td><td colspan="2">Operador:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Papel de impressão</td><td colspan="2">Operador 1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Responsável pela reposição:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Operador 2</td></tr>
<tr><td>Quantidade:</td><td>Data Limite:</td><td>Check:</td></tr>
<tr><td>2</td><td>15/06/2020</td><td></td></tr>
</table>

Figura 24 - Exemplo de Kanban.

Quando a tarefa estiver resolvida coloca um visto no espaço *check*.

Tendo em vista prevenir a falha humana será necessário colocar sistemas de Andon em locais onde a falta deste material interrompa o fluxo, como é o caso das embalagens, que estão empilhadas no seu local. Caso a coluna esteja mais baixa que a zona assinalada deve ser preenchido um cartão *Kanban* para subsequente tratamento pelo responsável pela tarefa.

4.2 Proposta de layout

Após a análise de cada fase, conhecida a distância teórica percorrida nas atividades e a possibilidade de afunilamento de caixas em zonas críticas, como a zona de utilização, foi proposto modificar o layout procurando minimizar esses parâmetros.

Foi desenvolvida uma ferramenta em *Excel*, que pode ser observada no Anexo F, que expõe quais as atividades mais pesadas e que demoram mais tempo. Quanto mais vermelho pior, assim as atividades que contenham mais tons próximos dessa cor devem ser analisadas e melhoradas.

Nesta dissertação também foi utilizada esta ferramenta, e juntamente com o VSM foram identificados problemas e oportunidades de melhoria que serão expostos por fases.

Partindo das três premissas dadas pela empresa, contentores inamovíveis, fase de transformação separada fisicamente da fase agropecuária, e o processo todo no mesmo plano, modificou-se o layout como se pode observar na figura 25.

Esta proposta foi aceite pela empresa, pois no layout inicial era percetível que iriam ser percorridos percurso longos e desnecessários, tendo sido suficiente calcular a diferença de distâncias entre o antigo e o novo layout. E também sabendo que no mesmo período, durante a peneiração, limpeza e criação de lote, passam cerca de 1000 caixas no mesmo espaço, era necessário libertar e organizar o *gemba*.

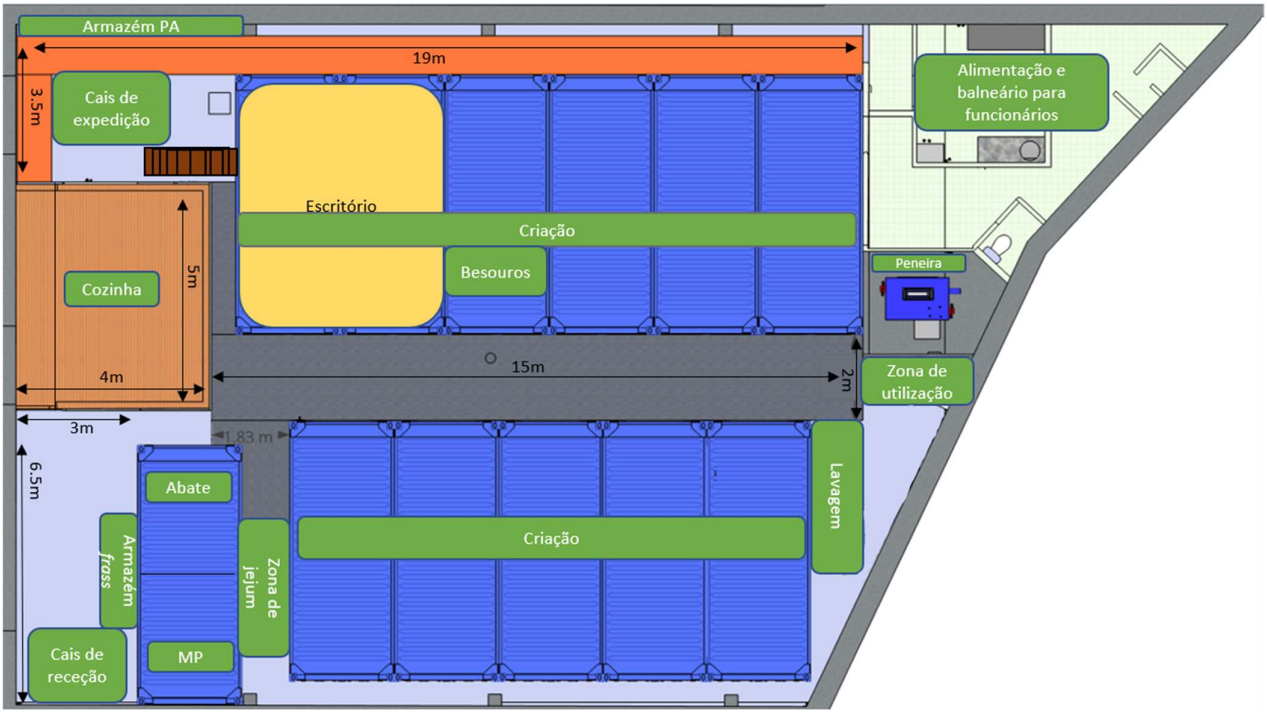


Figura 25 - Proposta de Layout.

Este novo layout agiliza e aumenta a eficiência e eficácia de todo o processo. A passagem da cozinha para a antiga zona de escritório tendo o escritório sido realocado sobre dois contentores (zona a amarelo, Figura 25). Com esta decisão, aumentou-se a área de chão de fábrica permitindo otimizar os tempos de deslocação. Antes era necessário percorrer 1.730 metros por lote para transportar as larvas abatidas para a cozinha e levar o PA para o armazém de PA, agora a distância foi encurtada para 85 metros por lote. Reduziu-se para 5% a distância percorrida por lote nestas atividades. A Tabela 8 mostra os ganhos relativos á mudança de Layout.

Tabela 8 - Melhoria nas atividades de transporte para e da zona de transformação.

Fase	Atividade	Tempo de ciclo (min/caixa)	Frequencia (x/lote)	metros por atividade	Nº Kg por Unidade de Transporte	nº movimentos por atividade	Tempo Total	nº de kg transportados atividade	Diferença de tempo em minutos	Diferença de distância em metros
Transformação	Trasnsporte de larvas mortas para a zona de transformação	0.03	1	83.2	20	20.8	12.48	416	8.32	1164.8
	Transporte de PA para armazém de PA	0.005	1	2	12	12.13333333	2.08	145.6	27.04	483.3

Também o afastamento da zona de lavagem, libertando cerca de 15 metros quadrados, permitiu a reorganização da zona de utilização e peneiração. Aqui será utilizada a ferramenta 5S, colocando-se fitas adesivas a separar as zonas e os locais onde podem circular cada tipo de caixa. Torna-se possível, assim, controlar a grande afluência de caixas. De forma mais

detalhada, por lote, tornou-se possível organizar o fluxo simultâneo de 5 recipientes de mistura, 416 caixas de criação provenientes da lavagem, 208 caixas de ovos provindas do contentor de reprodutores e ainda todos os outros recipientes necessários à atividade de peneiração.

Separou-se a zona de receção e expedição, num cais de receção de substrato e expedição de *frass e* o cais de expedição de PA, eliminando o cruzamento entre produto acabado e os subprodutos, como é exigido por lei.

Finalmente, criou-se o armazém de PA, próximo do embalamento e expedição, assim como o armazém de *frass* cumprindo igualmente o legalmente exigido.

4.3 Proposta de alterações do processo

Este subcapítulo visa apresentar propostas de melhoria em cada uma das fases. Sendo esta empresa composta por poucos funcionários, mas com elevada intensidade de mão de obra, uma pequena mudança faz a diferença, tanto no curto como no longo prazo.

4.3.1 Fase de Substrato

Atualmente o Substrato é descarregado para um local no chão e, após a receção, é colocado na câmara de secagem para armazenamento. Esta tarefa exige a movimentação de mais de 800 quilogramas de substrato por lote. A empresa deve ter sempre atenção à saúde e bem-estar dos seus funcionários, por isso, a proposta é a colocação de uma plataforma de rolamentos em que o Substrato é descarregado no início e é empurrado com menor esforço para dentro do local de armazenamento. Esta proposta para além de zelar pela saúde dos operadores, diminui o tempo da atividade para 0,06 minutos por caixa, antes 0,08, a que corresponde uma poupança em tempo de mão de obra de 8,32 minutos por lote.

A armazenagem e moagem, atualmente são realizadas num recipiente estático, como citado no capítulo 3, e só depois transferido, com recurso a um balde, para o carrinho de transporte. Contudo, para eliminar a atividade de encher o recipiente que demora mais de uma hora por lote, o Substrato passa a ser colocado diretamente no carrinho de transporte, sendo de seguida formulado. Assim, é possível eliminar uma atividade que não gera valor.

Tabela 9 - Fase Substrato com propostas implementadas.

Fase	Atividade	Tempo de ciclo (min/caixa)	Frequencia (x/lote)	metros por atividade	Nº Kg por Unidade de Transporte	nº movimentos por atividade	Tempo Total	nº de kg transportados atividade	Diferença de tempo em minutos	Diferença de distância em metros
Substrato	Desccarga e Receção Substrato e Alimentos	0.04	1	100	30	30.50666667	16.64	869.44	0	0
	Armazenamento + Desidratação	0.06	1	100	30	30.50666667	24.96	869.44	8.32	0
	Moagem	0.4	1	0	0	0	166.4	0	0	0
	Formulação	0.024	1	0	0	0	9.984	45.76	0	0
	Encher o carrinho de Transporte de susbtrato	0	0	0	0	0	0	0	22.88	0

As propostas originam um ganho de 31 minutos por lote, este valor é obtido pela soma da penúltima coluna da Tabela 9.

4.3.2 Fase de Criação

Ao longo das nove semanas, o ciclo de vida de um lote, é necessário nutrir as larvas em todas as caixas 3 vezes por semana, podendo concluir que esta atividade é realizada 11.232 vezes. O esforço consumido corresponde a 1.132,2 minutos por lote sendo percorrida, também por lote, uma distância de 3.861 metros. Assim, é fulcral desenvolver um sistema automático de alimentação. Esta proposta tem como objetivo eliminar esta operação.

Para isso, é necessário desenvolver uma solução aquosa capaz de nutrir os seres vivos. No momento da redação deste documento já foi testada e aprovada pela empresa a criação de uma rede de alimentação ligada a um depósito que será colocado sobre os contentores e será programado o horário de alimentação, num esquema semelhante ao funcionamento de um sistema de rega.

Contudo, o orçamento para esta melhoria é elevado e o investimento foi adiado. Para o curto prazo foi proposto desenvolver um alimentador central manual que entra nos contentores e tem a capacidade de alimentar todas as caixas sem ter de repor os alimentos. Assim, o operador apenas se desloca 11 metros por contentor, ou seja, 297 metros por lote, poupando cerca de 1.100 minutos por lote.

Também no contentor dos besouros haverá modificações.

Através do uso da ferramenta dos 5 why´s, foi possível anular alguns paradigmas que afetavam a capacidade de produção. Sempre se acreditou que as caixas de criação apenas deveriam ter a capacidade para um quilograma de larvas, o que se questionou. Após alguns experimentos foi provado que é possível colocar até dois quilogramas de larvas vivas, sem que haja comprometimento da maturação destas, dobrando o objetivo de produção apenas por adição de besouros nas caixas de reprodução. Depois desta melhoria é necessário alterar o Valor Alvo no indicador de desempenho que antes era 416 kg, passando agora a 832 kg.

Ainda no contentor de reprodução, as caixas de reprodutores (2), de cor laranja, estavam pousadas sobre as caixas de ovos, o que dificultava a troca de caixas de ovos e, de 6 em 6 semanas, o abate dos besouros. A proposta foi criar uma estrutura corrida onde estas duas caixas estejam separadas, facilitando a remoção dos besouros e a sua reposição, diminuindo o tempo por caixa para 0,06 minutos o que resulta numa poupança de 25 minutos por lote.

Também é necessário desenvolver um transporte mais eficaz das caixas de ovos (3), pois são levadas para a zona de utilização, duas caixas de cada vez. Esta melhoria permitirá levar estas caixas em lotes de 64 reduzindo cerca de 1 hora de mão de obra e 3.000 metros de distância.

Tabela 10 - Fase de Criação com propostas implementadas.

Fase	Atividade	Tempo de ciclo (min/caixa)	Frequencia (x/lote)	metros por atividade	Nº Kg por Unidade de Transporte	º movimentos por atividad	Tempo Total	nº de kg transportados atividade	Diferença de tempo em minutos	Diferença de distância em metros
Criação	Transporte até Zona de utilização (substrato)	0.028	1	252	200	4.8048	11.648	960.96	0	0
	Acrescentar Mistura à caixa	0.167	1	0	0	416	69.472	0	0	0
	Retirar caixa de ovo da zona dos reprodutores, colocar outra e colocar no carrinho	0.077	1	0	0.5	416	32.032	208	2.496	0
	Transporte até Zona de utilização (ovos)	0.016	1	97.5	32	6.5	6.656	208	59.904	3022.5
	Acrescentar larvas da primeira semana de vida	0.041	1	0	0.5	416	17.056	208	0	0
	Transportar e higienizar caixa ovo	0.09	1	15	0	416	37.44	0	0	0
	Transporte de caixas para perto do contentor de criação	0.3	1	97.5	64	6.5	124.8	416	0	0
	Dispor as caixas no contentor	0.25	1	572	4	104	104	416	0	0
	Recolha eTransporte de besouros para o contentor de reprodução	0.004	0.2	15	10	2.08	0.3328	20.8	0	0
	Pesar e adicionar a caixa de reprodutores jovens	0.8	0.2	2.75	0.25	83.2	66.56	20.8	0	0
	Retirar e transportar besouros para a zona de Abate	1	0.2	7.5	40	0.52	83.2	20.8	0	0
	Abate besouros com + 6semanas	0.87	0.2	0	40	0	72.384	0	0	0
	Alimentação Frescos	0	0	0	0	0	0	0	1123.2	3861

Nesta fase, a poupança com a alimentação automática, a proposta mais disruptiva, é de, teoricamente, 1.185 minutos por lote e uma diminuição na distância percorrida de cerca de 6.883 metros, também por lote. Para obtenção destes resultados foi necessário somar os valores situados nas duas colunas à direita da Tabela 10.

4.3.3 Fase de Abate e Transformação

Na fase de Abate é fulcral haver organização de espaço, pois nesta fase circularão perto de 1.000 caixas, com diferentes destinos e finalidades no mesmo período, e é essencial que as diversas zonas estejam devidamente assinaladas de forma a não haver cruzamentos.

As próximas duas propostas têm o objetivo de eliminar ou reduzir um dos sete *mudas*, as movimentações desnecessárias que não acrescentam valor, implementando em simultâneo a ferramenta 5S e Kanban.

Da peneiração derivam seis *outputs*, contudo, apenas três destes são ensacados logo à saída da peneira, sendo necessário criar um local onde serão guardados os consumíveis dessa subfase, na Figura 26 pode-se observar o armário onde serão colocados os consumíveis relativos a esta atividade.



Figura 26 - Armário para consumíveis da peneira.

Nesta fase são necessários produtos e utensílios de lavagem e, para não perder tempo tanto na procura como no *picking* destes, será criado um armário junto da zona de lavagens, Figura 27. Nesse espaço também devem ser colocadas as caixas de abate (4) para colocar as larvas para seguirem para o congelamento.

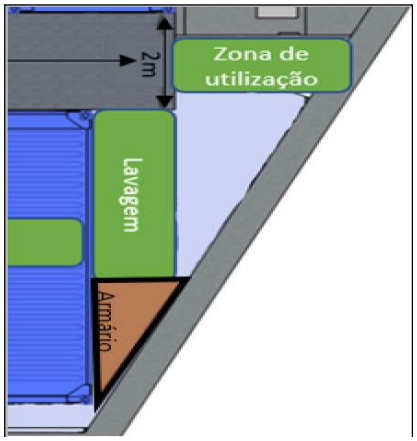


Figura 27 - Armário para utensílios de lavagem.

Na zona de Transformação, a cozinha, serão realizadas sete operações diferentes e serão utilizados alguns consumíveis, sendo necessário delimitar o espaço que cada atividade deve ocupar. Na Figura 28 são identificados as máquinas e locais das atividades a cor azul, e os locais de armazenamento dos respetivos consumíveis, recipientes e caixas, na cor verde:

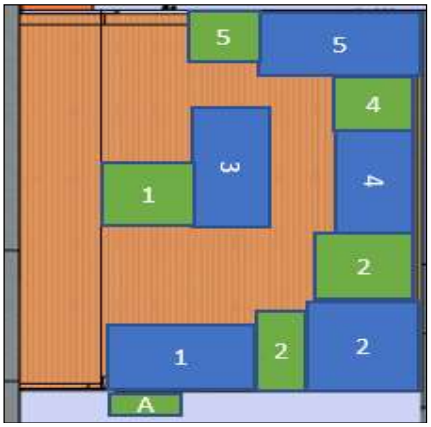


Figura 28 - Área da cozinha com identificação de zonas.

Sabendo o que representa cada cor, é, agora, atribuído um número a cada atividade da seguinte forma:

- 1 – Higienização das larvas. Para esta atividade é necessário um local para armazenar ácido ascórbico e um local provisório para armazenar as caixas de abate (cerca de 20 caixas). Estas devem retornar ao local perto da peneira após utilização;
- 2 - Desidratação, seguindo a sequência, adjacente ao número 1, o espaço 2, a verde, estará destinado ao armazenamento dos tabuleiros para a desidratação. Depois da atividade, o produto já desidratado é colocado num recipiente alimentar, que deverá estar no número 2 a verde, a jusante da atividade em questão;
- 3 – Moagem;
- 4 – Doseadora + Empacotamento. Na respetiva zona de armazenagem serão colocados os pacotes com os diferentes tamanhos, 1, 2, 5 e 10 quilos de produto acabado;
- 5 – Selagem + Embalamento. Na zona verde número 5 irão ser colocados as caixas para embalamento.
- No espaço A estarão pendurados os fatos próprios para a poder entrar na cozinha.

4.4 Melhorias e equipamentos/instrumentos desenvolvidos

As fases de criação e de abate movem centenas de caixas e, neste momento, está definido que conjuntos de 64 caixas serão transportados e empilhados pelo porta-paletes, entretanto adquirido pela empresa. Contudo, para garantir que as caixas empilhadas não caiam, deve ser desenvolvido uma estrutura que encaixe no porta-paletes em forma de U. Evita-se assim a perda de produto e risco de infestações. Do lado que não tem parede, será colocada uma plataforma com as medidas exatas para que encaixe no bordo do contentor e seja fácil colocar as caixas.



Figura 29. Carrinho de transporte de caixas.

Todos os contentores encontram-se acima do nível do chão e com um desnível de 1º, de forma a que a humidade condensada nos seus interiores e a água que fica depois da higienização escoe toda pelo mesmo lugar. Por baixo dos contentores foi criada uma rede de calhas de forma a canalizar toda a água para o esgoto.

4.5 VSD – O design futuro do VSM

A primeira ferramenta *lean* utilizada neste projeto foi o VSM que permitiu identificar alguns desperdícios e originou grande parte das propostas desenvolvidas. Tendo já sido expostas as propostas de melhoria, é necessário desenvolver o VSD de forma a visualizar as melhorias propostas.

Com a implementação destas melhorias, foram eliminadas duas atividades: "Encher o carrinho de Transporte de substrato" e "Alimentação de fresco". Também foram reduzidas algumas movimentações com a mudança de Layout e com o desenvolvimento do transporte da caixa de ovos.

Dentro do contentor dos reprodutores, alterou-se o sistema de troca de caixas, o que facilitou a respetiva atividade.

O VSD pode ser observado no Anexo J.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

Num futuro próximo, existirá certamente a necessidade de desenvolver fontes alternativas de nutrientes de forma sustentável, visto que quase toda a terra arável do planeta já é atualmente utilizada. Neste sentido, é imperativo recorrer aos recursos disponíveis de um modo mais eficiente e sustentável.

Assim, surgiu a ideia de investir e explorar a alimentação com base em insetos, pois estes são uma excelente fonte alternativa. A temperatura corporal do inseto iguala a temperatura ambiente e os processos fisiológicos internos são relativamente simples, pelo que a quantidade de energia utilizada pelo próprio organismo para atingir temperaturas compatíveis com a homeostasia é menor. Da mesma forma, não utilizam grandes quantidades de outros recursos como água, terra e comida, sendo extremamente eficientes na bio conversão, não sendo uma ameaça para o ecossistema.

Este projeto resulta da necessidade de criar uma cultura *lean* numa nova indústria com base na agropecuária, procurando, sistematicamente, eliminar desperdícios e investigar oportunidades de otimização e inovação, com o intuito de melhorar continuamente a eficácia e eficiência do processo.

Assim, esta dissertação debruçou-se sobre o desenvolvimento do processo de produção baseado no sistema de produção *lean* e os seus princípios, sobre a otimização do layout da fábrica, sobre estruturação dos fluxos de material e informação, e sobre a aplicação das ferramentas *lean* e o envolvimento de todos os *stakeholders*.

A investigação para a execução desta dissertação foi limitada em vários aspetos ao longo do tempo do projeto, sendo que, os principais obstáculos foram a falta de oportunidade de observar a fábrica em funcionamento, recolhendo os tempos por amostragem na fase de protótipo e os ensaios sem os instrumentos de transporte que serão utilizados.

Ao longo do projeto foram analisadas algumas propostas que, expectavelmente, otimizam o fluxo de produção, reduzindo a mão de obra em cerca de 1250 minutos por lote, o equivalente a 29% do esforço despendido e reduzindo as movimentações em 8115 metros por lote, o equivalente a 67% da distância necessária percorrer.

Foram introduzidas algumas ferramentas e rotinas que criam e mantêm a cultura *lean*, envolvendo, disciplinando e motivando todos os colaboradores. Como exemplo, apontam-se as reuniões implementadas, auditorias e ferramentas 5S, PDCA e 5Why´s.

A empresa acredita que este projeto desempenhou um papel importante para o sucesso do negócio, pois trará benefícios a médio e longo prazo, caso seja aplicado corretamente, sendo que, com a utilização das ferramentas supracitadas já foi possível quebrar alguns paradigmas da empresa. Após alguns experimentos foi provado que é possível colocar até dois quilogramas de larvas vivas nas caixas de criação, sem que haja comprometimento da maturação destas, dobrando o objetivo de produção apenas por adição de besouros nas caixas de reprodução.

Para o futuro, serão estudados alguns possíveis subprodutos que, atualmente, são considerados desperdícios. Além disso, serão exploradas as novas espécies com potencial para consumo humano, como é o caso dos grilos e das moscas soldado.

No entanto, os principais objetivos deverão ser a preparação da fábrica para ser operacional, garantir que todo o processo é funcional e que seja afinado caso haja alguma anomalia.

Recomenda-se que a empresa dê continuidade à aplicação sistemática das ferramentas *lean* de forma a elevar o patamar de eficiência e eficácia, envolvendo as pessoas e motivando-as sempre a serem criativas e capazes de ultrapassar os desafios do dia a dia.

Sugere-se, também, o desenvolvimento de projetos focados na automatização das atividades que envolvem muita mão de obra, em especial com investimentos para automatizar as

movimentações, através de tapetes rolantes e atividades de virar caixas que podem ser realizadas por robôs, como já acontece em algumas empresas no Oriente. Sabendo que para manter as condições climáticas favoráveis aos insetos é necessário consumir elevadas quantidades de energia, será, por isso, necessário analisar hipóteses de reutilização do calor e humidade, permitindo reduzir o consumo de energia.

Concluindo, com este projeto é realçada a importância de implementar uma cultura *lean* e criar mecanismos que mantenham essa cultura, sendo necessário que as pessoas estejam comprometidas e envolvidas no processo. Torna-se facilitada a promoção da melhoria contínua e da inovação, quando toda a equipa está alinhada e motivada para atingir o sucesso.

Também se pretende que este estudo sirva de base para futuros estudos de implementação da filosofia *lean* a outro tipo de produto e que incentive as empresas a adotar estas estratégias para diminuição de desperdícios e, consequentemente, o aumento de rendimento e do lucro financeiro.

Referências

Alvandi, M., Fazli, S., Yazdani, L., & Aghaee, M. (2012). "An integrated MCDM method in ranking BSC perspectives and key performance indicators (KPIs)." Management Science Letters **2**(3).

Barbosa, P. (2013). 45 Tendências de Gestão.

Coimbra, E. (2013). Kaizen in Logistics and Supply Chains, McGraw-Hill Education.

Fowles, T. M. and C. Nansen (2019). "Artificial selection of insects to bioconvert pre-consumer organic wastes. A review." Agronomy for Sustainable Development **39**(3): 31.

Hirano, H. (1993). Putting 5S to Work: A Pratical Step-by-Step Approach.

Huis, A. v. (2013) "Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security." **58**, 583.

Imai, M. (2012). Gemba Kaizen: A commonsense approach to continuous improvement strategy, McGraw-Hill Education.

Ishikawa, K. (1984). Guide to quality control, Asian Productivity Organization.

James P. Womack, D. T. J. (2003). Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation.

James P. Womack, D. T. J., and Daniel Roos (1990). The Machine That Changed the World, Productivity Press.

Krafcik, J. (1988). Triumph of the Lean Production System, Sloan Management Review.

Liker, J. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer, McGraw-Hill Education.

Ohno, T. (1997). O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala.

ONU. (2019). "World Population Prospects 2019 Highlights." from https://population.un.org/wpp/.

Pinto, J. P. (2009). Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras

Quamrul Ashrafy, O. G. (2008) "Malthusian Population Dynamics: Theory and Evidence."

Ralha, L. F. R. (2015). Process Analysis and KPI specification for a Third Party Logistics Warehouse. Mestrado em Engenharia de Serviços e Gestão, FEUP.

REH, J. F. (2009). ""Key Performance Indicators (KPI)." ".

Richard B. Chase, F. R. J. (2013). Operations and Supply Chain Management.

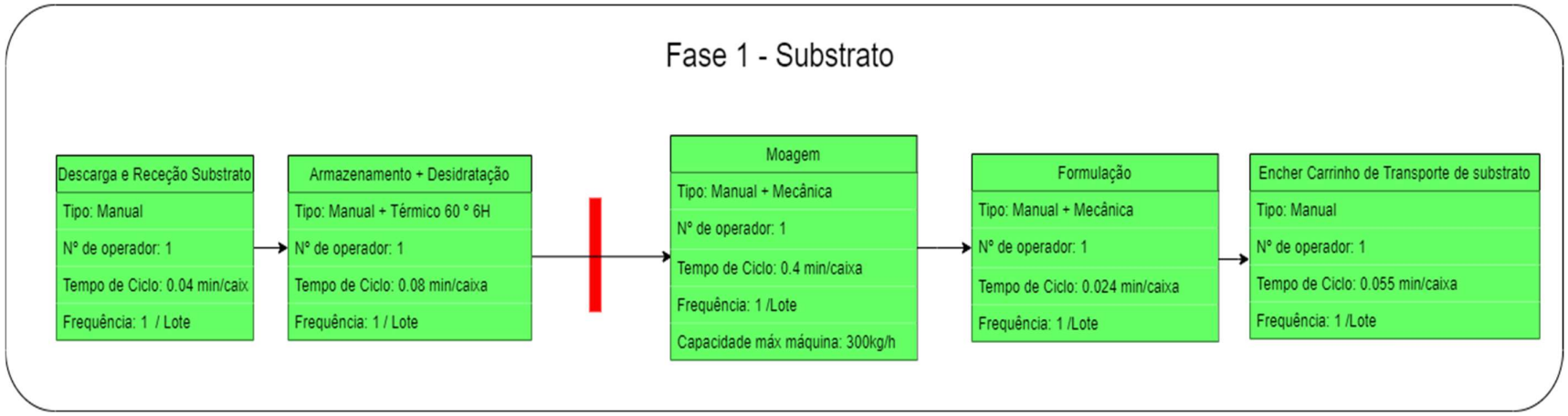
Shingo, S. (1986). Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System: Volume 3.

Tavares, M. (2012). Implementação do TPM na Simoldes Plásticos Universidade de Aveiro.

Womack, J. P. (2003). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.

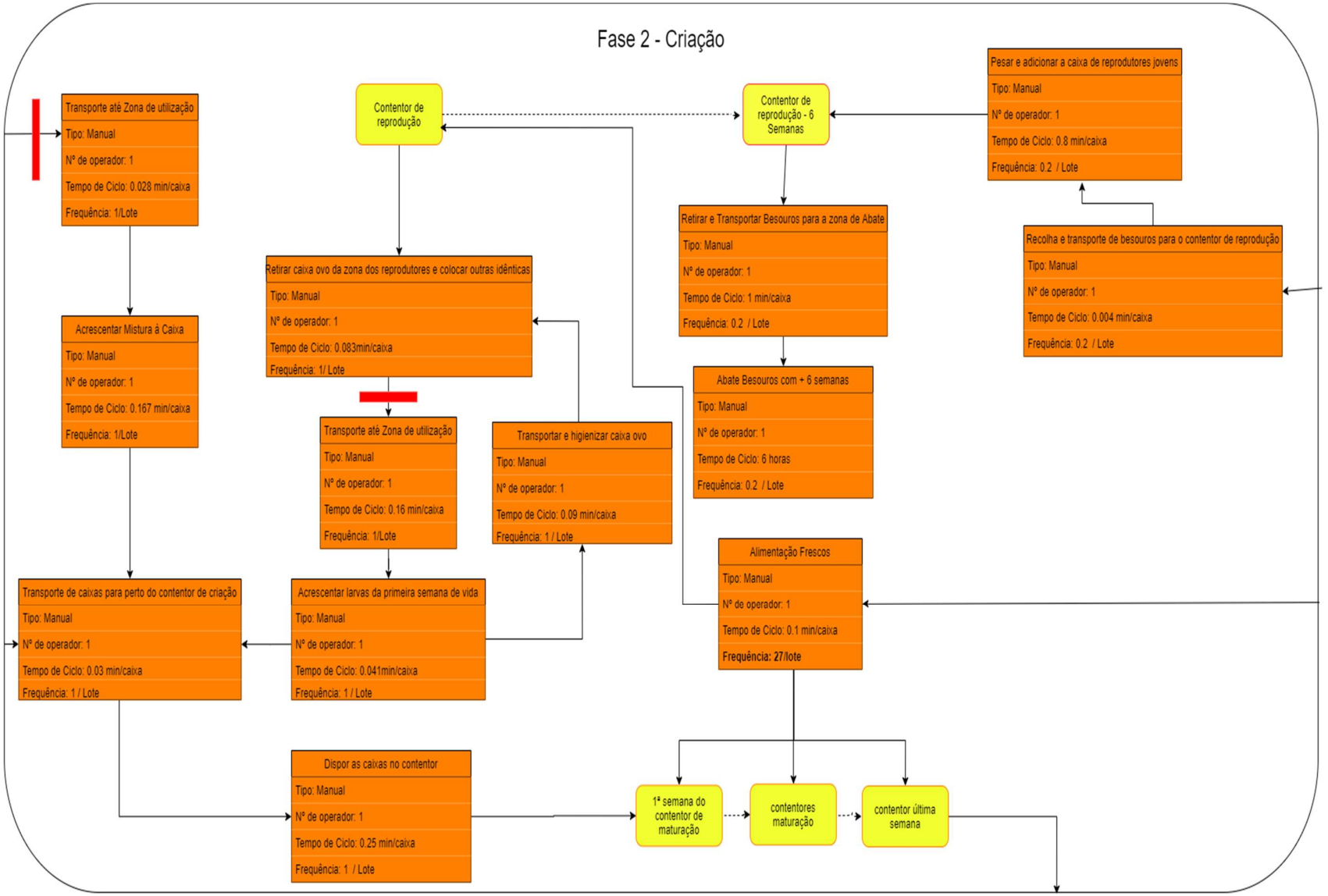
M. Rother e J. Shook, Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, Lean Enterprise Institute, Inc, MA USA, 2003.

Anexo A



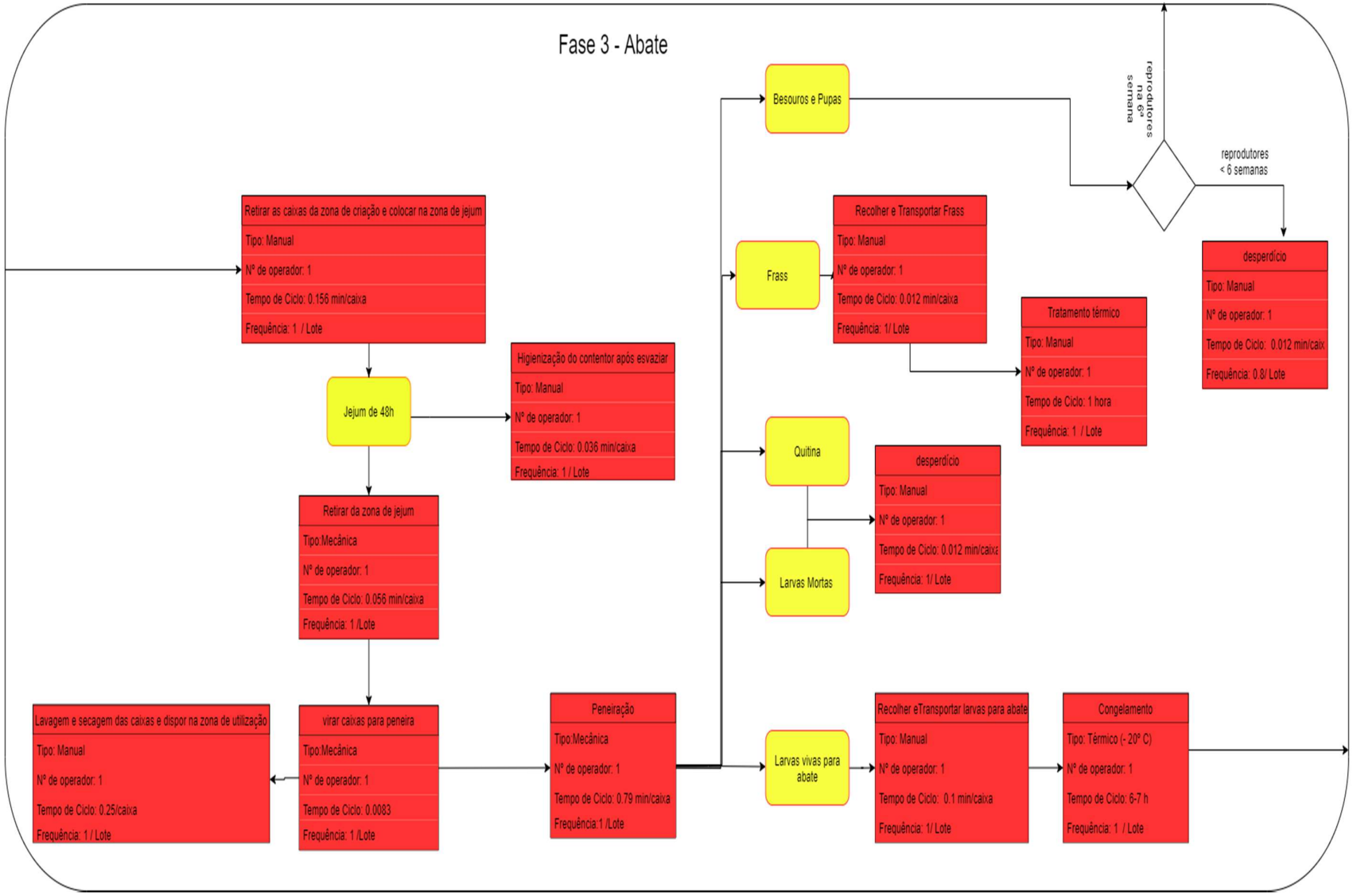
Anexo A. Fase 1 - Substrato.

Anexo B



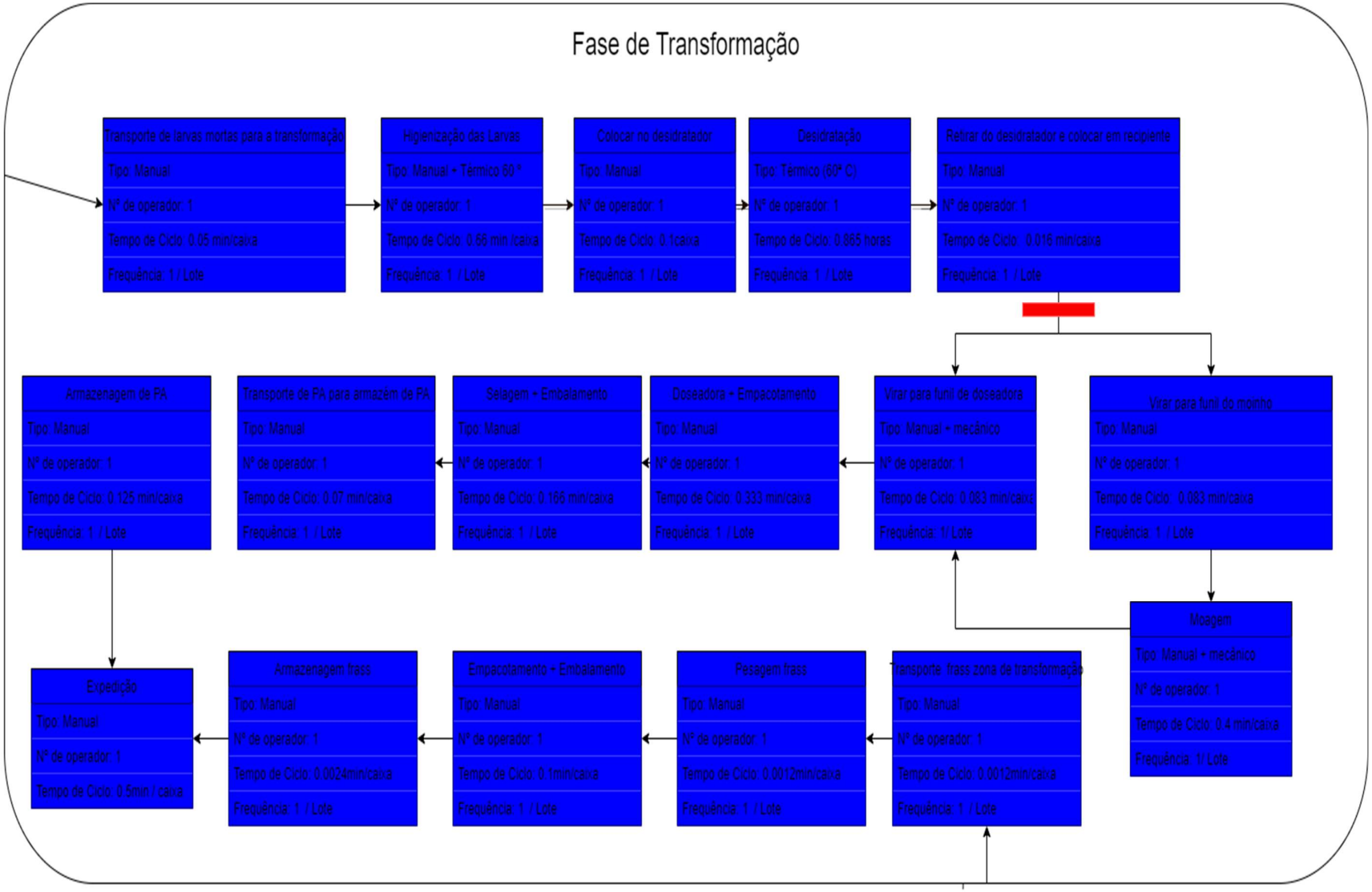
Anexo B. Fase 2 - Criação

Anexo C



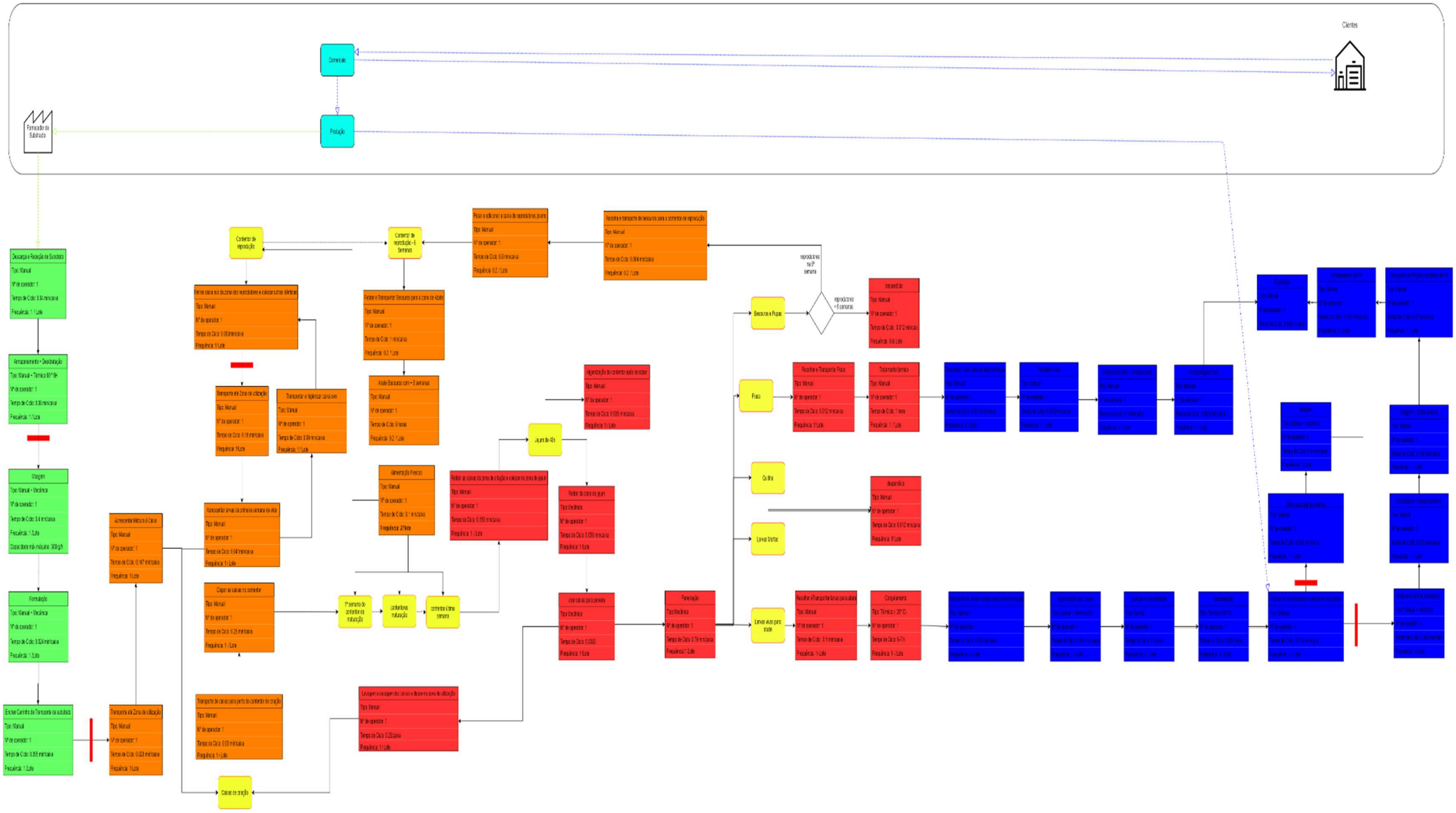
Anexo C. Fase 3 - Abate.

Anexo D



Anexo D. Fase 4 - Transformação.

Anexo E



Anexo F

Fase	Atividade	Tempo de ciclo (minitalos)	Frequencia (x/cxfa)	metros por atividade	Nº Kg por Unidade de Transporte	nº movimentos por atividade	Tempo Total	nº de kg transportados atividade
Substrato	Descarga e Receção Substrato e Alimentos	0.04	1	100	30	30.51	16.64	869.44
	Armazenamento + Desidratação	0.08	1	100	30	30.51	33.28	869.44
	Moagem	0.4	1	0	0	0.00	166.40	0.00
	Formulação	0.024	1	0	0	0.00	9.98	45.76
	Encher o carrinho de Transporte de susbtrato	0.055	1	0	7.5	122.03	22.88	915.20
Criação	Transporte até Zona de utilização (substrato)	0.028	1	252	200	4.58	11.65	915.20
	Acrescentar Mistura à caixa	0.167	1	0	2.2	416.00	69.47	915.20
	Retirar caixa de ovo da zona dos reprodutores e colocar outra	0.083	1	0	0.5	416.00	34.53	208.00
	Transporte até Zona de utilização (ovos)	0.16	1	3120	1	208.00	66.56	208.00
	Acrescentar larvas da primeira semana de vida	0.041	1	0	0.5	416.00	17.06	208.00
	Transportar e higienizar caixa ovo	0.09	1	15	0	416.00	37.44	0.00
	Transporte de caixas para perto do contentor de criação	0.03	1	97.5	64	6.50	12.48	416.00
	Dispor as caixas no contentor	0.25	1	572	4	104.00	104.00	416.00
	Recolha eTransporte de besouros para o contentor de reprodução	0.004	0.2	15	10	2.08	0.33	20.80
	Pesar e adicionar a caixa de reprodutores jovens	0.8	0.2	2.75	0.25	83.20	66.56	20.80
	Retirar e transportar besouros para a zona de Abate	1	0.2	7.5	40	0.52	83.20	20.80
	Abate besouros com + 6semanas	0.87	0.2	0	40	0.00	72.38	0.00
	Alimentação Frescos	0.1	27	3861	0.08	11232.00	1123.20	898.56
Abate	Retirar as caixas da zona de criação e colocar na zona de jejum	0.03	1	97.5	64	6.50	12.48	416.00
	Retirar da zona de jejum	0.056	1	195	64	6.50	23.30	416.00
	Higienização do contentor vazio	0.036	1	0	0	0.00	14.96	0.00
	Virar caixas de criação para a peneira	0.083	1	0	1	416.00	34.53	416.00
	Lavagem,secagem das caixas e disposição na zona de utilização	0.25	1	832	0	416.00	104.00	0.00
	Peneiração	0.79	1	0	0	0.00	328.64	0.00
	Desperdicio (besouros)	0.012	0.8	20	5	1.00	3.99	5.00
	Recolha e Transporte (frass)	0.012	1	20	416	1.00	4.99	416.00
	Tratamento térmico	0.144	1	0	0	0.00	59.90	0.00
	Desperdicio (quitinas e larvas mortas)	0.012	1	40	15	1.00	4.99	15.00
	Recolher e Transportar larvas para Abate	0.1	1	832	20	20.80	41.60	416.00
	Abate por Congelamento	0.865	1	0	20	0.00	359.84	0.00
Transformação	Trasnsporte de larvas mortas para a zona de transformação	0.05	1	832	20	20.8	20.80	416
	Higienização das larvas	0.66	1	0	20	20.8	274.56	416
	Colocar no desidratador	0.1	1	83.2	10	41.6	41.60	416
	Desidratação	0.865	1	0	10	0	359.84	0
	Retirar do desidratador e colocar em recipiente	0.016	1	20	10	14.56	6.66	145.6
	Virar para funil do moinho	0.083	1	16.74	8.7	16.74	34.53	145.6
	Moagem (larvas)	0.4	1	0	0	0	166.40	0
	Virar para funil de doseadora (larvas)	0.083	1	16.74	8.7	16.74	34.53	145.6
	Doseadora +Empacotamento(larvas)	0.333	1	0	8.7	16.74	138.53	145.6
	Selagem + Embalamento (larvas)	0.166	1	582.4	0.25	582.4	69.06	145.6
	Armazenagem PA	0.125	1	43.68	10	14.56	52.00	145.6
	Transporte de frass para zona de expedição	0.0012	1	1	416	1	0.50	416
	Pesagem (frass)	0.0012	1	1	10	41.6	0.50	416
	Empacotamento + Embalamento (frass)	0.1	1	1	10	41.6	41.60	416
	Armazenagem (frass)	0.0024	1	1	10	41.6	1.00	416
	Transporte de PA para armazém de PA	0.07	1	485.33	12	12.13	29.12	145.6
	Expedição	0	0	1	10	56.16	0.00	561.6

Anexo F. Ferramenta de prioridade de ação.

Anexo G

Plan-Do-Check-Act (PDCA)

Date: | **Membro da equipa:** | **Departamento:**

1: Plan

Problema
descrever e quantificar

Identificação da causa raiz:
5 porquês

Why?
Why?
Why?
Why?
Why?

Causa raíz

Objetivo SMART
specific, measurable, achievable, results-focused, time-bound

Contra medidas

Opção 1
Prós: | Contras:

Opção 2
Prós: | Contras:

Opção 3
Prós: | Contras:

2: Do

Contenção
Ações imediatas

Implementação de tarefas para longo prazo

Tarefa	Responsável	Deadline	Cumprida?
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐

Critério para determinar efetividade
Custo, tempo, mão de obra, etc

3: Check

Resultados

Plano bem sucedido?
mostrar valores

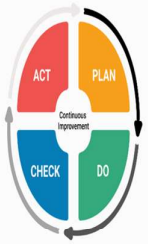
Areas for Improvement

4: Act

Será um novo *standard ou nova alternativa?*

Tarefas para implementação de novos *standards*

Tarefa	Responsável	Deadline	Cumprida?
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐



Notas/ Comentários

Anexo H

AUDITORIA 5S

5S	N.º	CRITÉRIO	OPORTUNIDADES DE MELHORIA	AVALIAÇÃO				
				Muito Fraco	Fraco	Médio	Bom	Excelente
				0	1	2	3	4
TRIAGEM	1	Existem itens tais como máquinas, peças, equipamentos, mobiliário e materiais não utilizados na área?						**4**
	2	Dos itens * atribuídos ao posto de trabalho e à área como um todo, existe algum em falta? * Máquinas, peças, equipamentos, mobiliário e materiais.						**4**
	3	Existem documentos desnecessários ou desatualizados, tais como instruções e manuais?						**4**
	4	Os corredores, locais de passagem e acessos a escadas estão desimpedidos?					**3**	
	5	Existem itens que coloquem em risco a segurança dos colaboradores, tais como derrames de óleo, equipamentos sem proteções, chão molhado ou estragado, derrames de substâncias químicas, racks danificados, etc ?						**4**
ORGANIZAÇÃO	6	Corredores, paletes, áreas de stock, áreas de amostras, equipamentos e ferramentas, tem localização definida e estão identificadas essas localizações?						**4**
	7	Pastas de arquivo, manuais, catálogos e demais documentação, encontram-se identificados e arrumados em conformidade com as localizações definidas?						**4**
	8	Materiais, ferramentas e equipamentos estão posicionados de tal forma que se evitem movimentos desnecessários e não ergonómicos?						**4**
	9	Existem caixas abertas / sem colocação de fita?						**4**
	10	Os equipamentos de segurança de proteção individual, assim como de alarme e extinção de incêndios, são fáceis de encontrar?					**3**	
LIMPEZA	11	O chão do armazém encontra-se limpo (isento de sujidades, água, óleo, entre outros)?						**4**
	12	Máquinas e outros equipamentos encontram-se limpos?						**4**
	13	As caixas dos componentes encontram-se limpas?						**4**
	14	Existe um plano de limpeza e manutenção para a área, devidamente atualizado?						**4**
	15	A separação com vista à valorização dos resíduos é realizada?					**3**	
NORMALIZAÇÃO	16	Existem paletes ou caixas danificadas? Nota: caixas danificadas durante manuseamento em armazém					**3**	
	17	É fácil fazer a inspeção visual e a limpeza dos equipamentos e postos de trabalho?						**4**
	18	Existem normas para a gestão e fornecimento de consumíveis e matérias-primas?						**4**
	19	Os objetivos de produção, resultados e ações prioritárias decorrentes desses resultados são exibidos?						**4**
	20	Quadros de informação, planos de ação e demais documentação, encontram-se atualizados?						**4**
AUTODISCIPLINA	21	A área dispõe de um plano de ações atualizado para a resolução das constatações levantadas em auditorias 5S?						**4**
	22	As constatações de auditorias anteriores, que foram colocadas no plano de ações, foram corrigidas?					**3**	
	23	As constatações de auditorias anteriores, que foram colocadas no plano de ações, foram realizadas dentro dos prazos estabelecidos?					**3**	
	24	Todos os colaboradores da área de trabalho se encontram envolvidos nas atividades 5S?						**4**
	25	Os colaboradores contribuem com sugestões de melhoria, sendo o seu contributo visualmente exibido?						**4**

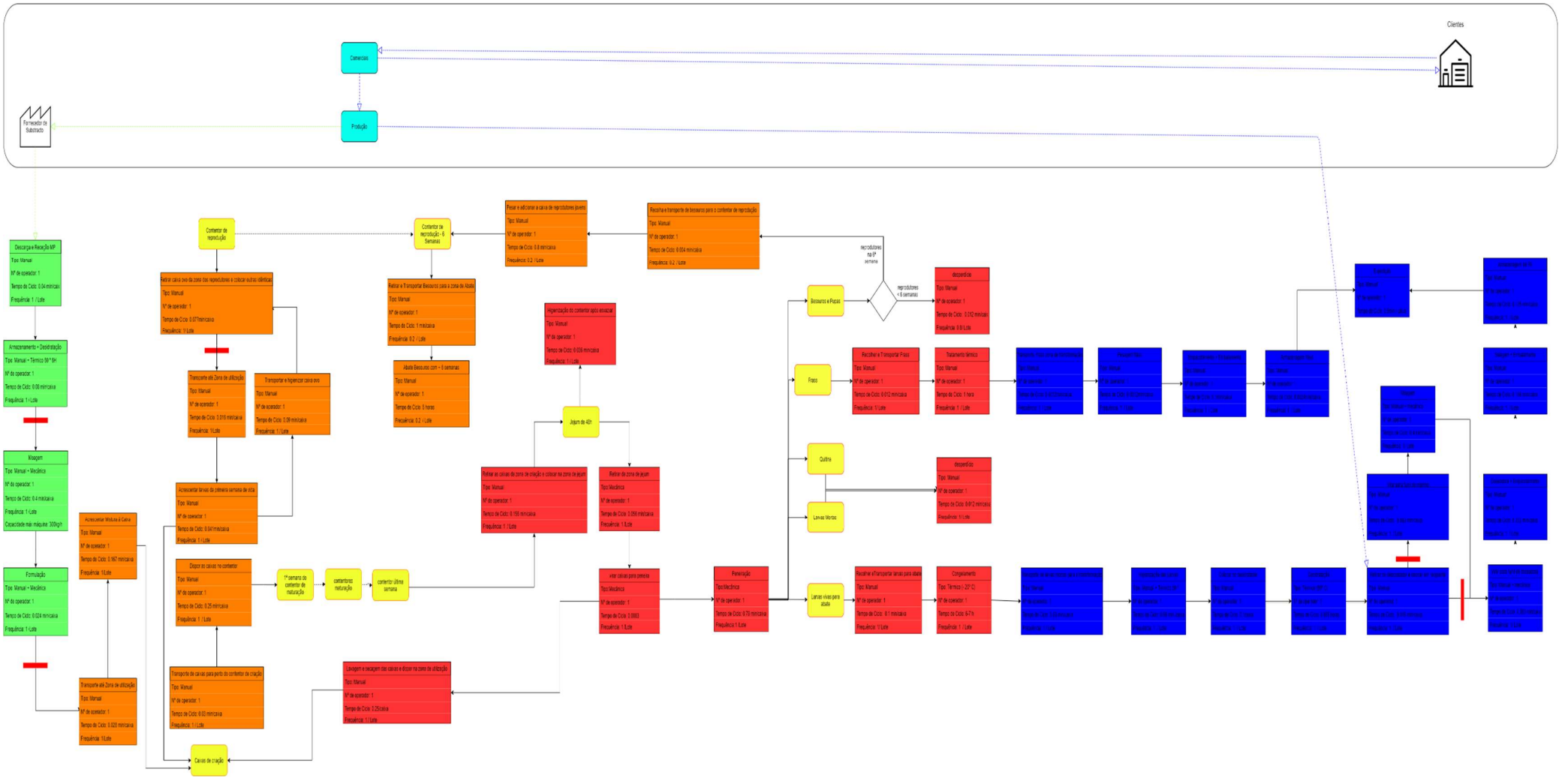
Anexo H. Auditoria 5S.

Anexo I

Gemba Walk		Perguntas	Check	Observações/ Ocorrências
Matérias primas	1	Na câmara de secagem, a iluminação, ventoinhas, ventilador e a bomba de frio funcionam?		
	2	Qual o valor de temperatura que regista a câmara de frio?		
	3	A câmara de secagem encontra-se limpa? Data e Responsável?		
	4	A informação das MP confere com a folha de entradas?		
	5	Cais de MP encontra-se limpo e desobstruído?		
	6	Utensílios e consumíveis de limpeza estão nos respetivos lugares?		
Criação	1	Iluminação, ventoinhas, aquecedor, termostáto e humidificador funcionam?		
	2	Níveis de temperatura, oxigênio e humidade estão dentro valores definidos?		
	3	As larvas encontram-se no seu correto estado de desenvolvimento (amostragem)?		
	4	Existem sinais de bolor ou putrefação nas caixas?		
	5	Existe ocorrência de fugas de insetos ou pragas de outras origens?		
	6	Existe acumulação de água ou outros resíduos nos contentores? Se sim em qual?		
	7	Abertura e fecho das portas dos contentores estão em condições normais?		
Abate	1	O equipamento para transportar larvas para jejum econtra-se na zona de jejum?		
	2	A peneira e a zona adjacente encontra-se limpa e funcional?		
	3	A zona de frass contém os sacos necessários?		
	4	Os tanques de lavagem e zonas adjacentes encontram-se devidamente limpos?		
	5	As torneiras e tubagem de água funcionais e sem fugas?		
	6	Os produtos de lavagem encontram-se no local certo e em quantidade suficiente?		
	7	A câmara de frio está em boas condições operacionais e limpa?		
Transformação	1	A máquina de higienização está limpa?		
	2	Existe produto de higienização alimentar em quantidade suficiente?		
	3	O desidratador e os seus tabuleiros encontram-se em limpos e operacionais?		
	4	O moinho alimentar encontra-se limpo e operacional?		
	5	A doseadora econtra-se limpa e operacional?		
	6	A embaladora está em boas condições e existem consumíveis suficientes? (Embalagens e caixas)		
	7	O stock de PA encontra-se organizado e limpo?		
Escritório	1	O quadro de eletricidade está em boas condições de funcionamento? Os automatismos estão corretos?		
	2	A WC, copa, e vestiário encontram-se em boas condições de uso e com os respetivos consumíveis?		
	3	As saídas de emergência encontra-se desobstruídas e com sinalização iluminada?		
	4	O escritório está limpo e organizado?		
	5	O quadro de equipa encontra-se atualizado e preenchido?		
	6	Os consumíveis de escritório existem em quantidade suficiente?		

Anexo I. Perguntas para *Gemba walk*.

Anexo J



Anexo J. VSD.