

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Aumento de eficiência operacional numa linha de produção

Rui Miguel Pereira Mendes

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Major Automação
Especialização em Gestão Industrial

Orientador na FEUP: Professor Pedro Alexandre Rodrigues João
Orientadora na Empresa: Engenheira Marta Pacheco

10 de fevereiro de 2020

À minha família

Resumo

Estamos numa sociedade em constante mudança, pelo que as empresas enfrentam cada vez mais desafios no seu posicionamento no mercado, na qualidade de serviço aos seus clientes e na melhoria dos seus processos e produtos de modo a tornarem-se competitivas e diferenciadoras. Deste modo, torna-se imperativo a adoção de políticas de melhoria contínua dos processos e pessoas, através da identificação e eliminação de desperdícios (atividades que não acrescentam valor ao produto final) visando o aumento da eficiência operacional. Isto pode ser conseguido através da otimização das operações, normalização dos trabalhos, implementação de melhoria contínua que se traduz, consequentemente, no aumento da motivação dos operadores para a execução das suas tarefas.

O trabalho da presente dissertação foi realizado numa indústria corticeira de grande dimensão, tendo como objetivo primordial o aumento da eficiência operacional de uma linha de produção de bases de quentes, denominados *trivets*.

A primeira fase do trabalho traduziu-se no levantamento da situação inicial do processo produtivo, através da presença constante no chão de fábrica e diálogo com os operadores. Esta interação permitiu a identificação de problemas produtivos.

Foram apresentadas, implementadas e propostas melhorias que iriam de encontro à mitigação dos problemas identificados - aplicação de 5S, normalização de tarefas com implementação de *Kaizen* Diário nível 3, definição de método de trabalho, implementação de quadro de planeamento, análise SMED e dimensionamento de um supermercado de placas de cortiça (matéria prima) - e a respetiva análise e impacto das mesmas na linha de produção.

Com as soluções apresentadas, estavam criadas as condições para que o fluxo de trabalho estivesse normalizado, criando maior organização e motivação dos operadores, levando, consequentemente, ao aumento da eficiência produtiva.

Abstract

We live in a society which is changing every day, so that organizations are facing permanent challenges in market positioning, in providing adequate client service level and in improving their processes and products to make them competitive and with a differentiation strategy. This way, its mandatory that organizations adopt continuous improvement policies of their processes and people, through the identification of waste (non-valued activities) aiming the improvement of operational efficiency. This can be achieved by optimization of operations and procedures, standard work, implementation of continuous improvement activities that will increment the motivation of workers.

This project was implemented in a cork industry, aiming the analysis and improvement of the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of a production line of hot pot stands (trivets).

The first part of the project consisted in collecting information to make the diagnosis of the process, through the permanent presence in *Gemba* and contact with line operators. This interaction was crucial to identify problems in the production line.

After this, it was proposed solutions that will attenuate the problems identified - 5S application, standard work, implementation of level 3 of Daily Kaizen, definition of operative method, implementation of a daily planning board, SMED analysis and definition of a *kanban* supermarket - and, after that, it was analysed the impact of the implemented solutions,

With all this tools, all conditions were created to allow the optimal workflow, creating more organization and motivation in operators which had direct impact in improvement of OEE.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer à empresa que me acolheu pela oportunidade de realizar o meu trabalho de dissertação, contribuindo ativamente para a aplicação dos meus conhecimentos em contexto real e proporcionando todas as condições para que alcançasse com sucesso os objetivos pretendidos.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pela formação dada ao longo destes 5 anos, prezando sempre pela excelência e exigência do ensino da Engenharia.

Gostaria de endereçar os meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, Professor Pedro João, por toda a ajuda e colaboração dada ao longo do projeto.

À Engenheira Marta Pacheco o meu profundo obrigado pela dedicação, ajuda, paciência e orientação demonstrada ao longo de todo o projeto.

A todos os operadores do setor industrial em que estive envolvido, em especial aos operadores da linha de *trivets*, na qual o projeto incidiu, por toda a colaboração demonstrada e pela partilha de conhecimentos.

Aos supervisores da área industrial, Mário Borges e José Sá, pela colaboração dada ao longo de todo o projeto.

À Ana, por toda a força, apoio, carinho e motivação dada ao longo deste projeto, por me ter ajudado a superar os momentos menos bons e me ter dado aquele abraço que sempre me fortaleceu.

À Tatiana, uma pessoa espetacular, que me motivou sempre, que esteve sempre presente, que acreditou sempre em mim e no sucesso deste projeto.

À minha família, em especial, à minha mãe e irmão, por todo o apoio, por estarem sempre presentes nos momentos mais importantes da minha vida e por terem acompanhado de perto o meu percurso ao longo destes 5 anos.

Índice

RESUMO	III
ABSTRACT	V
AGRADECIMENTOS	VII
ÍNDICE	IX
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE GRÁFICOS	XIV
LISTA DE TABELAS	XV
ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	XVI
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 MOTIVAÇÃO	2
1.3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.5 METODOLOGIA	5
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	6
CAPÍTULO 2 INTRODUÇÃO TEÓRICA.....	7
2.1 <i>LEAN PRODUCTION</i>	7
2.2 OS 7 DESPERDÍCIOS	8
2.3 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	9
2.3.1 <i>Pilares do TPM</i>	9
2.3.2 5S.....	10
2.4 OEE.....	11
2.5 KAIZEN.....	12
2.5.1 Normalização	12
2.6 SUPERMERCADO E SISTEMA KANBAN	13
2.7 SMED.....	14
2.7.1 <i>Descrição do método</i>	15
CAPÍTULO 3 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL.....	17
3.1 AGLOMERADOS COMPÓSITOS DE CORTIÇA: CADEIA DE VALOR	17

3.2	APRESENTAÇÃO DA LINHA DE <i>TRIVETS</i>	20
3.3	LAYOUT DA ÁREA DE <i>TRIVETS</i>	21
3.4	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	23
3.5	ANÁLISE DO DESEMPENHO ATUAL	24
3.5.1	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	24
3.5.2	<i>Perdas de Disponibilidade</i>	25
3.5.3	<i>Perdas de velocidade</i>	26
3.5.4	<i>Perdas de Qualidade</i>	27
3.6	MUDANÇA DE FORMATO	28
3.6.1	<i>Levantamento das tarefas associadas à mudança de formato</i>	30
3.7	GESTÃO DE MATÉRIA PRIMA	31
3.8	DESORGANIZAÇÃO DO ARMÁRIO DE PANFLETOS	32
3.9	FALTA DE NORMALIZAÇÃO	33
3.10	SÍNTESE DOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS	34
CAPÍTULO 4 PROPOSTAS DE MELHORIA		35
4.1	PARAGENS POR FALTA DE MATÉRIA PRIMA	35
4.2	ORGANIZAÇÃO DO ARMÁRIO DE PANFLETOS – APLICAÇÃO DE 5S	36
4.3	QUADRO DE PLANEAMENTO DIÁRIO	38
4.4	PADRONIZAÇÃO DE VELOCIDADES	39
4.4.1	<i>Análise de Pareto</i>	39
4.4.2	<i>Determinação de cadências produtivas</i>	40
4.5	IMPLEMENTAÇÃO DE SMED	40
4.6	IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODO DE TRABALHO	41
4.7	NORMALIZAÇÃO E KAIZEN DIÁRIO NÍVEL 3	43
4.7.1	<i>Formação dos operadores</i>	44
4.8	criação de um <i>DASHBOARD</i> DE GESTÃO DE EFICIÊNCIA OPERACIONAL	45
4.9	DIMENSIONAMENTO DE SUPERMERCADO DE PLACAS	46
4.9.1	<i>Dimensionamento do supermercado para as placas 8405/03 9,7mm</i>	48
4.10	MELHORIA BENÉFICAS PARA OS OPERADORES	49
CAPÍTULO 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS		52
5.1	TEMPO DE ARRANQUE	52
5.2	AUDITORIA KAIZEN NÍVEL 3	53
5.3	AUMENTO DO OEE	54
CAPÍTULO 6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO		56
6.1	CONCLUSÕES	56
6.2	PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO	57

REFERÊNCIAS	58
ANEXO A: ANÁLISE ABC	60
ANEXO B: CONSULTA DE GAMA DE PRODUTO	63
ANEXO C: MÉTODO DE OPERATIVO DA LINHA MANUAL	64
ANEXO D: OPL DE INÍCIO DE PRODUÇÃO DA LINHA DE <i>TRIVETS</i> AUTOMÁTICA	75
ANEXO E: DIMENSIONAMENTO DE SUPERMERCADO DE PLACAS	79
ANEXO F: DETERMINAÇÃO DE CADÊNCIAS PRODUTIVAS (20 RR 45/10).....	80

Lista de figuras

Figura 1 - Área de floresta ocupada por sobreiros. (in: http://www.iniav.pt/fotos/editor2/pedro_borges_ferreira.pdf , consultado em 8/01/2020)	2
Figura 2 - Aplicação da cortiça no setor da construção. (in: http://www.iniav.pt/fotos/editor2/pedro_borges_ferreira.pdf , consultado em 8/01/2020)	3
Figura 3 - Aplicações da cortiça em produtos do quotidiano (in: http://www.iniav.pt/fotos/editor2/pedro_borges_ferreira.pdf , consultado em 8/01/2020)	3
Figura 4 - Áreas de negócio da empresa em que foi desenvolvido o projeto.....	4
Figura 5 - Organograma da empresa.	5
Figura 6 - Os oito pilares do TPM (Coelho 2008).....	9
Figura 7 - Dinâmica do Nível de Inventário.	14
Figura 8 - Etapas do SMED (baseado em Shingo 1995).	16
Figura 9 - Processo produtivo da organização.	19
Figura 10 - Integração da linha de <i>trivets</i> na unidade industrial.	20
Figura 11 - Base de quentes quadrada	20
Figura 12 - Base de quentes redonda	20
Figura 13 - Base de cortiça negra.	20
Figura 14 - Layout da área de <i>trivets</i>	21
Figura 15 - Representação da linha manual.	22
Figura 16 - Representação da linha automática.	22
Figura 17 - Processo produtivo da linha de <i>trivets</i>	23
Figura 18 - Evolução do OEE nas semanas anteriores ao projeto	24
Figura 19 - Evolução do índice de disponibilidade	25
Figura 20 - Evolução do índice de velocidade	26
Figura 21 - Quadro de defeitos	27
Figura 22 - Evolução do índice de velocidade	28
Figura 23 - Visão macro do processo de mudança de formato	29

Figura 24 - Tempos de <i>setup</i>	29
Figura 25 - Diagrama de Spaghetti das deslocções do operador da fresa durante o <i>setup</i> ...	31
Figura 26 - Armário de panfletos.....	33
Figura 27 - <i>Checklist</i> de verificação de abastecimento da linha	36
Figura 28 - Pormenor do estado inicial do armário de panfletos	37
Figura 29 - Organização do armário e aplicação de etiquetas referentes às marcas dos mesmos	38
Figura 30 - Quadro de Planeamento Diário	39
Figura 31 - Excerto do método operativo da linha manual de <i>trivets</i>	42
Figura 32 - OPL de abastecimento de materiais	43
Figura 33 - Localização de algumas OPL (junto a cada centro de trabalho).	44
Figura 34 - Excertos do documento elaborado para a formação dos operadores.....	45
Figura 35 - <i>Dashboard</i> de gestão de eficiência operacional	46
Figura 36 - Área disponível para o supermercado	47
Figura 37 - Estrutura do supermercado.....	48
Figura 38 - Retirada do dispensador automático da embalagem	49
Figura 39 - Colocção de um sistema de retenção de paletes	50
Figura 40 - Colocção de raseira manual para o sistema de aspiração	51
Figura 41 - Colocção de sensor no alimentador da fresa automática.....	51
Figura 42 - Gráfico de Pareto/ Análise ABC.....	60
Figura 43- Consulta de estrutura do 10 RR 45/10.....	63
Figura 44 - Definição de Supermercado de Placas	79

Lista de gráficos

Gráfico 1 - Comparação dos tempos de arranque inicial e final.	52
Gráfico 2 - Comparação do custo de arranque inicial e final.	53
Gráfico 3 - Resultado da auditoria intermedia.	53
Gráfico 4 - Resultado da auditoria final.	54
Gráfico 5 - Variação do OEE.	55

Lista de tabelas

Tabela 1 - Seis grandes tipos de perdas produtivas.	12
Tabela 2 - Diferentes tipos de normas e respectivas características.	13
Tabela 3 - Relação entre tamanho do lote e tempo de produção unitário.	15
Tabela 4 - Lista de equipamentos produtivos.	22
Tabela 5 - Lista de tempos improdutivos.	26
Tabela 6 - Levantamento de todas as tarefas associadas à mudança de formato.....	30
Tabela 7 - Síntese dos problemas identificados.	34
Tabela 8 - Placas com maior consumo.....	47
Tabela 9 - Caracterização das paletes a usar no supermercado.	48
Tabela 10 - Comparação dos resultados das 2 auditorias feitas.	54
Tabela 11 - Análise ABC	61
Tabela 12 - Estudo de cadências do artigo 20 RR 45/10	80

Abreviaturas e Símbolos

Lista de abreviaturas (ordenadas por ordem alfabética)

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
APA	Armazém de Produto Acabado
CCS	<i>Cork Customized Solutions</i>
DEEC	Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
H&O	<i>Home & Office</i>
JIT	<i>Just-In-Time</i>
MTO	<i>Make to order</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>

Capítulo 1

Introdução

Este capítulo apresenta o enquadramento do tema da dissertação e a motivação para a elaboração do projeto. Seguidamente, é feita uma descrição da empresa, os objetivos esperados com a elaboração do projeto e a metodologia seguida no mesmo. Por último, é apresentada a organização deste documento.

1.1 Enquadramento

Estamos num mundo cada vez mais competitivo, onde as empresas precisam de estar constantemente atentas às necessidades voláteis dos consumidores, apresentar produtos e serviços diferenciadores a um custo competitivo com a concorrência. A globalização criou a necessidade de as empresas aumentarem a sua flexibilidade produtiva, através do aumento do leque de produtos oferecidos ao cliente, produzindo em pequenos lotes. Este tipo de produção leva a mudanças periódicas da linha - os *setup*. É essencial que as empresas estejam aptas a otimizar os seus processos produtivos de modo a minimizar os tempos que não contribuem para adicionar valor acrescentado ao produto final.

A metodologia *Lean* procura identificar e eliminar os desperdícios através da implementação de prática de melhoria contínua. Apresenta, portanto, um conjunto de ferramentas e técnicas que podem melhorar, sem implicar grandes custos, a eficiência operacional - como o SMED, 5S e *Standard Work*). O SMED (*Single Minute Exchange of Die*) surge como uma das metodologias integradas no *Lean Manufacturing*, visando a diminuição dos tempos de *setup* com consequente aumento da eficiência operacional.

O projeto da presente dissertação surgiu da necessidade de uma empresa da indústria corticeira aumentar a eficiência operacional numa área que apresentava grandes perdas de eficiência operacional, o que causava entraves na capacidade de resposta às necessidades dos clientes. O grande leque de produtos oferecidos obriga que o processo produtivo seja flexível à variabilidade da procura e esteja adaptado a essa volatilidade. O aumento da eficiência, que

deve ser imperativa, só é conseguida através da otimização dos diferentes processos - nomeadamente, através da redução de tempos improdutivos e normalização do trabalho.

1.2 Motivação

A indústria corticeira assume um papel preponderante na economia portuguesa, sendo Portugal líder do setor corticeiro, liderando a produção e transformação deste produto. A Figura 1 ilustra que cerca de 23% da floresta nacional corresponde a área ocupada por sobreiros, representando também cerca de 35% da área mundial deste tipo de flora.

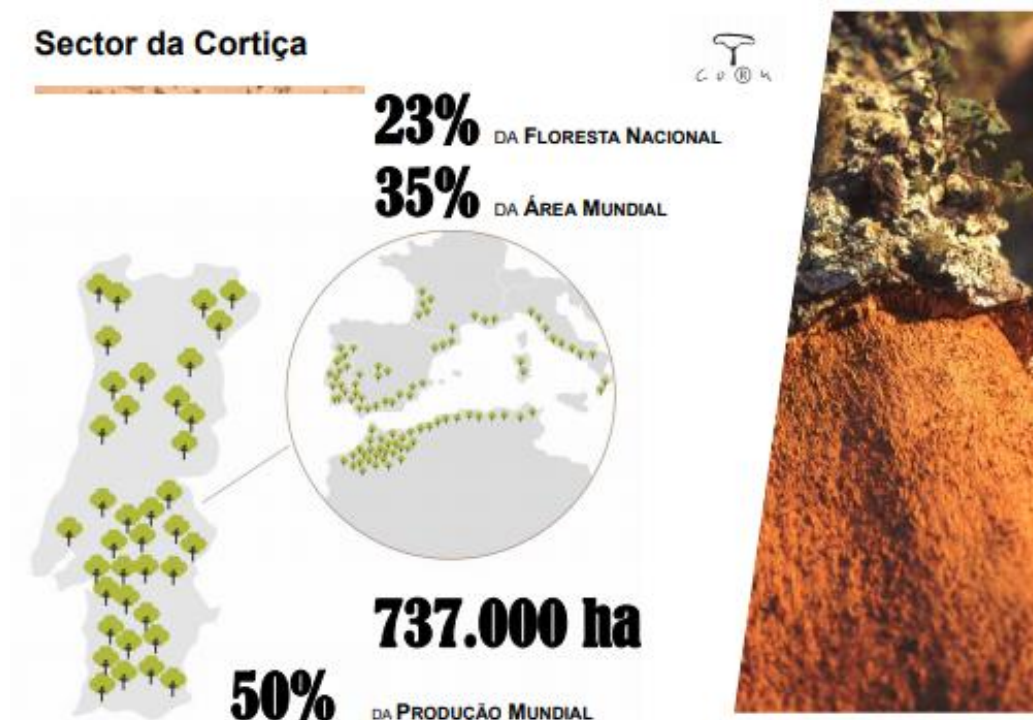


Figura 1 - Área de floresta ocupada por sobreiros. (in http://www.inia.pt/fotos/editor2/pedro_borges_ferreira.pdf, consultado em 8/01/2020)

A cortiça é um produto natural, que tem inúmeras aplicações - seja na produção de diversos tipos de rolhas (naturais, aglomeradas, colmatadas, capsuladas) como também no fabrico de produtos usuais como calçado, mesas, cadeiras, candeeiros, bases quentes, tendo também uma forte aplicação no setor de construção, manifestando uma panóplia enormíssima de aplicações. As Figuras 2 e 3 ilustram algumas das aplicações.

adotar filosofias de crescimento interno e melhoria contínua de modo a tornar os seus processos mais eficientes, reduzindo custos, aumentando qualidade e eliminando perdas e desperdícios.

Foi neste contexto que surgiu a necessidade da realização da presente dissertação, elaborada num contexto industrial do setor corticeiro, como oportunidade de propor e aplicar melhorias organizacionais alinhadas com a estratégia da empresa.

1.3 Apresentação da empresa

A empresa onde foi executado o projeto que serviu de pressuposto à realização da presente dissertação tem como atividade principal o mercado da cortiça, nomeadamente, o desenvolvimento de aglomerados compósitos para múltiplas aplicações. A Figura 4 ilustra as diferentes áreas de negócio da empresa.



Figura 4 - Áreas de negócio da empresa em que foi desenvolvido o projeto.

As características únicas da cortiça - isolamento acústico, térmico, impermeabilidade, leveza, entre muitas outras - permitem que este material possa ser aplicado em diferentes contextos, respondendo a diferentes necessidades do mercado. A estratégia da empresa é, por conseguinte, desenvolver produtos diferenciadores, assegurando uma proposta de valor que se coadune com as necessidades do cliente final.

Quanto à estrutura organizacional da empresa, o organograma da Figura 5 exemplifica os diferentes órgãos de gestão, áreas funcionais e respetivas hierarquias.



Figura 5 - Organograma da empresa.

1.4 Objetivos

O projeto desenvolvido tem como objetivo primordial o aumento da eficiência operacional da linha de produção de *trivets*, inserida na unidade industrial de produtos customizados de cortiça, numa empresa portuguesa do setor corticeiro. Para isso, é feito um levantamento detalhado do processo produtivo, permitindo a identificação de problemas que afetam diretamente o desempenho da célula fabril.

Podemos, portanto, detalhar os objetivos gerais deste projeto:

- Levantamento da situação atual do processo produtivo;
- Identificação e análise dos problemas da célula produtiva e do processo;
- Definição de soluções e implementação de melhorias;
- Avaliação do impacto das melhorias na melhoria da eficiência operacional do sistema produtivo.

Como objetivos específicos foram delineados os seguintes:

- Implementação do *Kaizen* Diário nível 3;
- Implementação de método de trabalho;
- Aumento do índice de eficiência operacional para 65%;
- Dimensionamento de supermercado de placas para garantir abastecimentos à linha.

1.5 Metodologia

A metodologia seguida na presente dissertação dividiu-se em 3 fases. Numa primeira fase, foi analisado o processo produtivo, de forma qualitativa e quantitativa, criando uma imagem fidedigna do estado atual do mesmo. Fez-se um levantamento exaustivo de dados no chão de fábrica e uma análise do sistema de informação da empresa.

Numa segunda fase, com base nos dados recolhidos, foram identificados os problemas que provocavam perdas produtivas.

A terceira fase consistiu na proposta e implementação de melhorias que mitigassem os problemas identificados.

A quarta e última fase consistiu numa análise de resultados de forma a concluir sobre o impacto das soluções propostas no aumento da eficiência produtiva.

1.6 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em seis capítulos distintos. O presente capítulo apresenta o enquadramento do projeto e os objetivos do mesmo.

No capítulo 2 é realizada uma abordagem aos conceitos teóricos, metodologias e ferramentas que serviram de suporte ao desenvolvimento deste projeto.

Seguidamente, no capítulo 3 é feita uma descrição da empresa e do processo produtivo em geral, assim como uma análise exaustiva do estado atual da linha de produção na qual incidiu este projeto.

O capítulo 4 apresenta as propostas de melhoria para resolver os problemas identificados.

O capítulo 5 faz uma análise crítica dos resultados obtidos.

Por fim, o capítulo 6 apresenta as conclusões e o trabalho que pode ser a vir considerado e desenvolvido no futuro.

Capítulo 2

Introdução teórica

Neste capítulo são descritos os conceitos teóricos que serviram de base ao desenvolvimento da presente dissertação. Primeiramente, faz-se uma alusão ao conceito de *Lean Production*, seguido de uma referência aos sete desperdícios produtivos e aos pilares do TPM (*Total Productive Maintenance*). Apresenta-se, também, uma referência aos 5S, ao OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), ao *Kaizen* e ao sistema *Kanban*. Por último, faz-se uma alusão à metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) e a sua importância na redução de tempos de mudança de formato.

2.1 *Lean Production*

O conceito de produção *Lean* teve a sua origem no sistema TPS - *Toyota Production System*. Após a 2ª Guerra mundial a Toyota, graças a Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, começou a dar os passos para otimizar o seu sistema produtivo, levando a uma produção que fosse flexível, com grande diversidade de produtos, e competitiva (Emiliani 1998).

A produção *Lean* ou magra é um método sistemático para a eliminação do desperdício dentro de um sistema produtivo (Woods 2005). O objetivo é satisfazer as necessidades dos clientes, levando as organizações a lutar pela eficiência operacional e melhorar a sua performance, entregando produtos de qualidade ao mínimo custo possível e em *lead times* reduzidos (Bortolotti, Boscari, & Danese 2015).

A implementação desta metodologia envolve que a estrutura organizacional tenha um forte foco no cliente final e deve estar pronta para adotar novos métodos de trabalho (Wilson 2010).

Vários são os métodos que podem ser abordados para melhorar a eficiência operacional como o *Just-in-Time*, Manutenção Produtiva Total (TPM), Autonomia, *Value Stream Mapping* (VSM) e a melhoria contínua / *Kaizen*. A produção *Just-in-Time* assenta no pressuposto que se deve produzir o produto certo no momento certo, reduzindo stocks, utilização de espaço e

possíveis desperdícios. As ferramentas do JIT são: produção em célula, produção nivelada, *kanban*, gestão visual, sistema pull. O TPM, ou Manutenção Produtiva Total, pretende contribuir para a eficiência dos processos de manutenção preditiva, preventiva e corretiva, baseando-se em ferramentas como o OEE, aplicação de SMED e 5S.

2.2 Os 7 desperdícios

A Toyota classificou como sete os desperdícios produtivos:

1. **Sobreprodução** - acontece quando existe o fabrico em quantidades acima das necessárias; provoca excesso de inventários, movimentações desnecessárias e consumo desnecessário de recursos produtivos.
2. **Espera** - Corresponde a períodos de inatividade de pessoas, informação ou bens e máquinas, resultando num fraco fluxo produtivo e longos lead times.
3. **Defeitos** - Problemas de qualidade que levam a produção de não conformidades. Pode ser causado por procedimentos ou especificações inadequadas, erros do operador, stock excessivo, transporte, matéria prima de má qualidade e levar ao retrabalho ou refugo.
4. **Transporte** - movimento de materiais que não acrescenta valor ao produto e ao processo. Pode ser causado por layouts ineficientes, múltiplos locais de armazenamento de materiais, grandes tamanhos de lotes.
5. **Movimento** - acontece quando os operadores ou equipamentos realizam movimentos que não acrescentam valor ao produto final. Pode-se dever ao facto de o layout não estar otimizado ao processo, levando a que os operadores se desloquem frequentemente, por exemplo, para ir buscar materiais ou ferramentas.
6. **Inventário** - o inventário que se acumula antes ou depois do processo produtivo é um fator limitante do fluxo produtivo. Acontece quando existe stock ou WIP (*work-in-process*) em excesso relativamente às necessidades do cliente final, provocando custos de armazenamento e transporte desnecessários.
7. **Sobreprocessamento** - consiste em acrescentar trabalho que não é exigido, levando ao aumento de custos, materiais e tempo. Isto pode acontecer devido ao facto de não existir um standard relativamente aos métodos operativos ou haver ambiguidade na leitura das especificações do cliente.

2.3 Manutenção Produtiva Total

A manutenção produtiva total é um dos métodos que permite o aumento da produtividade, tornando os processos mais fiáveis e com menos desperdício. O objetivo é aumentar o valor produtivo e, simultaneamente, aumentar a moral dos trabalhadores e a satisfação laboral.

O TPM tem um objetivo: zero desperdícios, defeitos e acidentes.

2.3.1 Pilares do TPM

Os oito pilares do TPM, ilustrados na Figura 6, constituem um sistema que permite maximizar a eficiência de qualquer indústria.

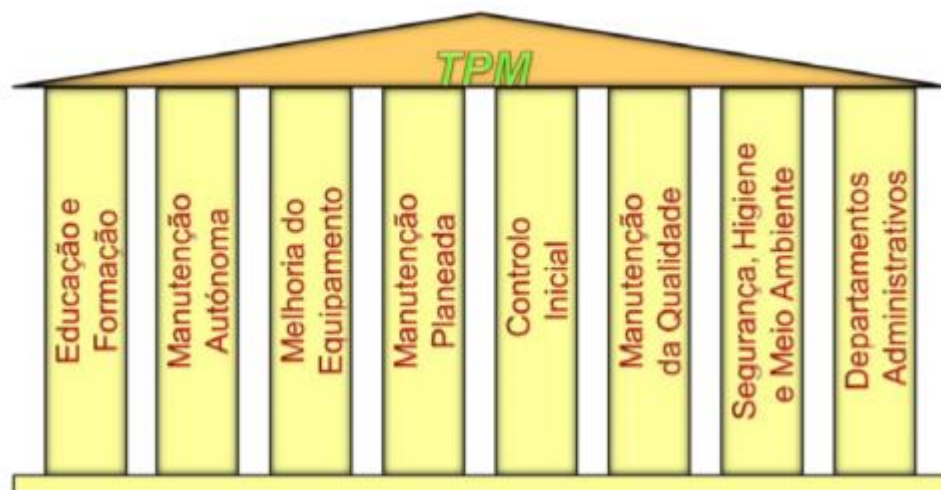


Figura 6 - Os oito pilares do TPM (Coelho 2008)

Educação e Formação - Promover o desenvolvimento de competências laborais através da formação contínua dos colaboradores;

Manutenção Autônoma - Ser eficaz na resolução de anomalias - os operadores devem ser os primeiros responsáveis pela manutenção do equipamento (Series & Science 2018) em que operam através de operações de limpeza, lubrificação, afinação e inspeção periódicas (Ahuja & Khamba 2008);

Melhorias no equipamentos- Eliminar as perdas que reduzem a eficiência dos equipamentos.(Joaquim & Fernandes 2018);

Manutenção Planeada - Planear a manutenção usando os dados históricos sobre as falhas do equipamento.

Controlo inicial / Gestão Antecipada dos Equipamentos - Projetar novos equipamentos deve ter em conta a redução dos tempos de arranque. (Series & Science 2018);

Manutenção da Qualidade - Garantir zero defeitos mantendo as condições iniciais dos equipamentos (Joaquim & Fernandes 2018).

Segurança, Saúde e Ambiente - Assegurar um ambiente laboral seguro, através da identificação e eliminação de potenciais causas de acidentes e a adoção de procedimentos operativos standards (Ahuja & Khamba 2008).

TPM administrativo - Melhorar as sinergias entre as várias funções dentro da empresa, remover *gaps* de procedimentos, focar nos problemas diretamente relacionados com os custos e aplicar 5S nos escritórios e áreas relacionadas (Ahuja & Khamba 2008).

2.3.2 5S

A técnica 5S é um pré-requisito fundamental para a implementação da metodologia *Lean* (Tânia Melo, 2019), pois permite sistematicamente alcançar a limpeza e padronização do local de trabalho. Consiste numa técnica de limpeza visual cujo propósito é adaptar o posto de trabalho para um controlo visual e práticas *Lean* (Melton 2005). Vários autores defendem a aplicação desta metodologia como forma de aplicar as filosofias de *Lean Manufacturing* numa organização. Cerca de 25% a 30% dos defeitos de qualidade associados à produção estão relacionados com fatores de segurança, limpeza e organização do posto de trabalho (Bruce Henderson, 1999).

Este método é organizado em 5 etapas, cuja ordem deve ser respeitada. Cada etapa corresponde a uma palavra japonesa, todas elas iniciadas pela letra S.

1S - SEIRI (Seleção): O objetivo é identificar todos os itens desnecessários e retirá-los do local de trabalho, visando uma diminuição do tempo de procura de ferramentas e de documentos (Melo & Carvalho 2019);

2S - SEITON (Organização): Definição dos locais para arrumação de materiais e ferramentas de forma a facilitar a localização e armazenamento (Belekoukias, Garza-Reyes, and Kumar 2014).

3S - SEIZO (Limpar): Limpeza da área de trabalho e respetivos equipamentos de modo a alcançar as melhores condições de higiene e segurança (Faustino 2019).

4S - SEKETSU (Estandarização): Criação de procedimentos standard, de modo a que os operadores consigam realizar as suas tarefas diárias da mesma forma (HungLin 2011). Permite

o desenvolvimento de regras que levem ao cumprimento de todos os passos anteriores (Costa et al. 2018).

5S - SHITSUKE (Disciplina): Esta fase é responsável por manter o compromisso da melhoria contínua (Implementação 5s). Portanto, devem ser criadas auditorias periódicas com todos os operadores de uma determinada área, visando fomentar a responsabilidade de todos no cumprimento dos princípios anteriores (Melo & Carvalho 2019).

2.4 OEE

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) tem sido largamente usado como uma medida quantitativa crucial para a aferição da produtividade das indústrias transformadoras (De Ron & Rooda 2006). Permite identificar e eliminar as perdas de modo a aumentar a eficiência operacional (Heng et al. 2019). Este indicador foi apresentado por *Nakajima* no contexto da Gestão da Qualidade Total como um indicador chave da performance de um equipamento/máquina (Sousa et al. 2018). São três os fatores que influenciam este indicador: a disponibilidade do equipamento, performance e qualidade na produção sendo calculada pela seguinte fórmula:

$$OEE = Disponibilidade * Performance * Qualidade$$

Sendo que cada um dos fatores pode ser calculado pelas seguintes fórmulas:

$$Disponibilidade = \frac{Tempo Operacional}{Tempo de Produção Planeado}$$

$$Performance = \frac{Tempo operacional líquido}{Tempo operacional}$$

$$Qualidade = \frac{Produção Total - Produção Defeituosa}{Produção Total}$$

Um dos maiores objetivos do TPM e do OEE é reduzir e eliminar aquilo que é denominado pelas 6 grandes perdas de eficiência na indústria. A Tabela 1 apresenta essas perdas assim como a relação com o índice de eficiência operacional (Industries n.d.).

Tabela 1 - Seis grandes tipos de perdas produtivas.

Perda	Impacto no OEE	Exemplo
Avárias	Disponibilidade	Avaria de equipamentos Manutenção não planeada
Setup		Mudança de referência Afinações do equipamento Inicialização da máquina
Microparagens	Performance	Limpeza /Verificação Sensor bloqueado
Baixa cadência		Ineficiência do operador Ineficiência do equipamento
Perdas de arranque	Qualidade	Defeitos/retrabalho Configurações incorretas
Perdas de produção		

2.5 Kaizen

Kaizen é uma filosofia de melhoria contínua que teve a sua origem no Japão que significa “mudar para melhor” (Viana 2007). O objetivo desta metodologia é criar vantagem competitiva às empresas através do aumento da produtividade, rentabilidade, eliminando tudo o que seja desperdício, reduzindo tempos improdutivo e otimizando os processos e equipamentos (Viana 2007).

2.5.1 Normalização

A normalização consiste no processo de construção de normas, isto é, standards de como executar uma determinada tarefa - a melhor maneira, mais simples e rápida de executar (Joaquim & Fernandes 2018).

Ter os processos normalizados traz imensa vantagem ao nível do método de trabalho: reduz variabilidade existente no processo, garante-se que as tarefas são assimiladas e executadas da melhor forma conhecida e permite que o conhecimento fique na organização (Mayor 2007).

A aplicação da normalização permite que os processos e respetivos resultados sejam mais consistentes - processos consistentes garantem resultados consistentes.

Com a existência de standards e a execução dos mesmos pelos operadores, o processo está em controlo. (Imai 2005)

Segundo Imai (Imai 2005), as normas devem ter as seguintes características:

1. **Representam a melhor maneira, mais fácil e segura de fazer uma determinada tarefa.** Devem refletir o know-how dos operadores. A função dos órgãos de gestão deve ser de garantir que todos os operadores seguem os mesmos procedimentos garantido a otimização dos resultados da linha - maior qualidade dos produtos, menor custo e menor tempo de entrega.
2. **Constituem o mecanismo mais eficiente de preservar o know-how e conhecimento dentro da organização.** Se um determinado operador conhece a melhor forma de executar determinada tarefa, esse conhecimento deve ser partilhado e preservado de modo a não se perder com a saída e entrada de novos recursos humanos.
3. **Ensejam a oportunidade de medir a performance.** Com a existência de normas, existe um termo de comparação, podendo ser avaliada a performance das tarefas.
4. **Evidenciam a relação entre causa e efeito.** Sem normalização, existe, indubitavelmente, maior variabilidade e desperdício.
5. **Fornecem um mecanismo base para manutenção e melhorias.**

A normalização faz parte duma metodologia denominada *Kaizen* Diário. Neste âmbito, podem-se enunciar sete tipos de normas distintas, exemplificadas e caracterizadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Diferentes tipos de normas e respetivas características.

Tipo de norma	Acessível	Objetiva	Simples	Única	Visual
Auditoria			✓	✓	
Checklist	✓		✓	✓	
Instrução de trabalho		✓	✓	✓	
Norma de execução	✓	✓	✓	✓	✓
Norma de Qualidade	✓	✓	✓	✓	✓
OPL	✓	✓	✓	✓	✓
Procedimento				✓	

As normas de execução, de Qualidade e as OPL (*One Point Lesson*) são aquelas que satisfazem todas as características.

2.6 Supermercado e sistema *Kanban*

O sistema *Kanban* (palavra japonesa para cartão) é uma das ferramentas *Lean* que tem como objetivo a redução de stocks de material em curso (WIP), produzindo apenas o necessário quando solicitado (Silva & Anastácio 2018). A ideia principal é garantir a entrega de materiais ao processo sempre que o mesmo precisa, numa filosofia *Just-in-Time* (Powell 2018).

De acordo com este sistema, o material é reposto em igual quantidade ao consumo verificado. A ordem de abastecimento é, normalmente, dada através de um cartão *Kanban* (Borges, Pinto, & Tiago Sanchez 2008). O sistema funciona do seguinte modo: quando um cliente retira um produto do supermercado, é lançado um *Kanban* para o processo a montante, dando a indicação que é necessário repor o material.

Na maior parte das vezes, o processo fornecedor não consegue disponibilizar o material consumido de forma imediato, pelo que devem estar garantidas as condições para que a produção não pare por falta de material. A Figura 7 ilustra a dinâmica de reabastecimento do supermercado.

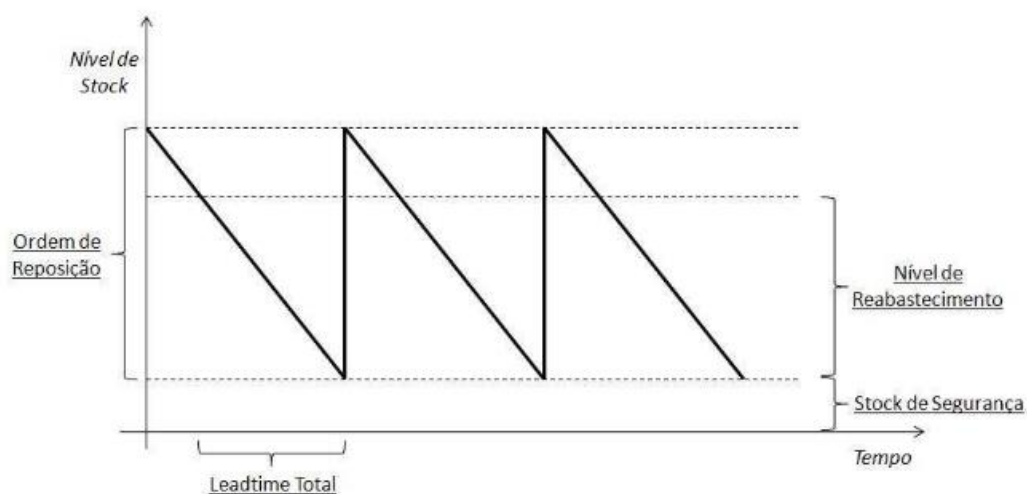


Figura 7 - Dinâmica do Nível de Inventário.

Num determinado instante, existe uma quantidade de stock. À medida que os materiais são consumidos, essa quantidade irá diminuir até que atinge o nível de reabastecimento. Neste ponto, o processo fornecedor é informado que deve começar a produção de uma certa referência de material, de modo a abastecer o supermercado. O nível de reabastecimento deve ser dimensionado de modo a cobrir as necessidades até ao próximo abastecimento (Martins 2015). Frequentemente, os processos fornecedores possuem restrições ao nível das quantidades mínimas de reposição, produzindo lotes de tamanho fixo.

2.7 SMED

O SMED (*Single Minute Exchange of Die*) é um método que tem como objetivo reduzir o tempo de mudanças entre referências numa linha de produção, permitindo fazer alterações de um produto da linha de maneira rápida e eficiente, aumentando a flexibilidade e reduzindo custos. (M. Filipe & Soares 2017).

Este conceito foi desenvolvido entre 1950 e 1969 pelo japonês *Shigeo Shingo*, engenheiro na Toyota, quando tentava calcular a quantidade ideal de produtos que cada lote deveria ter, visando a redução de custos.

O tempo de *setup* é definido como sendo o intervalo de tempo que medeia o término da última peça boa do lote anterior até ao término da primeira peça boa do lote seguinte. (Poveda & Pires 2018)

Uma das formas de atenuar os custos de inatividade das máquinas aquando da mudança de referência seria produzir lotes de grande quantidade, tendo assim uma percentagem de tempo perdido no *setup* por peça o mais baixo possível. Alguns estudos também indicam que a quantidade ideal de cada lote deve corresponder aquele em que os custos de armazenamento igualam os custos de paragens da linha para *setup* (Mota 2007).

Na Tabela 3 é possível observar a relação entre a quantidade de um determinado lote e o tempo de produção unitário.

Tabela 3 - Relação entre tamanho do lote e tempo de produção unitário.

Tempo de setup (h)	Dimensão do lote	Tempo de ciclo (min)	Tempo de produção unitário	Rácio (%)
2	100	1	2,2	120
2	1000	1	1,12	12
2	10000	1	1,012	1,2

Torna-se evidente que à medida que a quantidade do lote aumenta, o tempo de produção unitário diminui, devido à diluição do tempo de *setup* por um número de peças maior.

2.7.1 Descrição do método

A metodologia SMED apresenta quatro fases, como se observa na Figura 8, que se apresentam de seguida:

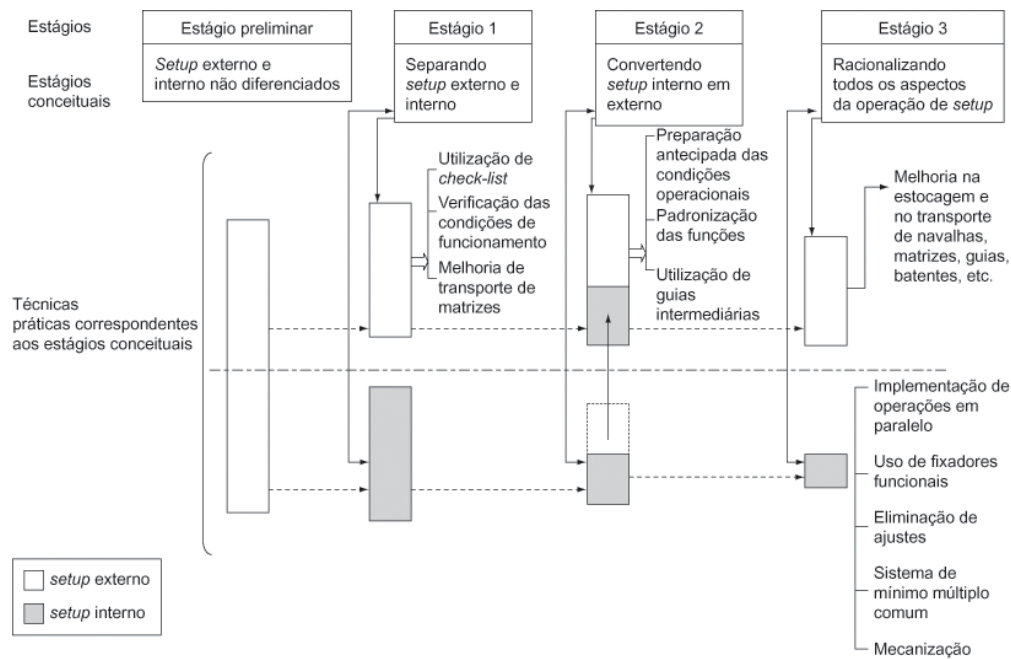


Figura 8 - Etapas do SMED (baseado em Shingo 1995).

- **Fase preliminar:** não existe distinção entre atividades internas e externas; a mudança de formato é desorganizada (Bajpai 2014);
- **Separação do *setup* interno e externo:** é efetuado o levantamento de todas as atividades que se realizam com a máquina parada (internas) e com a máquina em funcionamento (externas) (Mota 2007);
- **Conversão do *setup* interno em *setup* externo:** o objetivo desta fase é converter algumas atividades internas em externas, minimizando o tempo de paragem da máquina (T. Filipe & Bidarra 2011);
- **Simplificação e otimização de todas as operações de *setup*:** após a definição clara de todas as atividades internas e externas, todas as atividades do processo de *setup* devem ser otimizadas (Ulutas 2011).

Capítulo 3

Análise da situação atual

A implementação de melhorias para aumentar a eficiência produtiva advém de uma correta recolha de dados de modo a diagnosticar os problemas e propor soluções que sejam, simultaneamente, eficazes e eficientes.

Este capítulo apresenta, por isso, a descrição das áreas de negócio da empresa onde foi realizado o projeto e de que modo este vai de encontro à proposta de valor da mesma. Seguidamente, é feito um estudo particular da linha de produção que serviu de BASE para a implementação de melhorias visando o incremento do índice de eficiência operacional.

3.1 Aglomerados compósitos de cortiça: cadeia de valor

A Unidade industrial onde se insere o projeto em estudo apresenta uma política *make-to-order*, ou seja, a produção só se inicia após a receção da ordem do cliente. Assenta, portanto, numa estratégia *pull* apropriada para produtos altamente configurados e especializados. A principal vantagem deste sistema é a habilidade de satisfazer uma encomenda com as especificações exatas requeridas pelo cliente.

A empresa fabrica diversos tipos de produtos desde granulados (denominados *big bags*), rolos, placas, *gifts* (bases para quentes, *placemats*), placas de autoadesivo e *memoboards*, tendo um grande portfólio de clientes.

O processo produtivo da empresa assenta num conjunto de etapas que se apresentam na Figura 9.

- O fluxo começa com a **receção da matéria prima** (aproveitamentos de cortiça de outras empresas do mesmo grupo) que, seguidamente, é triturada na unidade industrial de granulados. Neste processo, os grãos são separados por peneiras industriais com base no seu tamanho e densidade;

- A segunda etapa é a **aglomeração** onde se introduz num molde uma mistura de cortiça com cola e/ou borracha, passando por estufas convencionais. De seguida, dá-se a desmoldação, dando origem a blocos ou cilindros que podem constituir produto intermédio ou acabado;
- A **laminação** é a etapa que transforma os blocos ou cilindros, retificando-os e procedendo à transformação dos mesmos em placas e rolos;
- A fase de **acabamentos** é onde à transformação dos produtos anteriores em soluções customizadas ao nível do cliente;
- Finalmente, os produtos são armazenados no Armazém de Produto Acabado (APA) e são expedidos para o cliente.

O processo produtivo baseia-se num conceito de economia circular visto que todos os desperdícios gerados nas etapas são reaproveitados, entrando na etapa de trituração. Existe, portanto, uma política de sustentabilidade e diminuição dos desperdícios.

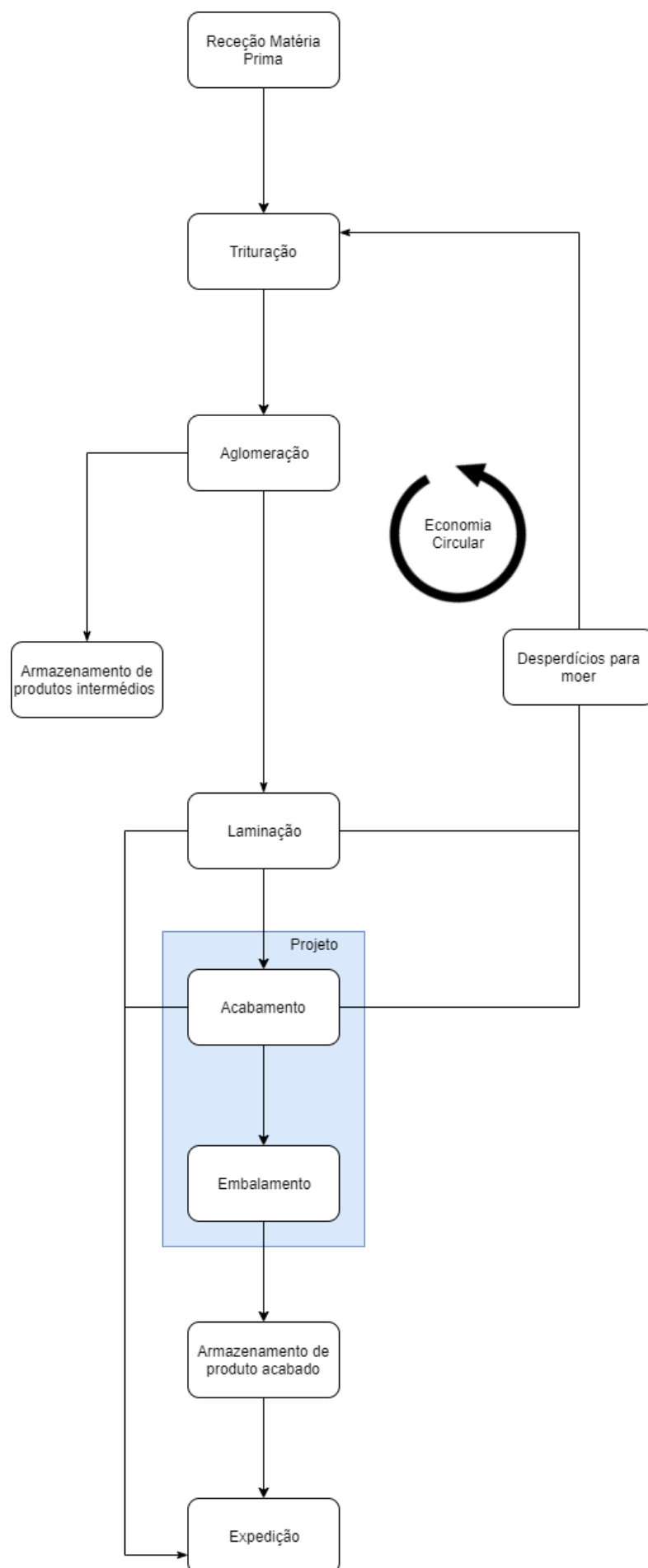


Figura 9 - Processo produtivo da organização.

3.2 Apresentação da linha de *trivets*

O projeto foi desenvolvido na linha de *trivets* da unidade industrial de **Produtos Customizados de Cortiça**. Esta unidade industrial apresenta diversas áreas. O esquema da Figura 11 apresenta essas áreas assim como o enquadramento da linha de *trivets*.

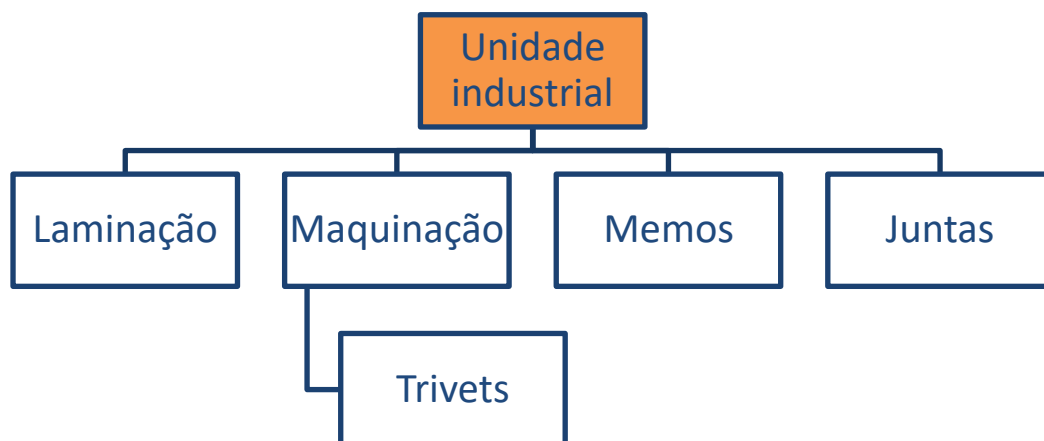


Figura 10 - Integração da linha de *trivets* na unidade industrial.

Esta linha produz, essencialmente, bases de quentes e tabuleiros em cortiça. Nas Figuras 11, 12 e 13 estão alguns exemplos desses produtos.



Figura 11 - Base de quentes quadrada



Figura 12 - Base de quentes redonda



Figura 13 - Base de quentes de cortiça negra.

Convém referir que a linha de *trivets* é composta por duas linhas independentes - manual e automática. A linha manual produz qualquer tipo de referência enquanto a automática está adaptada apenas para algumas referências.

Os produtos *Home&Office* (classe de produtos onde estão inseridos os *trivets*) tem vindo a sofrer uma quebra gradual na quantidade e volume de encomendas, o que constitui um enorme desafio na otimização da produção.

A linha funciona durante 8h diárias, com 1 turno, nos 5 dias da semana, podendo este período ser incrementado conforme volume de encomenda ou atrasos pontuais.

No sentido de fazer o levantamento das ineficiências do processo produtivo, foi necessário recolher e analisar de forma contínua informações no chão de fábrica e, simultaneamente, através do sistema de informação da empresa. Deste modo, foi possível caracterizar o estado atual da linha.

3.3 Layout da área de *trivets*

Para uma melhor compreensão da linha de *trivets* apresentada na Figura 15, iniciou-se pelo estudo do layout da mesma. Observa-se, assim, que existem 2 linhas independentes entre si - a manual e automática (em detalhe nas Figuras 14 e 15).

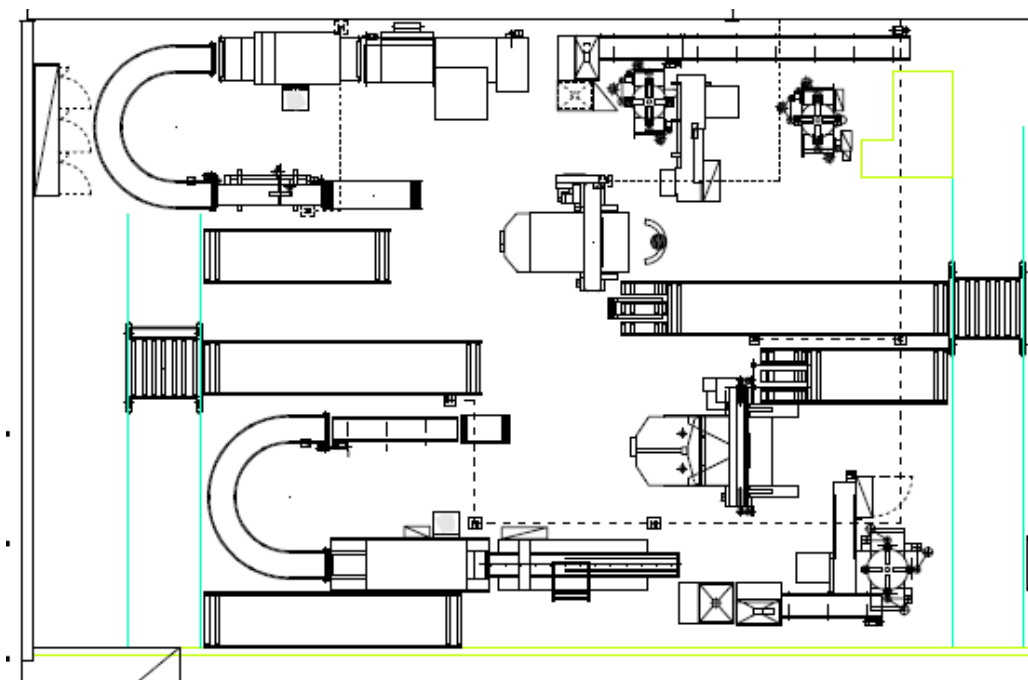


Figura 14 - Layout da área de *trivets*.

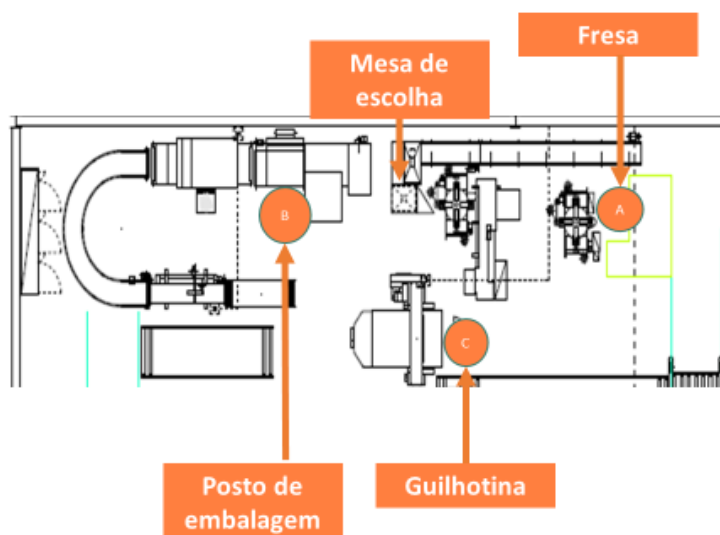


Figura 15 - Representação da linha manual.

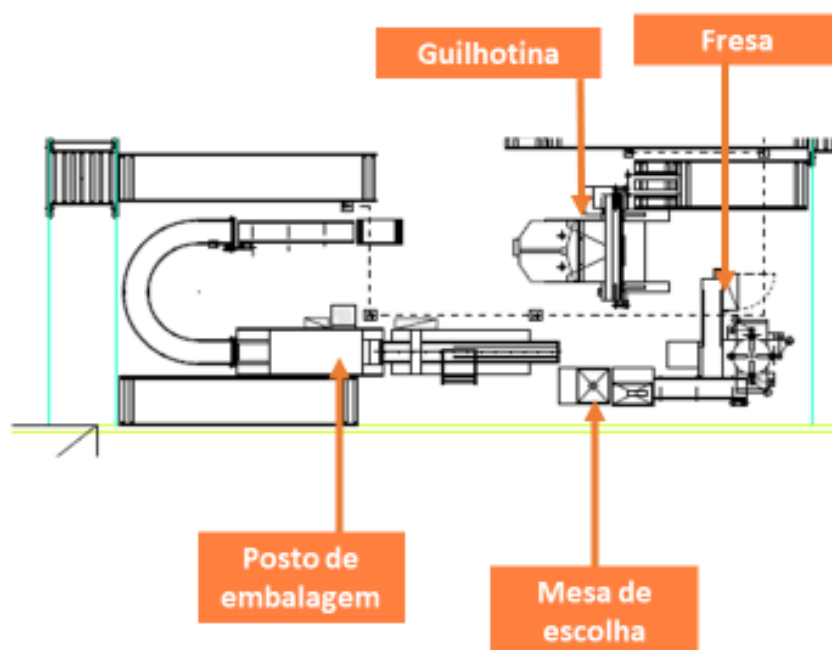


Figura 16 - Representação da linha automática.

Os equipamentos que constituem as duas linhas produtivas encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Lista de equipamentos produtivos.

Linha manual	Linha automática
Fresa manual	Fresa automática
Guilhotina	Guilhotina
Embaladora manual	Embaladora automática

3.4 Descrição do processo produtivo

Na Figura 17 estão ilustradas todas as etapas constituintes do processo produtivo da linha de *trivets* manual. A sequência de operações para a linha automática é homóloga, assim como o funcionamento, pelo que se optou pela descrição pormenorizada de apenas uma das linhas.

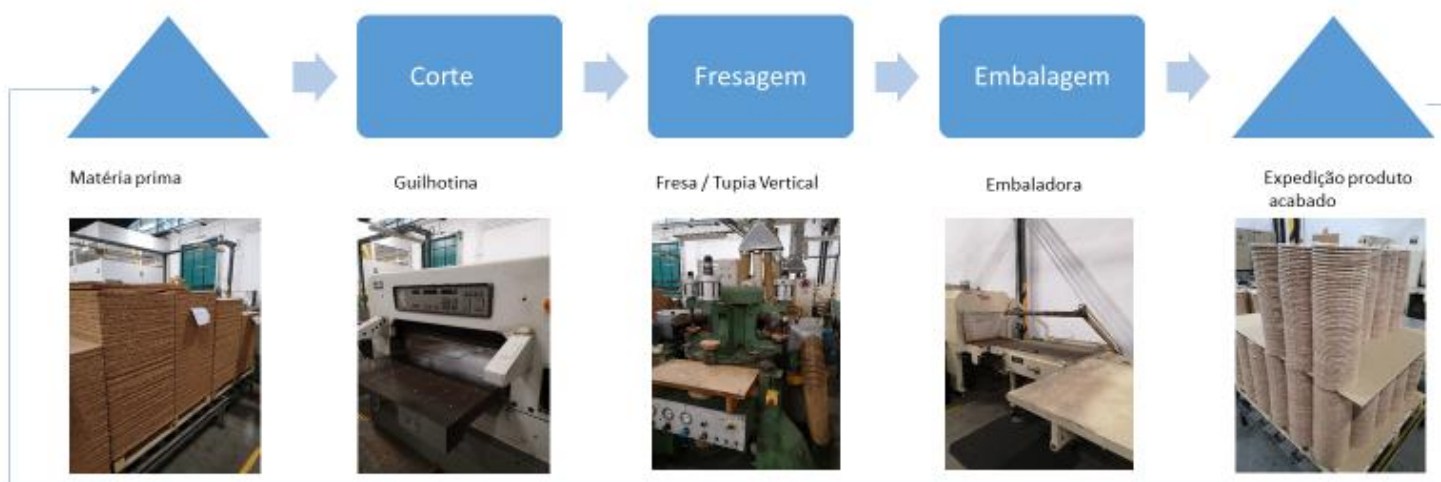


Figura 17 - Processo produtivo da linha de *trivets*.

- O processo inicia-se com a receção de placas da unidade industrial de Produtos Naturais de Cortiça. Estas são colocadas nos trilhos junto à guilhotina;
- De seguida, dá-se o corte de placas em peças quadrangulares ou retangulares consoante a referência do material, sendo colocadas num carrinho e transportadas para junto da *máquina de rodas* (fresa);
- Na fresa, as peças são maquinadas, obtendo-se a forma e dimensões de acordo com as especificações do cliente;
- Após a fresagem, as peças são transportadas por um tapete para junto do posto de embalagem;
- Antes da embalagem, procede-se à escolha das peças fresadas, fazendo uma triagem das peças com defeito;
- Após a escolha, o produto pode sofrer várias alternativas de embalagem consoante requisito do cliente - embalagem a granel, em manga, com *hanger* ou com reembalagem.
- Por último, o produto é colocado em caixas para ser transportando para o APA.

Até ao meio do ano de 2019 a linha funcionou com 2 turnos. Devido à falta de encomendas, a organização reduziu a produção para 1 turno e, pontualmente, havendo necessidade de a

linha funcionar com 2 turnos por elevada carteira de encomendas, dá-se a realocação de recursos das outras linhas.

A linha funciona com 3 operadores que estão devidamente alocados aos diferentes postos de trabalho (corte, fresagem e embalagem). Neste momento, o operador da fresagem faz simultaneamente o corte de placas, enquanto os restantes operadores estão alocados à área de embalagem.

3.5 Análise do desempenho atual

3.5.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O OEE, como já foi referido, é uma métrica que permite medir a eficiência operacional de um determinado equipamento ou máquina numa fábrica. Além de ser um indicador quantitativo, funciona como ferramenta na identificação de perdas produtivas e na procura de melhorias no processo.

Para análise do OEE da linha de *trivets* foi recolhido do sistema de informação da empresa um conjunto de indicadores que foram previamente calculados através da análise diária das declarações de produção.

De realçar que o cálculo de OEE, por opção da empresa, não é feito ao nível de cada máquina, mas a sim de cada linha produtiva.

O OEE até à data de início do projeto encontra-se ilustrado na Figura 18.

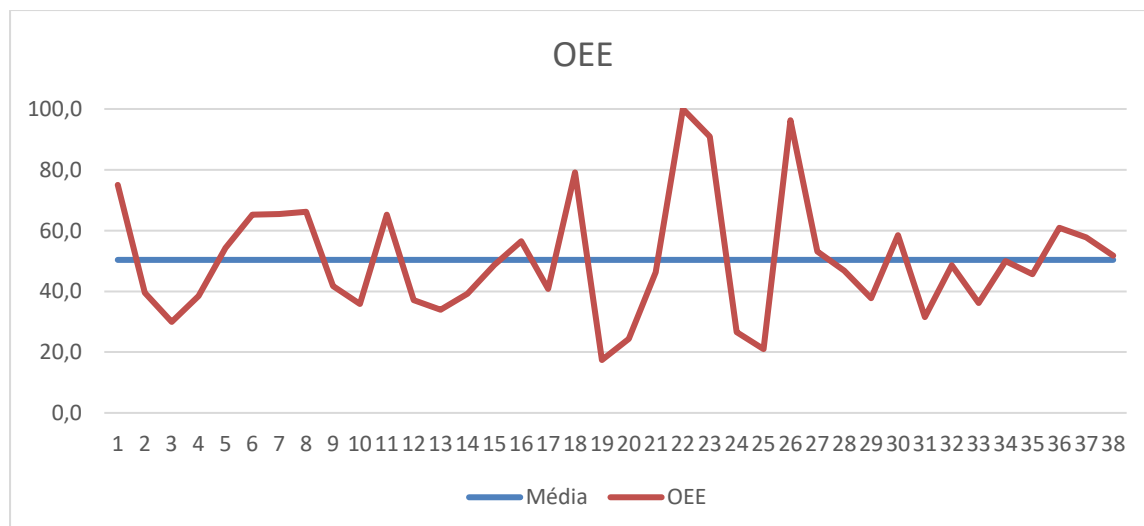


Figura 18 - Evolução do OEE nas semanas anteriores ao projeto

Verifica-se que o OEE apresenta bastantes variações tendo um valor médio de 50,3%. Estas oscilações permitem inferir que existem perdas produtivas que agravam de maneira indelével a eficiência da linha. Existem também valores atípicos (valores de OEE muito elevados ou muito

baixos) que podem indiciar problemas de cadências (valores de velocidade desajustados com a realidade do sistema produtivo) ou perdas de disponibilidade dos equipamentos.

Para uma melhor avaliação das perdas produtivas, analisou-se em detalhe os três fatores que constituem o OEE - disponibilidade, velocidade e qualidade.

3.5.2 Perdas de Disponibilidade

Através da recolha de dados do sistema de informação da empresa, procedeu-se a uma análise do índice de disponibilidade da linha de *trivets* nas semanas anteriores ao início do projeto, representado na Figura 19.

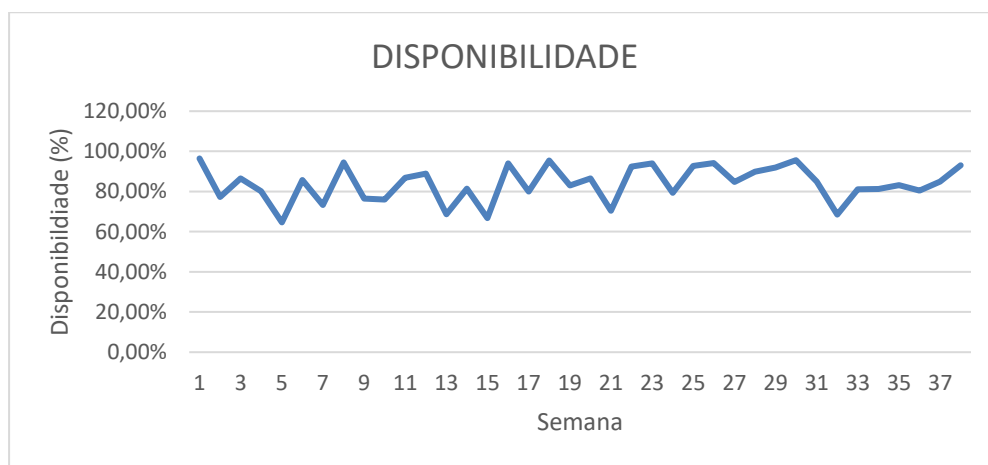


Figura 19 - Evolução do índice de disponibilidade

A disponibilidade média apresenta um valor de 83,81%. A variabilidade existente deve-se essencialmente à grande variedade de referências de produtos, que provoca inúmeras mudanças de formato.

De referir que a empresa tem uma norma dos tempos improdutivos que se divide em 3 grupos: tempo de paragem induzido (paragem planeada), tempo de paragem próprio (paragem não programada) e tempo não requerido para produção (paragens programadas), conforme Tabela 5.

Tempo de paragem induzido	Falta de matéria prima cortiça
	Falta de matéria prima comprada
	Falta de Pessoal
	Falta de encomenda
Tempo de paragem próprio	Avaria mecânica
	Avaria elétrica
	Preparação da linha/ <i>setup</i>
	Intervenção mecânica feita pelo operador
Tempo não requerido para produção	Avaria Eletrónica
	Manutenção Autónoma
	Limpeza regular de turno
	Manutenção preventiva
	Intervenção para melhoria
	Qualidade/ Amostras
	Outros serviços

Tabela 5 - Lista de tempos improdutivos.

3.5.3 Perdas de velocidade

A índice de velocidade traduz a relação entre a velocidade real - dada pelo rácio entre a quantidade produzida e o tempo de produção - e a velocidade teórica do equipamento, dada pelo tempo de ciclo do equipamento.

A variação do índice de disponibilidade encontra-se representada na Figura 20.

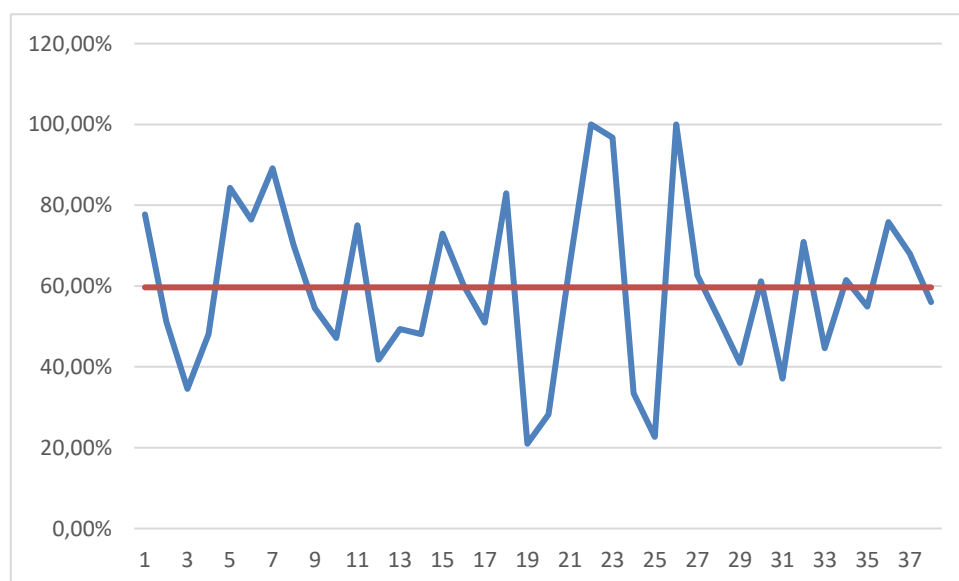


Figura 20 - Evolução do índice de velocidade

Existe uma grande variabilidade de velocidade associada à elevada variedade de produtos, ao facto de algumas cadências teóricas estarem desatualizadas e devido à ineficiência dos operadores, refletida na falta de método de trabalho, nas microparagens e na ociosidade dos operadores.

3.5.4 Perdas de Qualidade

Todos os produtos devem obedecer aos requisitos do cliente, isto é, devem estar em conformidade com as especificações.

Para isso, é feito um controlo dimensional da operação de corte e de fresagem e o registo é feito numa folha própria. Existe também um processo de controlo visual através da operação da escolha, sendo que o operador deve rejeitar as peças que apresentem os defeitos apresentados no quadro de defeitos representado na Figura 21.



Figura 21 - Quadro de defeitos

O quadro de defeitos identifica os diferentes tipos de defeitos que o material pode ter - contaminações por outros materiais, material fraco, mal boleado.

Como se pode observar na Figura 22, as perdas de qualidade não são significativas, pelo que índice de velocidade ronda os 100%.

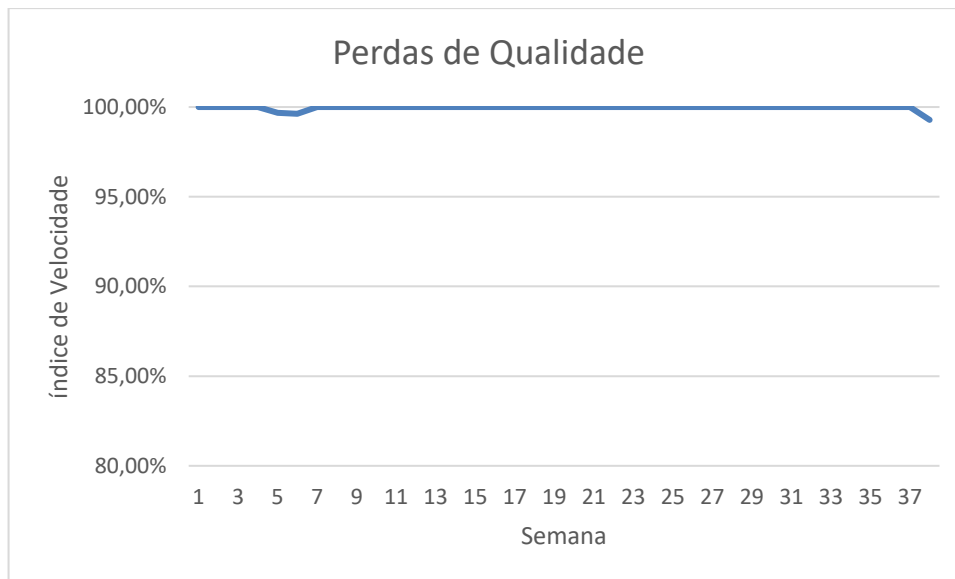


Figura 22 - Evolução do índice de velocidade

No entanto, verificou-se que os operadores também não registavam os produtos rejeitados, visto que a quantidade era muito reduzida, tendo em conta a quantidade das ordens de fabrico.

3.6 Mudança de formato

Esta secção apresenta as informações recolhidas no chão de fábrica relativas à mudança de formato da fresa. Apesar da linha ser constituída por outros equipamentos, o equipamento mais crítico é a fresa, pela quantidade e complexidade de operações envolvidas na operação de *setup*. Na guilhotina o operador apenas tem de seleccionar as medidas no equipamento, procedendo à operação de corte. Na embaladora, apenas é necessário mudar a manga e fazer uns pequenos ajustes à mesa do equipamento. Considerando que estas tarefas já estavam otimizadas, não constituindo um fator de perda de eficiência, focou-se a atenção no *setup* da fresa. Fez-se um levantamento exaustivo de todas as atividades inerentes à mudança de formato neste equipamento, avaliando o impacto do mesmo através de sucessivas cronometragens.

A mudança de formato envolve um conjunto de alterações na máquina efetuadas pelo operador da mesma. Através da inspeção visual e comunicação com o operador foi possível o registo de todas os procedimentos e materiais necessários para o *setup*.

A mudança de formato envolve, de forma genérica, os passos apresentados na Figura 23.

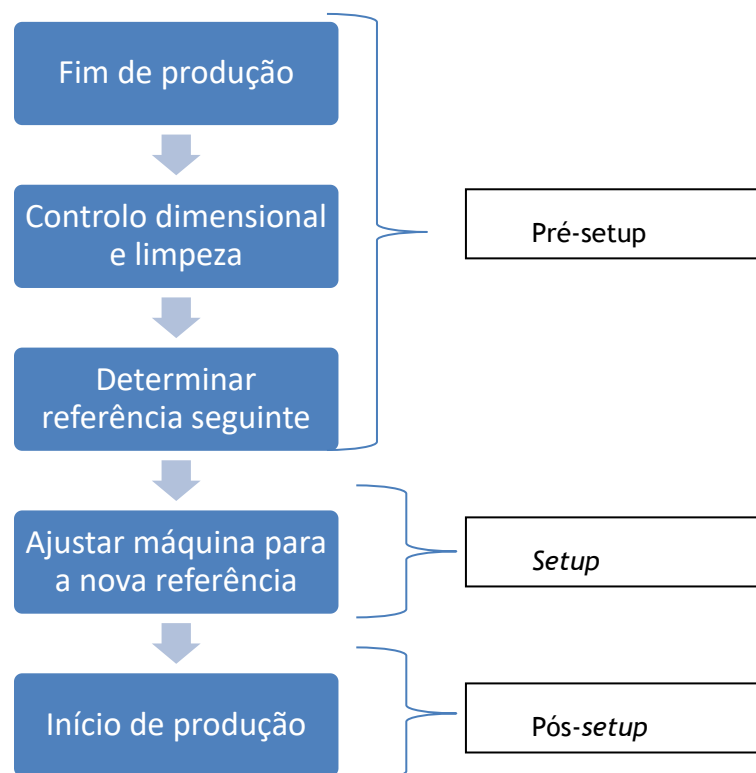


Figura 23 - Visão macro do processo de mudança de formato

No tempo de mudança de formato estão contemplados todos os tempos associados à afinação da máquina, preenchimento das fichas de controlo dimensional, limpeza da máquina e ainda o tempo de *run-up* (período de tempo até atingir o ritmo desejado de produção).

De realçar que, até à data, não havia registo do tempo de mudança de formato nem a respetiva medição do tempo e impacto associado na linha.

Foram acompanhadas diversas mudanças de formato, pelo que se registaram os dados da Figura 24.

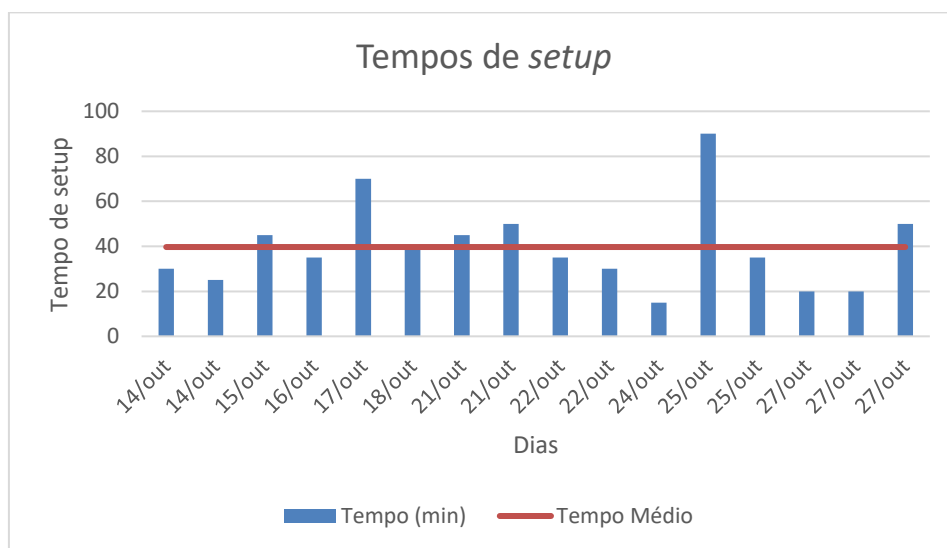


Figura 24 - Tempos de *setup*

Verifica-se, portanto, que o tempo médio de mudança de formato é de 40 minutos. A variabilidade existente prende-se com a grande variedade de referências que a linha consegue produzir. Para cada referência, o número de operações associadas ao *setup* varia, alterando, consequentemente, o tempo que o operador despende.

3.6.1 Levantamento das tarefas associadas à mudança de formato

Para uma melhor análise de todas as atividades associadas à mudança de formato, foi feito um levantamento de todas as atividades que operador da fresa fazia, tanto através do diálogo com o mesmo como por inspeção visual.

Verificou-se que a quantidade de operações poderia variar consoante a mudança em questão. Assim, as operações mais comuns são as indicadas na Tabela 6.

# Tarefa	Descrição
1	Parar a fresa
2	Determinar referência de produção seguinte
3	Deslocação para armário ferramenta
4	Recolher kit de mudança do armário
5	Deslocação para fresa
6	Trocar moldes
7	Trocar mós, fresa e anilhas respetivas e espaçadores
8	Trocar calcadores
9	Colocar/ Retirar batentes
10	Controlar força dos hidráulicos
11	Regular altura da fresa de acabamento
12	Ajustar velocidade da fresa à referência da peça
13	<i>Run Up</i>
14	Arrumar kit de mudança
15	Controlar primeira peça
16	Deslocação para ver OF
17	Registar controlo da primeira peça

Tabela 6 - Levantamento de todas as tarefas associadas à mudança de formato

De realçar que aquando da realização da tarefa 7, o operador realiza algumas deslocações ao armário de ferramentas visto que tem de encontrar a anilha correta para cada referência e molde, numa atividade de tentativa/erro. Existe, portanto, uma grande ineficiência do processo de *setup* associado a deslocações desnecessárias pelo operador da fresa devido ao facto do armário de ferramentas e o painel onde se encontram as anilhas estarem afastadas do local da fresa.

Para avaliar o percurso feito pelo operador da fresa durante a mudança de formato para ir buscar a ferramenta, foi desenhado um diagrama de spaghetti, representado na Figura 25.

Em cada deslocação, o operador gasta, aproximadamente, 30 segundos, fazendo uma deslocação de 13m. Como se pode verificar, o armário de ferramentas assim como o painel onde estão colocadas as anilas situam-se num ponto distante do local onde são usadas.

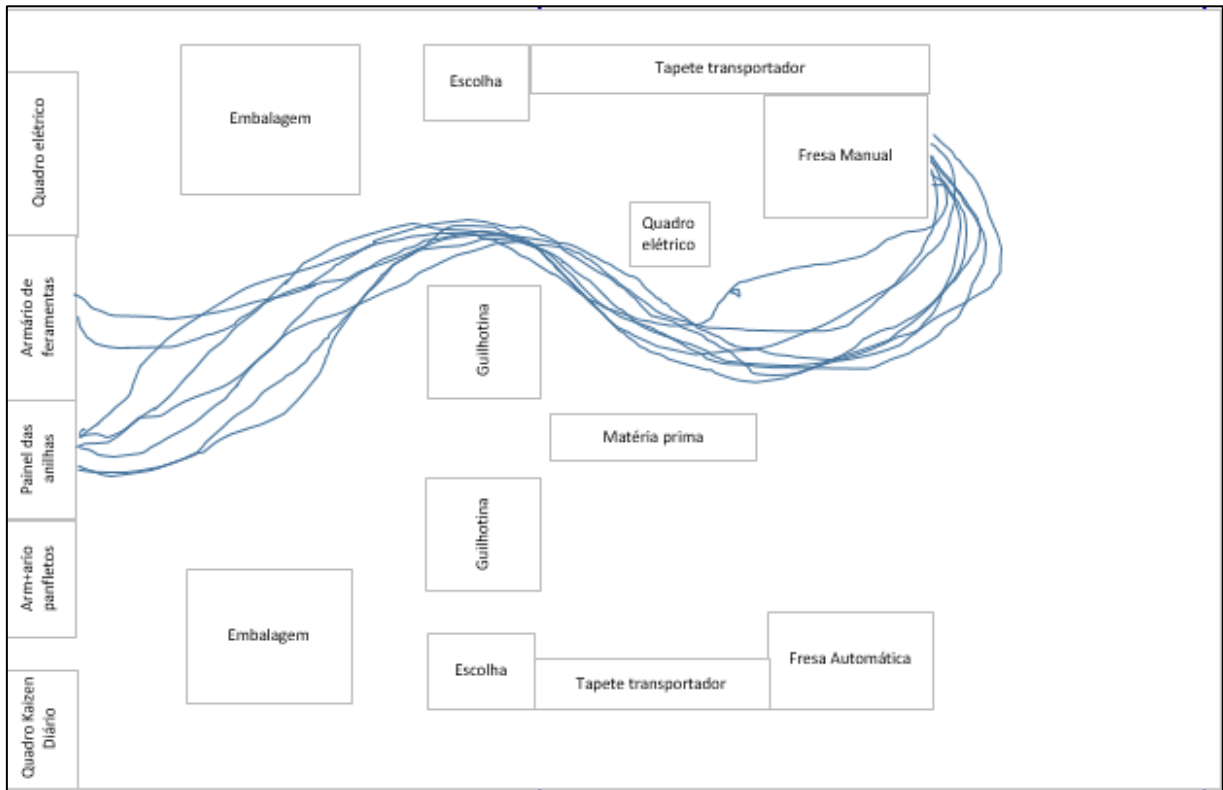


Figura 25 - Diagrama de Spaghetti das deslocações do operador da fresa durante o *setup*

O diagrama representa o movimento do operador durante uma mudança de formato. Assim, como se pode constatar, verifica-se uma significativa perda produtiva em movimentações que poderia ser minimizada caso as ferramentas necessárias para esta operação estivessem junto ao local de uso.

3.7 Gestão de matéria prima

A matéria prima desta linha de produção são placas de cortiça de que provêm de outra secção fabril, responsável pela produção de placas e blocos cortiça. As placas são obtidas por um processo de laminação de blocos, conferindo uma determinada espessura, podendo ser seguindo de um processo de lixagem, atribuindo o acabamento desejado. Estas placas podem ter várias características, diferindo entre si ao nível das seguintes propriedades:

- **Espessura** - existem placas de várias espessuras, sendo as mais usadas as de 6mm e de 9,7mm;

- **Material** - apesar de o material principal, cortiça, ser o mesmo, a constituição percentual da mesma e de outros materiais pode variar (como borracha, falca,...), afetando diretamente a qualidade das placas;
- **Acabamento** - as placas podem, opcionalmente, ser lixadas a 1 face, 2 faces.

Apesar do planeamento semanal das necessidades de matéria prima, não existe uma estratégia definida para o abastecimento de placas à linha, sendo muitas vezes o diálogo e bom senso entre os operadores das 2 linhas que contribui para que haja um fluxo contínuo de materiais, minimizando a probabilidade de paragem por falta de matéria prima. As placas são, então, armazenadas em trilhos junto à seccionadora.

De realçar que, em tempos, havia um supermercado de placas que garantia o abastecimento de placas à linha. Este, por sua vez, foi descontinuado devido a mudanças de layout e introdução de novos equipamentos produtivos na fábrica.

Neste momento, existe um espaço onde é colocado placas em stock, mas que não tem nenhum mecanismo de gestão, pelo que, frequentemente, é aproveitado para a colocação de produto acabado.

3.8 Desorganização do armário de panfletos

Um dos problemas identificados foi a desorganização do armário de panfletos, representado na Figura 27, que provocava tempos elevados na procura dos mesmos.

O abastecimento do armário era feito pelo supervisor ou pelo responsável do empilhador sempre que era necessário o abastecimento de materiais. Cada panfleto estava associado a um determinado produto ou conjunto de produtos e era representado por um código alfanumérico. Sempre que era necessário um novo panfleto, um dos operadores da área de embalagem identificava o código do mesmo na ficha de requisitos de embalagem do cliente (REMC). Seguidamente, observava o documento que se encontrava junto ao armário com a distribuição dos códigos de panfletos pelas prateleiras e localizava o panfleto em questão.



Figura 26 - Armário de panfletos

É visível na Figura 26 alguma anarquia presente na organização dos panfletos: existiam panfletos que não estavam no lugar correspondente ao código indicado nas etiquetas de cada prateleira; existiam espaços vazios em que estavam alocados panfletos em desuso; havia uma presença de pó; os panfletos da mesma “marca” não se encontravam juntos, dificultando a sua localização.

3.9 Falta de normalização

Normalizar processos e procedimentos é essencial para garantir que as tarefas são realizadas da melhor forma possível, de maneira consistente, prevendo que os resultados sejam previsíveis e alinhados com os objetivos da organização - reduzir custos, eliminar desperdícios e aumentar a produtividade. Em suma, processos consistentes garantem resultados consistentes.

A análise ao *Gemba*, permitiu aferir que os vários processos da linha de produção não eram realizados da mesma forma pelos vários operadores, ou mesmo de maneira diferente pelo mesmo operador, introduzindo variabilidade no sistema produtivo.

Desta forma, surge a necessidade de criar normas, medida que já estava a ser implementada em todas as áreas da unidade industrial no âmbito do processo de certificação de *Kaizen* Diário de nível 3, a ser realizada pelo *Kaizen Institute*.

3.10 Síntese dos problemas identificados

Após a descrição detalhada dos problemas identificados, fez-se uma síntese dos mesmos, referenciando as consequências negativas no sistema produtivo, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Síntese dos problemas identificados.

Problema	Consequência
Paragens por falta de matéria prima	Aumento de tempos improdutivos A Aumento do tempo de arranque
Falta de organização/normalização no armário de panfletos	Panfletos com pó Aumento do tempo de procura de materiais
Falta de organização na gestão das Ordens de Fabrico	Dificuldade em perceber quais são as ordens não iniciadas, em execução ou concluídas Elevado tempo de arranque
Tempos de <i>setup</i> elevados	Aumento de tempos improdutivos
Falta de normalização do método operativo	Aumento da variabilidade do processo
Falta de percepção da eficiência da linha por parte dos operadores e pelos supervisores	Falta de motivação em cumprir os objetivos Perdas de velocidade
Incorreto preenchimento das declarações de produção	OEE não reflete o estado real da linha

As paragens por falta de matéria prima (cortiça e não cortiça) são uma causa de perda de disponibilidade da linha. A falta de organização evidente no armário de panfletos causa elevados tempos de procura, traduzindo, consequentemente, no aumento do tempo de arranque. O tempo de mudança de formato da fresa é elevado e constitui uma perda produtiva importante devido à variedade de produtos que a linha produz. O facto de não haver um método operativo implementado traduz-se, por vezes, nalguma anarquia da equipa na execução das suas tarefas, aumentando a variabilidade do processo. Algumas perdas de velocidade eram devidas ao facto de os operadores não terem uma noção exata da velocidade teórica de algumas referências, apresentando algum conforto no ritmo produtivo atual. Além disso, o incorreto preenchimento das declarações de produção (não declaração de tempos de paragem ou de mudança de formato) traduzia uma informação errada para o cálculo do indicador de eficiência.

Capítulo 4

Propostas de Melhoria

Nesta secção são mencionadas as propostas de melhoria para alguns dos problemas identificados anteriormente.

4.1 Paragens por falta de matéria prima

Um dos problemas identificados foi o facto de haver paragens não planeadas no decorrer da produção de uma determinada ordem de fabrico por falta de matéria prima não cortiça, ou seja, por quantidade insuficiente de panfletos ou etiquetas, inexistência de palete para colocar as caixas, falta de caixas ou falta de ficha de Requisito de Embalagem do Cliente (REMC) - condições que *a priori* deveriam estar garantidas pela logística que tem como objetivo, entre muitos outros, garantir o abastecimento de material na linha.

Deste modo, foi criada uma *checklist* que permite ao *teamleader*, no início de cada ordem de fabrico, verificar se a linha tem todas as condições ao nível de matéria prima para que a produção possa ser iniciada sem entraves no decorrer da produção.

A *checklist* implementada encontra-se representada na Figura 27.

O *teamleader*, ao verificar que existe falta de algum material, deve assim comunicar ao supervisor - este irá comunicar com o departamento de logística no sentido de averiguar a possibilidade de abastecimento imediato da linha ou, caso não seja possível, a OF é colocada na pasta dos *Processos a Replanear* e começa a produção da OF seguinte.

# OF:	DATA:	
Verificação	T1	T2
Matéria-Prima		
REMC		
Caixas		
Palete		
Panfletos		
Etiquetas		
Filme		
Responsável:		
OBS:		

Se algum NOK, não iniciar OF. Devolver ao Supervisor

Figura 27 - *Checklist* de verificação de abastecimento da linha

4.2 Organização do armário de panfletos - aplicação de 5S

A maior parte das ordens de fabrico englobam a operação de embalagem. Esta operação, por sua vez, implica a colocação de panfletos na embalagem. Como referido, o armário onde estão guardados os panfletos encontra-se desorganizado, com bastantes panfletos em desuso, e sem normalização, levando a uma grande ineficiência na procura dos mesmos.

Com vista à resolução deste problema, procedeu-se à aplicação da metodologia 5S.

1. Separação

O objetivo desta etapa é, como explicado nos fundamentos teóricos, separar o útil - os panfletos que são usados - daquilo que já não é usado, tornando o local mais limpo. Deste modo, procedeu-se ao levantamento dos códigos de panfletos que já estavam em desuso, através do diálogo com o responsável do armazém e da logística, retirando os mesmos do armário.

2. Organização

Esta fase teve como objetivo organizar os panfletos de modo a que sejam facilmente identificados e organizados. Assim, procedeu-se à alocação dos panfletos mais usados na parte central do armário, de modo a serem rapidamente localizados. Colocou-se também etiquetas referentes aos nomes das marcas associadas aos panfletos. Deste modo, torna-se mais fácil e intuitiva a localização dos mesmos.

3. Limpeza

A etapa de limpeza consiste em garantir um aspeto limpo, com uma aparência agradável e sem sujidade. De facto, verificou-se que a existência de inúmeros panfletos cobertos de pó e sujidade proveniente do próprio ambiente fabril. Procedeu-se, portanto, à limpeza do mesmo.

4. Normalização e Disciplina

As tarefas anteriores devem ser feitas de modo regular de forma a garantir a eficiência desta metodologia. O método usado para garantir este cumprimento é o *Kamishibai*. É um procedimento interno a realização destas “auditorias” de forma periódica, recorrendo a uma *checklist* própria.



Figura 28 - Pormenor do estado inicial do armário de panfletos



Figura 29 - Organização do armário e aplicação de etiquetas referentes às marcas dos mesmos

A Figura 28 ilustra o estado inicial enquanto a Figura 29 apresenta o armário organizado, com a aplicação de etiquetas referentes às marcas dos mesmos. Assim, o tempo de procura dos panfletos diminui consideravelmente - o operador consegue identificar facilmente a marca e posteriormente o código associado ao mesmo.

4.3 Quadro de Planeamento Diário

Um dos problemas encontrados foi a falta de organização no planeamento das ordens de produção, ou seja, não havia uma ferramenta que indicasse, de maneira fácil e intuitiva, o estado atual da produção. Além disso, como existiam encomendas de grande dimensão que poderiam demorar vários turnos ou dias, muitas vezes, o turno seguinte tinha dificuldade em perceber a quantidade produzida no turno ou dia anterior.

No sentido de colmatar esta dificuldade foi criada uma solução sem envolver grandes custos - foi criado e implementado um quadro de planeamento diário, onde o supervisor coloca ordem de produção e o *teamleader* tem a responsabilidade de atualizar o quadro, colocando as quantidades e horas de produção no final de cada ordem de fabrico ou no final do turno. O quadro de planeamento está representado na Figura 30.

DIA	OF	QTD	H	T1	T2	OBS
2ª	OF: QTD:					☒ ESTOU AQUI
3ª	OF: QTD:					☒
4ª	OF: QTD:					☒ ESTOU AQUI
5ª	OF: QTD:					☒
6ª	OF: QTD:					
Sa	OF: QTD:					

Figura 30 - Quadro de Planeamento Diário

Cada tira tem a identificação da ordem de fabrico, a quantidade total e a descrição. Também é indicado a quantidade que deve ser produzida nesse dia, assim como o tempo estimado. Na coluna T1, o *teamleader* do turno 1 deve preencher, no fim do turno, a quantidade produzida e o tempo respetivo. O mesmo acontece para o caso do turno 2. Isto vai permitir comparar a produção teórica com a real, acompanhar a evolução da carteira de encomendas assim como permitir a transmissão de informação entre os 2 turnos.

4.4 Padronização de Velocidades

Uma das maiores perdas produtivas estava na velocidade de produção. No sentido de detalhar a causa deste problema fez-se um estudo de cadências produtivas no chão de fábrica. Como o número de referências de produtos é vasto, fez-se uma análise de Pareto para selecionar os produtos com maior relevância e, seguidamente, analisou-se as cadências produtivas para essas referências.

4.4.1 Análise de Pareto

Existe uma grande variedade de produtos que são fabricados na linha de *trivets*. De modo a perceber quais são os produtos mais relevantes (com maior volume e com maior número de

encomendas anuais) foi feita uma análise ABC de modo a segmentar os produtos nas diversas classes, de modo a focar a nossa atenção naqueles que têm maior impacto na produtividade da linha.

A Tabela 1 do anexo A apresenta a análise ABC feita aos produtos que foram produzidos entre janeiro de 2017 e agosto de 2019.

4.4.2 Determinação de cadências produtivas

A análise do sistema de informação da empresa permitiu retirar conclusões ao nível das cadências produtivas das várias referências de produtos. Um dos exemplos retirados está apresentado no B.

Verificou-se que algumas cadências estavam completamente desajustadas e desatualizadas face aos ritmos de trabalho ideais dos operadores e equipamentos produtivos. Deste modo, para algumas referências da classe A (análise ABC) foi feita a análise de cadências com vista à atualização dos valores do sistema.

Para exemplificar, uma das correções propostas foi na cadência da referência 20RR 45/10 (base de quentes redonda, com 20cm de diâmetro e 9,7mm de espessura). A Figura 1 do Anexo B mostra a consulta de gama/estrutura desta referência onde é indicada a velocidade teórica de produção de 2500 peças/hora. No entanto, esta é apenas a cadência da operação da fresa automática. A operação de embalagem tem uma cadência de 750 peças/hora, quando a embalagem é unitária. Nesta referência, há clara evidência do completo desajuste da cadência teórica face à real, provocando perdas de eficiência.

O cálculo das cadências e capacidades dos equipamentos para uma referência está indicada no anexo F.

4.5 Implementação de SMED

A mudança de formato constitui um fator de perda de disponibilidade da linha. Consequentemente, definiu-se como prioridade a redução do tempo de *setup* do equipamento responsável pela operação de fresagem.

Após a identificação da sequência de operações e medição dos tempos de cada atividade associada a esta operação, procedeu-se à separação entre tarefas internas (atividades que devem ser feitas com o equipamento parado) e externas (atividades que podem ser realizadas com o equipamento em funcionamento), tal como representado na Tabela 8.

Verificou-se que o operador demorava algum tempo para determinar a referência de produção seguinte, visto que se deslocava ao quadro de *Kaizen* Diário para consultar o plano de produção semanal. Com a implementação do quadro de planeamento, esta deslocação deixou de existir, pelo que o operador sabe, no início do turno, quais as referências a produzir nesse dia e a sequência de produção das mesmas.

Tabela 8 - Separação de tarefas internas e externas.

# Tarefa	Descrição	Interna/Externa	Duração (min)	Acum.
1	Parar a fresa	I	0,5	0,5
2	Determinar referência de produção seguinte	E	0,5	1,0
3	Deslocação para armário ferramenta	E	0,25	1,3
4	Recolher kit de mudança do armário	E	1,5	2,8
5	Deslocação para fresa	E	0,25	3,0
6	Trocar moldes	I	2	5,0
7	Trocar mós, fresa e anilhas respetivas e espaçadores	I	24	29,0
8	Trocar calcadores	I	6	35,0
9	Colocar/ Retirar batentes	I	3	38,0
10	Controlar força dos hidráulicos	I	1,5	39,5
11	Regular altura da fresa de acabamento	I	0,83	40,3
12	Ajustar velocidade da fresa à referência da peça	I	0,5	40,8
13	Run Up	I	3,5	44,3
14	Arrumar kit de mudança	E	0,5	44,8
15	Fazer controlo dimensional da primeira peça	E	0,67	45,5
17	Registar controlo da primeira peça	E	0,68	46,9

A operação 7 tem um tempo elevado devido ao facto de o operador se deslocar bastantes vezes ao armário de ferramentas. Foi analisada a hipótese de colocar o armário de ferramentas e o painel das anilhas junto da máquina de rodas. Esta proposta foi aprovada e irá ser implementada em breve.

4.6 Implementação de método de trabalho

Foi realizada uma análise a todas as atividades da célula produtiva de modo a realizar e implementar o método de trabalho. Apesar das funções estarem minimamente alocadas aos operadores, verificava-se alguma anarquia dentro da equipa em algumas circunstâncias. Por exemplo, durante a mudança de referência alguns operadores ficavam parados; não havia um procedimento de como ajustar a equipa quando um dos operadores se ausentasse da linha; não havia mobilidade da equipa de modo a minimizar as paragens da operação de fresagem; o

tempo de arranque era elevado. Consequentemente, havia bastante variabilidade no processo introduzida por fatores humanos.

Neste sentido, foi realizado um documento que contém as instruções de trabalho - explicando pormenorizadamente o procedimento a adotar em cada posto de trabalho (fresa, guilhotina e embaladora) assim como a explicação da dinâmica da equipa.

No anexo B está presente o documento do método operativo para a linha de *trivets* manual.

Após a aprovação do diretor industrial e de modo a familiarizar todos os operadores com o método operativo foi feito uma explicação do mesmo durante as reuniões de *Kaizen* Diário.

A Figura 31 representa um excerto do método operativo onde figura o comportamento da equipa para diferentes cenários produtivos e os ajustes necessários quando há ausências pontuais na linha.



Figura 31 - Excerto do método operativo da linha manual de *trivets*.

4.7 Normalização e *Kaizen* Diário nível 3

A normalização de processos e procedimentos permite uniformizar as operações de modo a reduzir a variabilidade do processo, permitindo que todos consigam executar a mesma tarefa, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas.

Aquando do levantamento do estado inicial, verificou-se que algumas operações não eram executadas da mesma maneira por todos os operadores, provocando, por isso, perdas de rendimento e aumento de tempos improdutivos.

No sentido de criar esta uniformização, foi implementado o nível 3 do *Kaizen* Diário na linha de produção.

A normalização dos processos consistiu pelo levantamento das necessidades das atividades a normalizar e na criação de OPL (*One Point Lesson*) para os mesmos processos. Estas foram colocadas o mais próximo possível do centro de trabalho. O principal objetivo foi aumentar a previsibilidade dos procedimentos, reduzir os custos e da variabilidade.

No anexo C, apresenta-se em detalhe uma OPL realizada para a linha de *trivets* automática.

A Figura 32 ilustra uma OPL realizada para a abastecimento de materiais.

A Figura 33 mostra alguns locais de fixação das OPL.

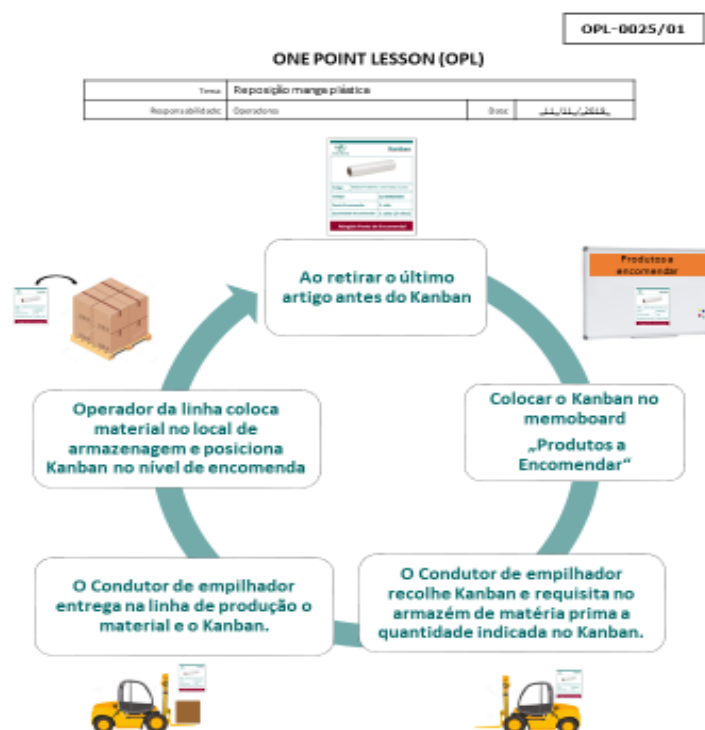


Figura 32 - OPL de abastecimento de materiais



Figura 33 - Localização de algumas OPL (junto a cada centro de trabalho).

4.7.1. Formação dos operadores

No sentido de sensibilizar os operadores para a importância da normalização e, em geral, dos níveis 1 e 2 da *Kaizen* Diário (reuniões de equipa e aplicação dos 5S, respetivamente) foram efetuadas formações informais junto dos operadores em momentos como a reunião de *Kaizen* Diário (antes do arranque de produção) ou até nas pausas. Foi também elaborado documento de explicação da importância e as vantagens da aplicação dos diferentes níveis do *Kaizen* Diário para o aumento da eficiência da linha, para a melhoria dos processos e, em suma, para facilitar o trabalho dos operadores diariamente, aumentar o valor acrescentado ao produto e harmonizar o fluxo de trabalho.

A Figura 34 representa excertos do documento criado para apoio à formação dos operadores.

Formação Kaizen Nível 3



4) O que é a Normalização? – Nível 3 do Kaizen Diário

O nível 3 é a normalização de tarefa. Está implementada pelas linhas amarelas, os kanbans de reposição de materiais, as instruções de trabalho e as OPLs

Uma OPL é a forma de fazer uma tarefa que a equipa identificou como sendo a melhor. Permite que todos consigam fazer uma tarefa da mesma maneira, tornando os processos e os resultados consistentes.

Os 4 Níveis do Kaizen Diário

Nota: O quarto nível não é necessário saber.



Figura 34 - Excertos do documento elaborado para a formação dos operadores.

4.8 Criação de um *dashboard* de gestão de eficiência operacional

A tomada de decisões deve por ter uma base sólida de informações relevantes. Verificou-se que os indicadores de eficiência operacional estavam a ser calculados numa folha de cálculo que era diretamente exportada do sistema de informação empresarial (denominado AS400) mas não utilizados pelas chefias porque não eram apresentados de forma rápida, sucinta e organizada.

Desta forma, foi proposto e desenvolvido um *dashboard* de gestão, onde são apresentados os indicadores mais relevantes para a avaliação e monitorização da eficiência da linha produtiva.

Os dados são agrupados e as informações são apresentadas de forma a ser possível identificar desvios atípicos, analisar perdas, corrigir falhas, implementar melhorias e adotar novas estratégias.

O *dashboard*, enquanto ferramenta gráfica, promove a gestão visual, que é uma das técnicas *Lean*, visando a transparência de informação por todos, de modo a dar a conhecer o estado global das operações e permitir uma resposta rápida, adequada e autónoma.

Esta ferramenta foi desenvolvida recorrendo ao *software Power BI* e ao sistema de informação empresarial. Foram escolhidos os dados e definidas as informações relevantes para o desenho do mesmo, entre elas:

- Evolução diária e semanal do índice de eficiência operacional;
- Identificação de perdas de disponibilidade, velocidade e qualidade.

A Figura 35 apresenta o *dashboard* desenvolvido.

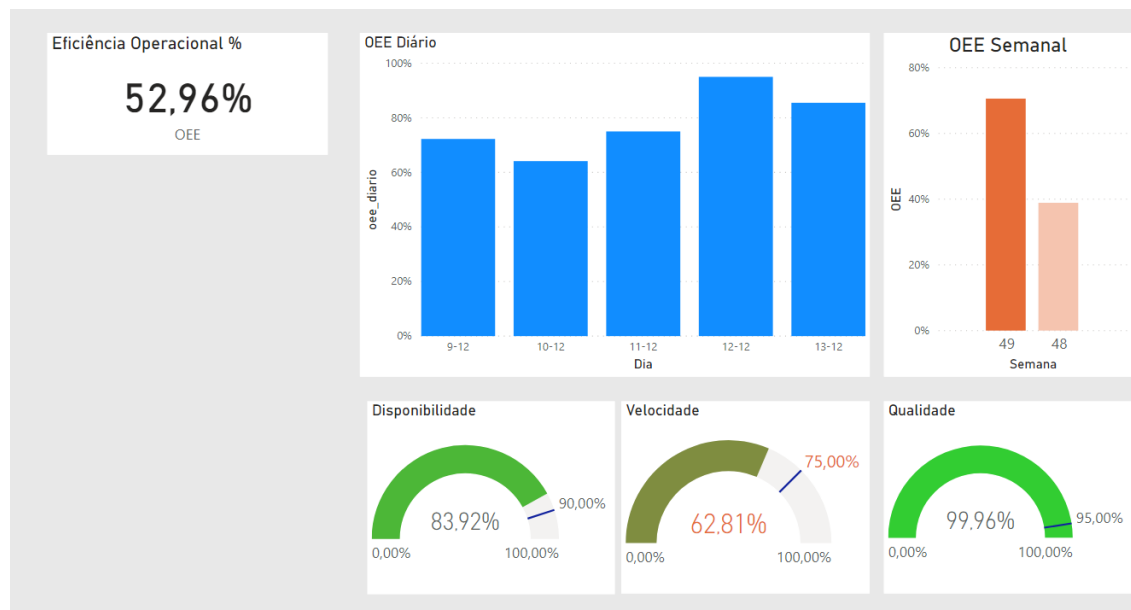


Figura 35 - *Dashboard* de gestão de eficiência operacional

4.9 Dimensionamento de supermercado de placas

O excesso de matéria prima leva à criação de stocks intermédios que constituem um dos 7 desperdícios mencionados na filosofia *Lean*. Os stocks representam uma percentagem elevada de custos que são camuflados e difíceis de quantificar. No entanto, eles são necessários para que o sistema produtivo não apresente paragens por falta de matéria prima, que, consequentemente, pode originar, atrasos nas entregas, aumento de custos de expedição ou até perda da entidade que representa o foco principal do produto - o cliente final.

Tendo em conta todos estes fatores, surgiu a necessidade de dimensionar um supermercado de placas que garantisse o abastecimento ininterrupto às linhas de produção, controlando, por sua vez, as necessidades de materiais e garantindo um melhor e mais eficiente controlo de produção e enfatizando a gestão visual.

À data da realização da presente dissertação ainda não tinha sido implementado o supermercado. No entanto, apresenta-se nesta secção o respetivo dimensionamento e o modo de gestão do mesmo.

Numa primeira fase, fez-se o estudo de quais são as placas com maior rotatividade ou consumo. Para a linha de produção de *trivets*, utilizam-se, maioritariamente placas da

referência **8405/03 950x650x9,7 mm**. No entanto, tendo em conta o espaço disponível e a pedido da organização, o supermercado foi dimensionado de modo a integrar placas que são usadas noutras linhas produtivas da mesma área industrial, nomeadamente, a área de construção de *memoboards*. As referências com maior uso e os respetivos consumos semanais estão indicados na Tabela 10. De referir que os consumos foram calculados com base nas ordens de fabrico entre janeiro de 2018 e dezembro de 2019.

Tabela 8 - Placas com maior consumo.

Placas	Consumo médio semanal
8405/03 9,7mm	1616
8402/00 940x640x5,0 mm	7555
8405/03 950x650x6,0 mm	297
8405/02 950x650x2,9 mm	529

Simultaneamente, procedeu-se à caracterização do espaço disponível para implementação do supermercado.

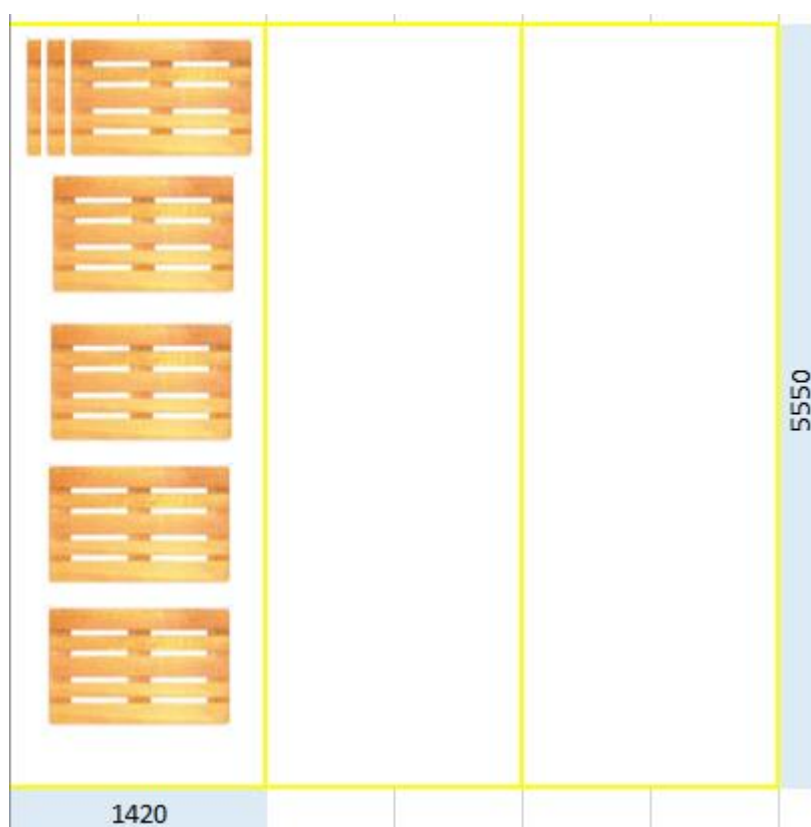


Figura 36 - Área disponível para o supermercado

A Figura 36 ilustra a área disponível. Esta é constituída por 3 filas onde podem ser colocadas 5 pilhas de paletes. Neste caso, considerou-se as paletes com as medidas apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Caracterização das paletes a usar no supermercado.

Grandeza	Medida (mm)
Comprimento	1200
Largura	1000
Altura	120

Pelas características do espaço, verificou-se que seria possível que cada pilha tivesse, no máximo, 3 paletes. Cada paleta teria de possuir um número de placas que correspondesse à produção de uma mesa completa de blocos. Uma mesa completa tem 12 blocos. Assim, cada paleta teria de ter uma quantidade que fosse um múltiplo de uma mesa.

4.9.1. Dimensionamento do supermercado para as placas 8405/03 9,7mm

O supermercado vai ter uma estrutura com 2 cores, semelhante à da Figura 37.

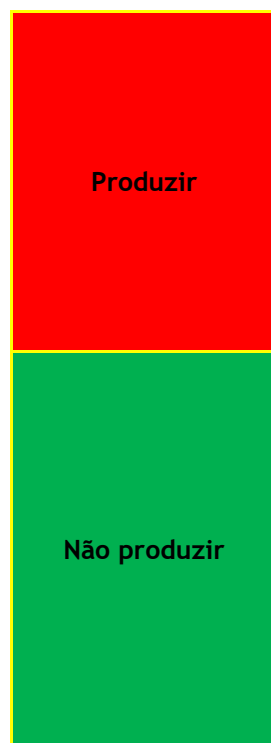


Figura 37 - Estrutura do supermercado.

Enquanto houvesse paletes na área verde, não era necessário produzir mais placas. O dimensionamento do supermercado para as placas 8405/03 9,7mm. Cada paleta tem 300 placas, correspondente à laminação e lixagem de uma mesa de 12 blocos. Logo, a capacidade de cada contentor/paleta é igual a $C = 300$.

Segundo a Tabela 10, o consumo médio semanal é de 1616 placas. No entanto, a quantidade mínima do ponto de encomenda deve ser $PE = 1800$, visto que deve ser múltiplo da quantidade de uma mesa de blocos.

Normalmente, já existem blocos, pelo que apenas é necessário laminar e lixar. No entanto, no pior caso, pode ser necessário aglomerar os mesmos. O *lead time* de reposição de 1 bloco pode ser, no máximo, de 5 dias (1 dia para aglomerar, 4 para estabilizar e 1 para laminar e lixar), correspondente a 1 semana de trabalho. No entanto, como o ponto de encomenda excede em cerca de 10% o consumo médio disponível garante sempre que haja um stock de segurança, impedindo que a linha fique sem matéria prima.

O dimensionamento do supermercado é apresentado em detalhe no anexo E.

4.10 Melhoria benéficas para os operadores

Nesta secção são apresentadas algumas melhorias que foram implementadas na linha.

1. Retirada da máquina de carregamento de rodas

A embaladora da linha automática de *trivets* possuía um equipamento - dispensador - que permitia a alimentação automática de rodas para o tapete da mesma. No entanto, este dispensador estava obsoleto, não funcionando, estando, por isso, a obstruir o fluxo da linha. Procedeu-se, portanto, à remoção do mesmo, contribuindo para que o espaço ficasse mais limpo e organizado, contribuindo para que o trabalho do operador da embalagem ficasse mais facilitado, como ilustrado na Figura 38.

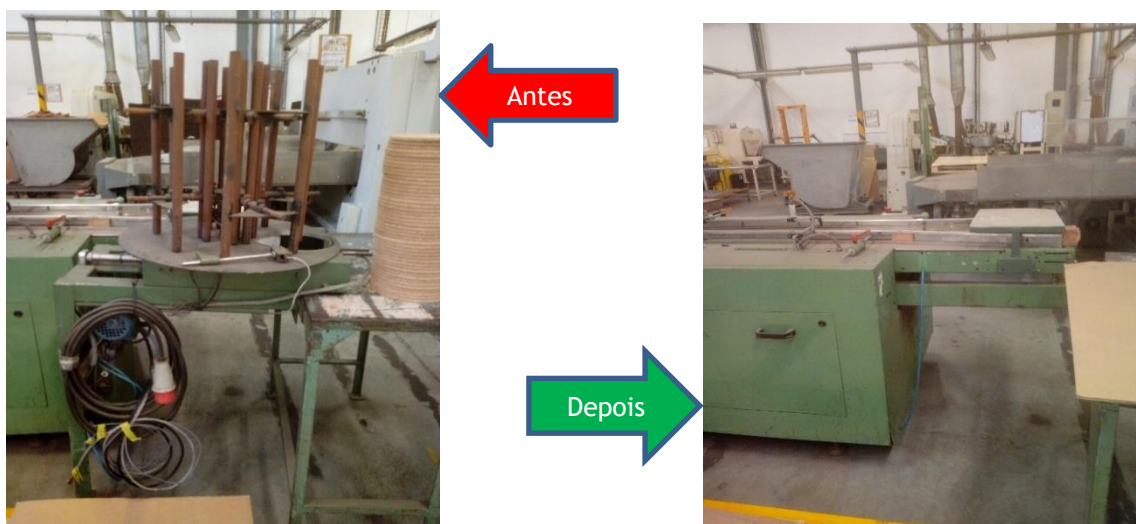


Figura 38 - Retirada do dispensador automático da embalagem

2. Colocação de um sistema de retenção de paletes

O trilho onde eram colocadas as paletes com produto acabado, prontas para serem expedidas, não tinha um sistema de retenção. Deste modo, os operadores colocavam uma barreira amovível improvisada para que a paleta ficasse imobilizada. Foi, então, colocado um batente fixo no trilho (Figura 39). O trabalho do operador ficou mais facilitado porque deixou de fazer esforços desnecessários ao colocar a barreira amovível. Muitas vezes, a barreira amovível era também colocada no chão, criando um perigo que poderia causar algum acidente de trabalho. Assim, o fluxo produtivo ficou mais seguro.

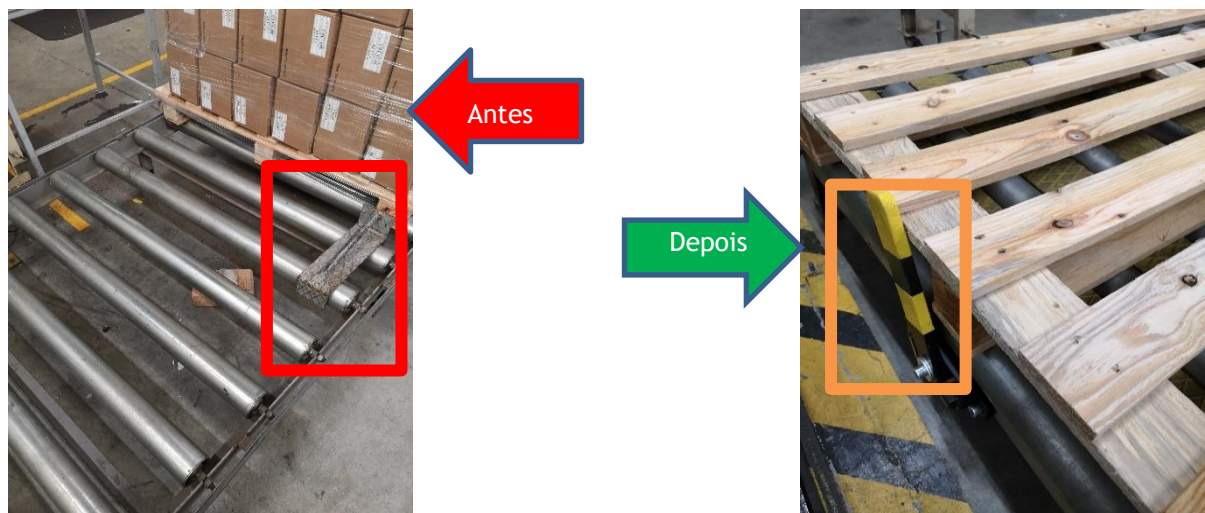


Figura 39 - Colocação de um sistema de retenção de paletes

3. Colocação de uma raseira manual

Pelo facto de o sistema de aspiração estar ligada em série com máquinas de outras linhas, não havia nenhum sistema que desligasse a aspiração apenas da mesa da escolha, quando esta já não era necessária. O facto de a aspiração estar permanentemente ligada causava incómodo nos operadores. A solução para este problema foi a implementação de uma raseira nos tubos de aspiração das mesas de escolha das linhas manual e automática, como ilustrado na Figura 40.

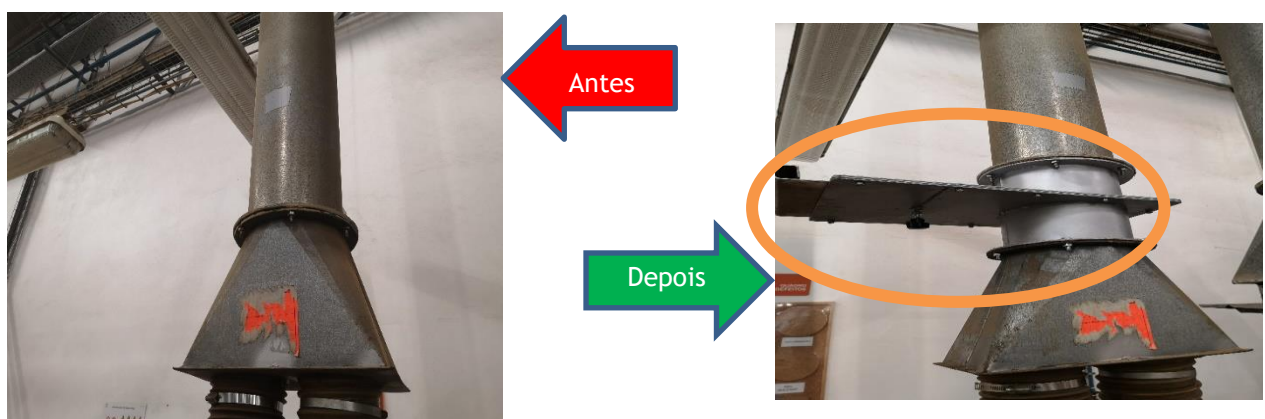


Figura 40 - Colocação de raseira manual para o sistema de aspiração

4. Colocação de sensor no alimentador da fresa automática

O alimentador da fresa automática não tinha nenhum sistema que parasse o *empurrador* das peças caso o operador colocasse lá as mãos, sendo uma causa provável de acidente. Para colmatar este problema, foi instalado um sensor ótico que faz com que o alimentador automático pare caso detete algum obstáculo. A Figura 41 ilustra a aplicação do sensor.

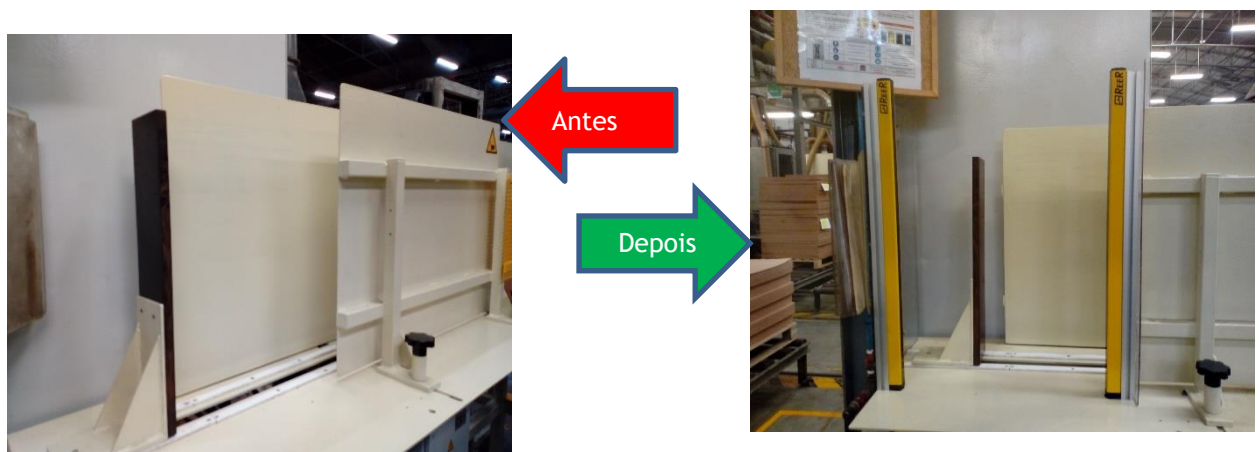


Figura 41 - Colocação de sensor no alimentador da fresa automática

Capítulo 5

Análise e discussão de resultados

Neste capítulo é feita uma análise do impacto das melhorias implementadas. Os parâmetros analisados foram o tempo de arranque, a nota da auditoria com vista à certificação do *Kaizen* Diário nível 3 e o índice de eficiência operacional.

5.1 Tempo de arranque

No início do projeto, verificou-se que o tempo médio de arranque da linha era elevado devido ao facto de o sequenciamento da produção não estar bem organizado, das funções dos operadores não estarem bem definidas e do facto de algumas ordens de fabrico estarem incompletas por falta de algum componente. Com a implementação do quadro de planeamento diário, da *checklist* e do método operativo, o arranque de linha ficou mais organizado.

Foram efetuadas diversas medições do tempo de arranque inicial e final, sendo que os resultados se encontram no gráfico 1.

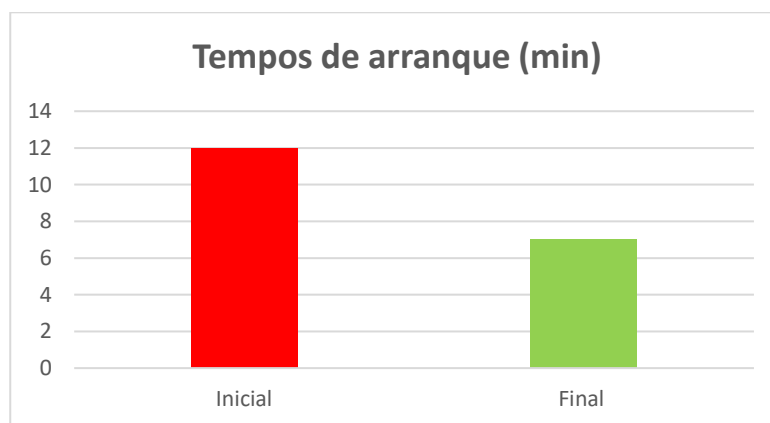


Gráfico 1 - Comparação dos tempos de arranque inicial e final.

Verificou-se que o tempo de arranque apresentou uma redução de 12 minutos para 7 minutos - uma diminuição de cerca de 42%.

Esta redução traduziu-se numa homóloga redução de custos. Esta comparação está representada no gráfico 2, sendo apresentado o custo anual. O cálculo foi feito no custo/hora da linha manual que apresenta um custo de 74,91€/h.

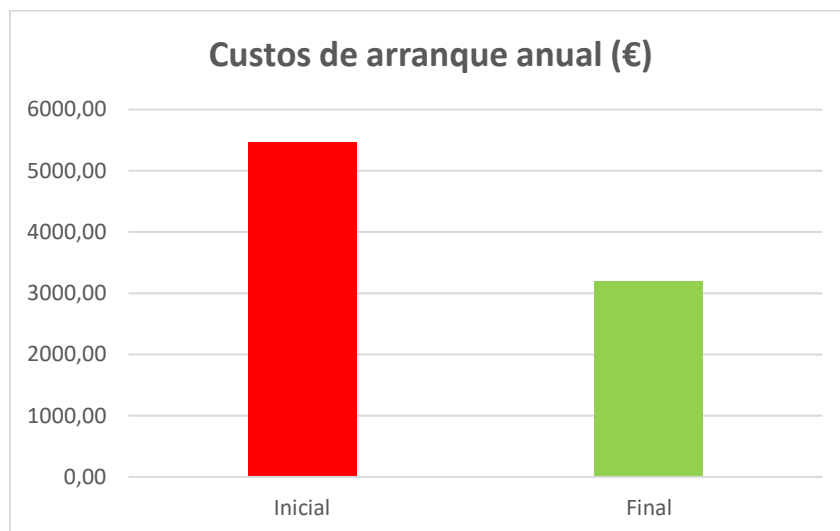


Gráfico 2 - Comparação do custo de arranque inicial e final.

A redução do tempo de arranque traduz, portanto, uma poupança média de 2278€ anualmente.

5.2 Auditoria *Kaizen* Nível 3

A implementação da cultura de normalização junto dos operadores da linha de produção culminou na realização de duas auditorias feita pelas chefias, supervisores e pelo instituto *Kaizen*.

Os resultados das auditorias estão representados nos gráficos 3 e 4.

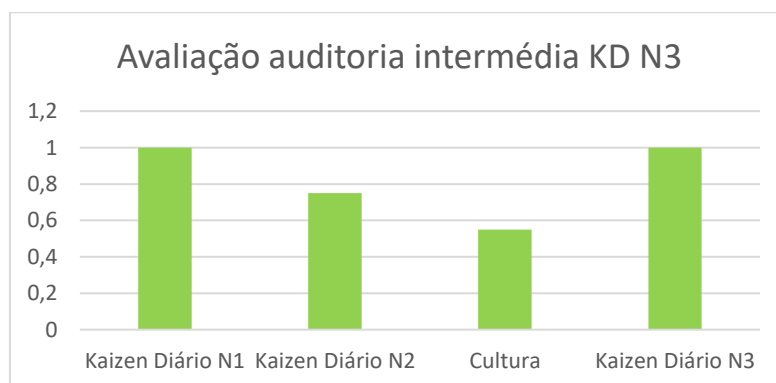


Gráfico 3 - Resultado da auditoria intermedia.

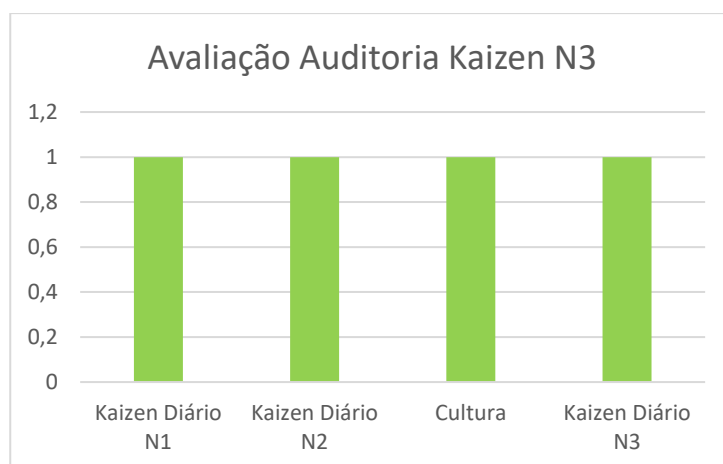


Gráfico 4 - Resultado da auditoria final.

A Tabela 12 mostra a comparação entre o resultado inicial e final das auditorias.

NOTA ÚLTIMA AUDITORIA	NOTA AUDITORIA CERTIFICAÇÃO
87%	100%

Tabela 10 - Comparação dos resultados das 2 auditorias feitas.

Verificou-se, portanto, que existiu uma assimilação da importância da implementação de práticas de melhoria contínua por parte do chão de fábrica. A comparação dos resultados mostra que o envolvimento dos operadores na construção das OPL e formação efetuada junto dos mesmos apresentou resultados positivos que, indiretamente, incrementaram a motivação dos operadores na realização das suas funções.

5.3. Aumento do OEE

O objetivo do presente projeto foi o incremento do índice de eficiência operacional da linha de produção. Com a identificação das perdas produtivas e implementação das melhorias atrás identificadas, procedeu-se à medição do OEE e respetiva comparação com o valor YTD (*Year To Date*) no início do projeto.

O gráfico 5 ilustra a variação do índice de eficiência operacional no início e fim do projeto. De notar que os valores se referem ao período desde o início do ano até ao início do projeto e fim do projeto. Assim, verificou-se um aumento pouco significativo de cerca de 4%, visto que o período da realização do projeto foi curto comparado com os meses anteriores.

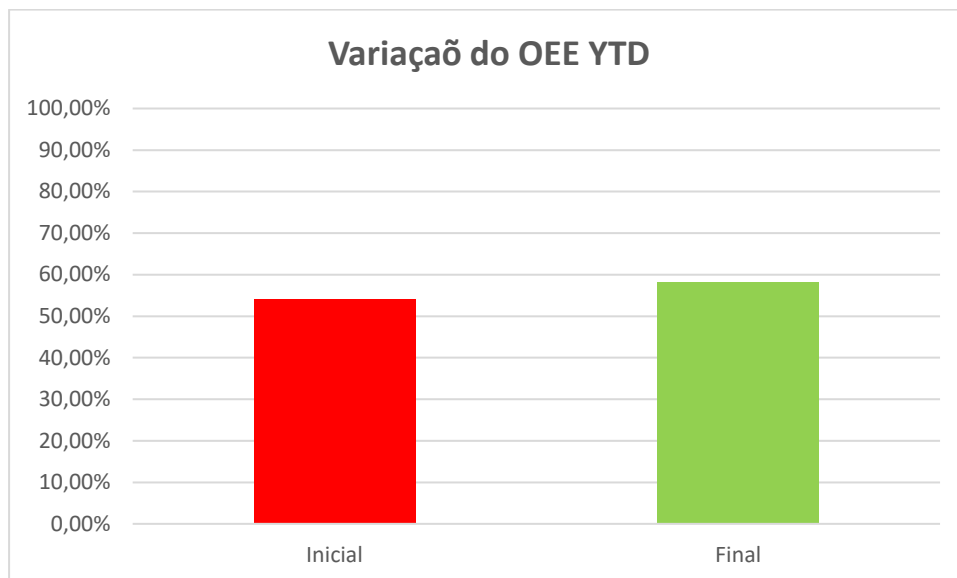


Gráfico 5 - Variação do OEE.

No entanto, para avaliar de forma mais pormenorizada a evolução do OEE após o início do projeto, ilustra-se a evolução do OEE nas semanas seguintes ao início do mesmo.

Capítulo 6

Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro

Este capítulo apresenta as conclusões do trabalho realizado, avaliando a pertinência do mesmo para a concretização dos objetivos inicialmente definidos. Além disso, são feitas sugestões de trabalhos futuros que poderão ser benéficos para a organização.

6.1 Conclusões

A linha de *trivets* é um setor crítico na organização devido à diminuição do número de encomendas e a forte concorrência com os produtos chineses, fatores que interpelam a organização e a produção a estar permanentemente à procura de melhorias, visando diminuir custos e desperdícios, numa perspetiva de tornar a linha mais competitiva.

A implementação da *checklist* permitiu que o arranque de linha fosse mais eficiente, permitindo fazer uma triagem às ordens de fabrico que estivessem com alguma matéria prima em falta. De seguida a normalização de tarefas, através da implementação do *Kaizen* Diário nível 3 permitiu alinhar uma regra nas tarefas mais importantes da linha (como ligar ou desligar os diferentes equipamentos da linha, normalização das tarefas de *setup* e limpeza). A implementação do método de trabalho permitiu a definição de um standard de como a equipa deve estar organizada perante diferentes cenários produtivos - embalagem a granel, em manga ou com *hanger* - descrevendo a dinâmica da equipa de modo a minimizar perdas em deslocações ou esperas.

A criação do *dashboard* é também uma ferramenta importante na visualização do indicador de eficiência, permitindo à organização estar atenta e atuar perante eventuais quebras. Esta ferramenta permite aos supervisores estarem informados da evolução diária do OEE, permitindo tomar ações nas reuniões de alinhamento diárias.

O dimensionamento do supermercado vai permitir que o abastecimento à linha seja garantido e que nunca falte matéria prima. Por falta de tempo, a sua implementação ainda não tinha sido conseguida a tempo do fim do projeto.

Em suma, o projeto da presente dissertação tinha como objetivo primordial o aumento da eficiência operacional da linha de produção. Com base nos resultados anteriormente analisados, foi conseguido um aumento do OEE em 4 pontos percentuais. Este incremento reflete o impacto positivo das melhorias implementadas.

6.2 Perspetivas de Trabalho Futuro

As melhorias implementadas com esse projeto foram benéficas para a linha produtiva. É importante que haja o acompanhamento contínuo dos operadores no cumprimento dos procedimentos e métodos estipulados.

Um dos fatores que também constitui uma perda produtiva significativa é o facto de não haver stocks mínimos para as encomendas. A produção de uma quantidade reduzida pode incorrer em prejuízo económico para a organização. Deve, por isso, ser feito um estudo sobre a determinação da quantidade mínima de um lote de forma a conseguir ter uma margem de lucro e diluir os tempos de mudança de formato no tempo de produção.

A ausência de um plano de manutenção autónoma é um motivo para as eventuais avarias dos equipamentos. Assim, recomenda-se a implementação deste tipo de manutenção que já está vigente noutras áreas produtivas da empresa.

Referências

- Ahuja, I. P.S., & J. S. Khamba. 2008. "Total Productive Maintenance: Literature Review and Directions." *International Journal of Quality and Reliability Management* 25 (7): 709-56. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>.
- Bajpai, Jonalee D. 2014. "SMED (Single-Minute Exchange of Die) Methodology in Garment Manufacturing Industry: Case Study in Reducing Style Change over Time." *IIT Guwahati*, no. Aimtdr: 1-7.
- Belekoukias, Ioannis, Jose Arturo Garza-Reyes, & Vikas Kumar. 2014. "The Impact of Lean Methods and Tools on the Operational Performance of Manufacturing Organisations." *International Journal of Production Research* 52 (18): 5346-66. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>.
- Borges, Miguel, Feijóo Pinto, & Engenheiro Tiago Sanchez. 2008. "Dimensionamento de Supermercados Na Indústria." [https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57871/2/Texto integral.pdf](https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57871/2/Texto%20integral.pdf).
- Bortolotti, Thomas, Stefania Boscari, & Pamela Danese. 2015. "Successful Lean Implementation: Organizational Culture and Soft Lean Practices." *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013>.
- Coelho, José António. 2008. "Implementação Da Total Productive Maintenance (TPM) Numa Empresa de Produção," 130.
- Costa, Claudio, Luis Pinto Ferreira, Jose C. Sa, & F. J. G. Silva. 2018. "Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company." In , 001-012. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>.
- Emiliani, M L. 1998. "Lean Behaviors Outstanding Paper Award Winner !" *Management Decision* 36 (9): 615-31.
- Faustino, Nuno. 2019. "Pós ' Go Live ' de Linha Produtiva e Otimização Da Mesma."
- Filipe, Manuel, & Moreira Soares. 2017. "Melhoria Da Eficiência Operacional de Uma Linha de Enchimento de Cerveja."
- Filipe, Tiago, & Teixeira Bidarra. 2011. "Implementação Da Metodologia SMED Numa Empresa Do Sector Da Indústria Automóvel ."
- Heng, Zhang, Li Aiping, Xu Liyun, & Giovanni Moroni. 2019. "Automatic Estimate of OEE Considering Uncertainty." *Procedia CIRP* 81: 630-35. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.167>.
- Imai, M. 2005. *Praise for Gemba Kaizen*.
- Industries, Vorne. n.d. "The Fast Guide to OEE™ Presented by Vorne Industries Specialists in Visual Factory and Production Monitoring Systems." Accessed October 22, 2019. www.vorne.comwww.oeec.com.
- Joaquim, Ricardo, & Nunes Fernandes. 2018. "Otimização de Processos e Procedimentos Em

- Linhas de Produção.”
- Martins, Pedro Almeida. 2015. “Supermarket Sizing in Production Flow Systems Based On Lean Principles.”
- Mayor, António Sotto. 2007. “Ferramentas Kaizen No Aumento Da Produtividade Na CaetanoBus.”
- Melo, Tânia Filipa da Silva, & Anabela Carvalho. 2019. “Aplicação de Princípios Lean Thinking e Manutenção Produtiva Total Na Gestão Das Ferramentas de Produção Numa Empresa de Cortiça.”
- Mota, Pedro Manuel Pinto. 2007. “Estudo e Implementação Da Metodologia SMED e o Seu Impacto Numa Linha de Produção,” 95. <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395137451446/Tese.pdf>.
- Poveda, Pedro Fernando, & Ricardo Pires. 2018. “TÉCNICAS PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE PREPARAÇÃO E REFERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS EM TORNO CNC.”
- Powell, Daryl J. 2018. “Kanban for Lean Production in High Mix, Low Volume Environments.” *IFAC-PapersOnLine*. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.248>.
- Ron, A. J. De, & J. E. Rooda. 2006. “OEE and Equipment Effectiveness: An Evaluation.” *International Journal of Production Research* 44 (23): 4987-5003. <https://doi.org/10.1080/00207540600573402>.
- Series, I O P Conference, & Materials Science. 2018. “Evaluating 8 Pillars of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation and Their Contribution to Manufacturing Performance Evaluating 8 Pillars of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation and Their Contribution to Manufacturing Performance,” 0-8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/290/1/012024>.
- Silva, Jessica Belém da, & Francisca Alexandra De Macedo Anastácio. 2018. “Método Kanban Como Ferramenta de Controle de Gestão.” *ID on Line REVISTA DE PSICOLOGIA* 13 (43): 1018-27. <https://doi.org/10.14295/online.v13i43.1575>.
- Sousa, E., F. J.G. Silva, L. P. Ferreira, M. T. Pereira, R. Gouveia, & R. P. Silva. 2018. “Applying SMED Methodology in Cork Stoppers Production.” In *Procedia Manufacturing*. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>.
- Ulutás, Berna. 2011. “An Application of SMED Methodology.” *World Academy of Science, Engineering and Technology* 79 (June): 100-103.
- Viana, Pedro. 2007. “Kaizen College.”
- Wilson, Lonnie. 2010. *How to Implelement Lean Manufacturing*.
- Woods, Tony. 2005. “Lean Thinking.” *Engineering* 246 (5): 18-19.

Anexo A: Análise ABC

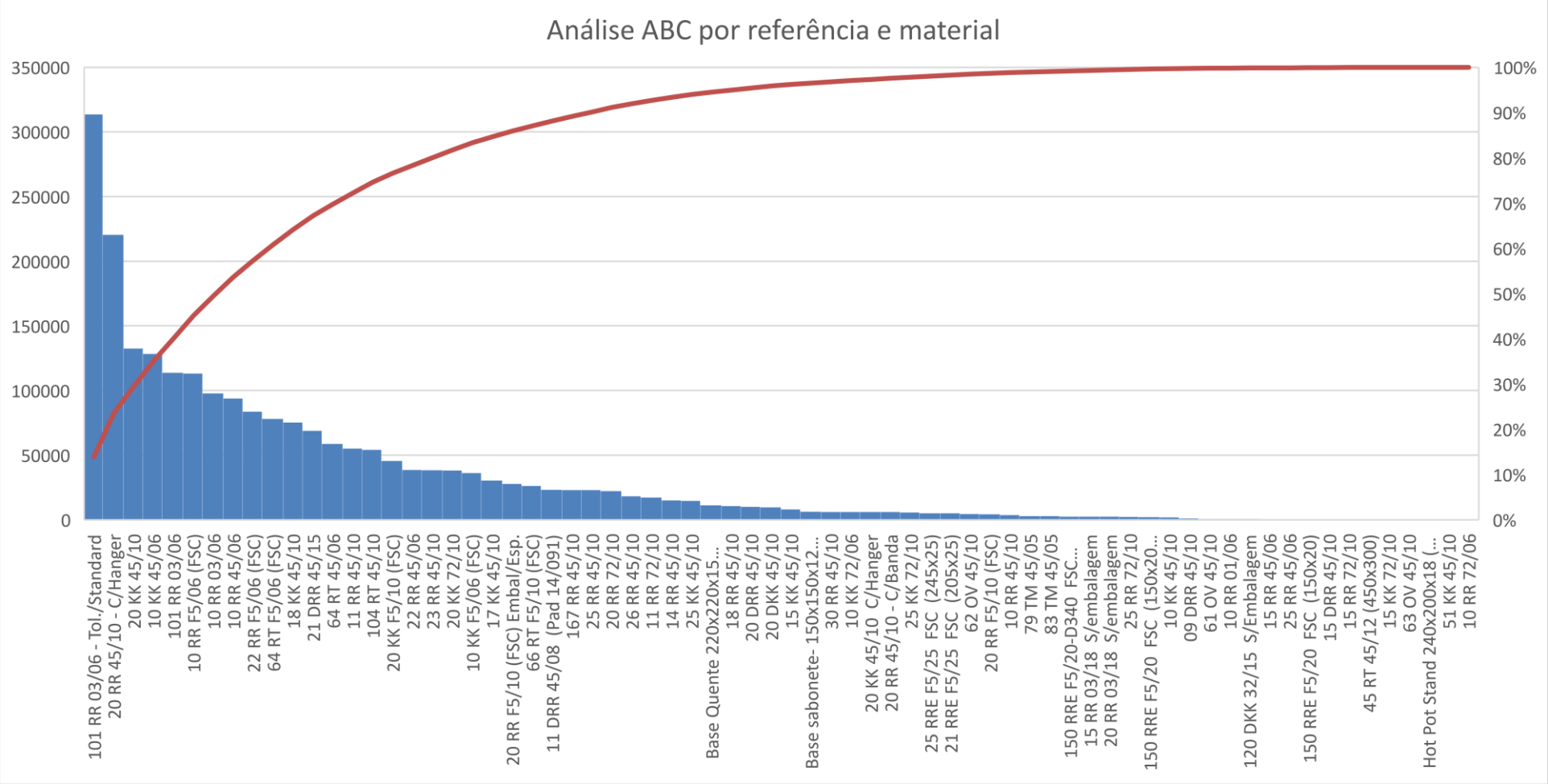


Figura 42 - Gráfico de Pareto/ Análise ABC.

Tabela 11 - Análise ABC

Descrição	Classe
101 RR 03/06 - Tol./Standard	A
20 RR 45/10 - C/Hanger	A
20 KK 45/10	A
10 KK 45/06	A
101 RR 03/06	A
10 RR F5/06 (FSC)	A
10 RR 03/06	A
10 RR 45/06	A
22 RR F5/06 (FSC)	A
64 RT F5/06 (FSC)	A
18 KK 45/10	A
21 DRR 45/15	A
64 RT 45/06	A
11 RR 45/10	B
104 RT 45/10	B
20 KK F5/10 (FSC)	B
22 RR 45/06	B
23 RR 45/10	B
20 KK 72/10	B
10 KK F5/06 (FSC)	B
17 KK 45/10	B
20 RR F5/10 (FSC) Embal/Esp.	B
66 RT F5/10 (FSC)	B
11 DRR 45/08 (Pad 14/091)	B
167 RR 45/10	B
25 RR 45/10	B
20 RR 72/10	B
26 RR 45/10	B
11 RR 72/10	B
14 RR 45/10	B
25 KK 45/10	B
Base Quente 220x220x15 mm(Pad15/130)	B
18 RR 45/10	B
20 DRR 45/10	C
20 DKK 45/10	C
15 KK 45/10	C
Base sabonete- 150x150x12 (P 14-130)	C
30 RR 45/10	C
10 KK 72/06	C

20 KK 45/10 C/Hanger	C
20 RR 45/10 - C/Banda	C
25 KK 72/10	C
25 RRE F5/25 FSC (245x25)	C
21 RRE F5/25 FSC (205x25)	C
62 OV 45/10	C
20 RR F5/10 (FSC)	C
10 RR 45/10	C
79 TM 45/05	C
83 TM 45/05	C
150 RRE F5/20-D340 FSC (150x20)	C
15 RR 03/18 S/embalagem	C
20 RR 03/18 S/embalagem	C
25 RR 72/10	C
150 RRE F5/20 FSC (150x20) S/Emb.	C
10 KK 45/10	C
09 DRR 45/10	C
61 OV 45/10	C
10 RR 01/06	C
120 DKK 32/15 S/Embalagem	C
15 RR 45/06	C
25 RR 45/06	C
150 RRE F5/20 FSC (150x20)	C
15 DRR 45/10	C
15 RR 72/10	C
45 RT 45/12 (450x300)	C
15 KK 72/10	C
63 OV 45/10	C
Hot Pot Stand 240x200x18 (P 14/052)	C
51 KK 45/10	C
10 RR 72/06	C

Anexo B: Consulta de Gama de Produto

DB654 Amorim Cork Composites, S.A. Utlz RUMENDES 13/01/20
17:43:30

Consulta Op. Gama Fabrico

Composto..... 6831451020000 Gama..... 2
Nº Segª. Operação.. 10 GUILHOTINA + FREZA + EMBALAGEM
Qtd. Std Lote..... 1800,000
Qtd. Operação..... 600,000 * Inclui Perdas *
Posto Trabalho..... H686 Linha Trivets Automática Centro Trab.
Base Duração..... > Machine or Labour, + Set Up
Cód. Base Tempo..... 4 Quantity/hour Qtd Batch... (Base 6)
Dias Movimentação..... 0,00000 Cientí/Estimd.. 1 (1=Cienti 2=Estm)
Transf. Dims. Batch... Sobreposição... 0,0000 Horas
DTLHS PREPRÇÃO DTLHS EXEC.
Máquina. 0,2400 Hours
M-d-O... 0,2400 Hours
Tnh Equipa. 3,00
Sub-Contrato.. (1=Sim) TAXAS EXE
Custo Sub-Contra.. 0,00000 Máquina. 2500,0000 /hour
Perdas (%) 0,0 M-d-O... 2500,0000 /hour

* Esta Operação tem componentes a ela associados.

F3=Sair F12=Anterior F16=Pesquisa Refª. F21=Texto Operação
F22=Parâmetros Adicionais

Figura 1 do Anexo B - Consulta de estrutura do 20 RR 45/10.

Consulta Op. Gama Fabrico

Composto..... 6831451010000 Gama..... 2
Nº Segª. Operação.. 10 GUILHOTINA + FREZA + EMBALAGEM
Qtd. Std Lote..... 2700,000
Qtd. Operação..... 600,000 * Inclui Perdas *
Posto Trabalho..... H688 Guilhotina + Freza + Embalagem Centro Trab.
Base Duração..... > Machine or Labour, + Set Up
Cód. Base Tempo..... 4 Quantity/hour Qtd Batch... (Base 6)
Dias Movimentação..... 0,00000 Cientí/Estimd.. 1 (1=Cienti 2=Estm)
Transf. Dims. Batch... Sobreposição... 0,0000 Horas
DTLHS PREPRÇÃO DTLHS EXEC.
Máquina. 0,3158 Hours
M-d-O... 0,3158 Hours
Tnh Equipa. 3,00
Sub-Contrato.. (1=Sim) TAXAS EXE
Custo Sub-Contra.. 0,00000 Máquina. 1900,0000 /hour
Perdas (%) 5,0 M-d-O... 1900,0000 /hour

* Esta Operação tem componentes a ela associados.

F3=Sair F12=Anterior F16=Pesquisa Refª. F21=Texto Operação
F22=Parâmetros Adicionais

Figura 43- Consulta de estrutura do 10 RR 45/10.

Anexo C: Método de Operativo da Linha Manual



FLUXO PRODUTIVO

01 CORTE

02 FRESA

03 ESCOLHA

04 EMBALAGEM

05 REEMBALAGEM

Método Operativo

- Linha Manual
- 3 operadores

Índice

- Corte
- Fresagem
- Embalagem a granel
- Embalagem em manga
- Embalagem com reembalagem
- Embalagem com hanger



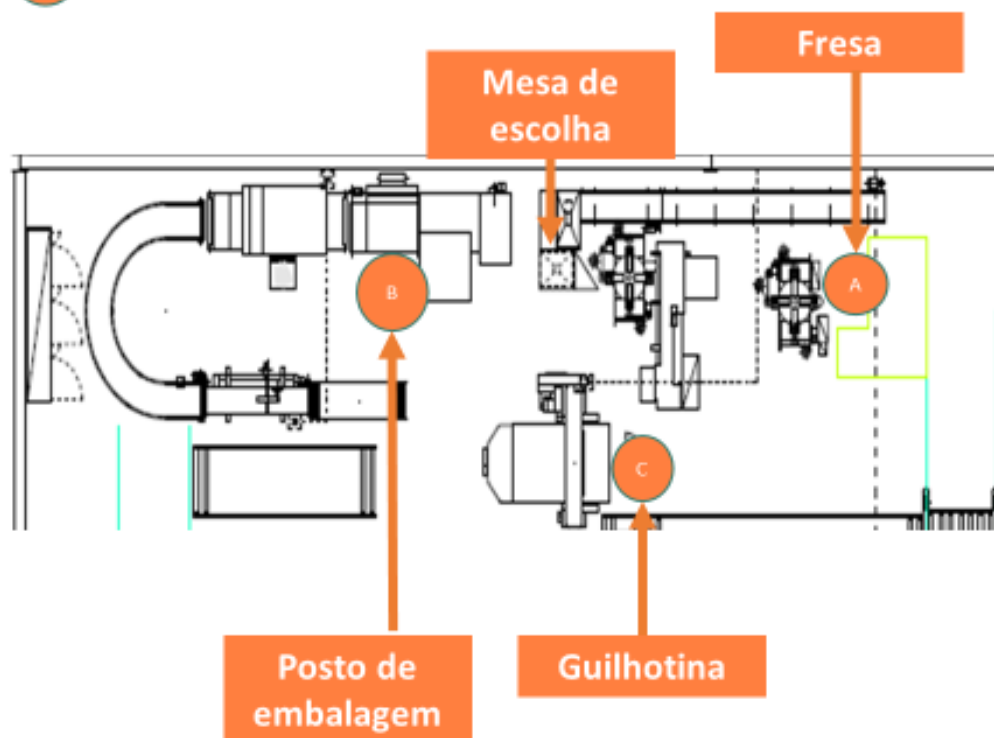
Layout

CCS
TRIVETS

- Linha Manual
- 3 operadores

Operadores | Posto de trabalho

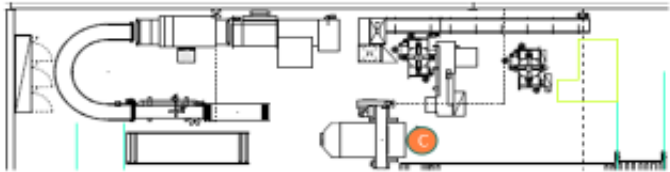
- A Fresa
- B Escolha e Embalagem
- C Guilhotina e Embalagem



Corte

- Linha Manual
- 3 operadores

CCS
TRIVETS



Guilhotina		Operador	
Setup Produção	1	Selecionar parâmetros da máquina	C
	2	Colocar placas na guilhotina	C
	3	Colocar cera na lâmina	C
	4	Cortas as placas na horizontal	C
	5	Rodar as placas	C
	6	Cortar as placas na vertical	C
	7	Colocar as peças no carrinho transportador	C
	8	Colocar sobras no contentor para moer ou na palete de material para reaproveitar	C
	9	Fazer controlo dimensional da operação de corte	C
	10	Transporte lotes de peças para o local da fresa	C



Fresagem

CCS
TRIVETS

- Linha Manual
- 3 operadores



Fresa

Operador

Setup	1	Determinar referência seguinte de produção	A
	2	Trazer kit de mudança para junto da fresa (ferramentas, mós, fresa, calcadores, moldes)	A
	3	Substituir moldes	A
	4	Substituir mós e anilhas respetivas	A
	5	Colocar calcadores	A
	6	Regular altura da fresa de acabamento	A
	7	Regular a velocidade (adequada à peça a ser feita)	A
	8	Fazer controlo dimensional da primeira peça	A
	9	Preencher checklist da operação de setup	A
Produção	10	Abastecer zona de trabalho com quadrados	A
	11	Colocação das peças na fresa	A
	12	Recolha do material fresado e colocação no tapete transportador	A



Embalagem a granel

CCS
TRIVETS

- Linha Manual
- 3 operadores



	Posto de embalagem	Operador
Escolha Embalagem	1 Escolha de peças fresadas	B
	2 Formação de lotes consoante REMC	B
	3 Colocação de etiqueta na peça (se aplicável)	B
	4 Colocar para caixa	B
	5 Colar etiqueta na caixa	B
	6 Colocar caixa em palete	B



Embalagem em manga

- Linha Manual
- 3 operadores

CCS
TRIVETS



Posto de embalagem

Operador

Escolha	1	Escolha de peças fresadas	B
	2	Colocar manga conforme requisito de embalagem de cliente (ver REMC)	B C
Setup	3	Ajustar embaladora (velocidade do tapete, altura da mesa, temperatura da estufa)	B C
	4	Colocar peças na mesa de trabalho	B
Embalagem	5	Colocação panfleto ou etiqueta (ex: Zeller) (se aplicável)	B
	6	Embalar em manga	B
	7	Colar etiqueta na peça (se aplicável) ou no set (ex: Zeller)	C
	8	Colocar peças em caixa	C
	9	Colar etiquetas na caixa	C
	10	Colocar caixa em palete	C



Embalagem com reembalagem

- Linha Manual
- 3 operadores

CCS
TRIVETS



	Posto de embalagem	Operador
Escolha	1 Escolha de peças fresadas	B
	2 Colocar manga conforme requisito de embalagem do cliente (ver REMC)	B C
Setup	3 Ajustar embaladora (velocidade do tapete, altura da mesa, temperatura da estufa)	B C
	4 Colocar peças na mesa de trabalho	B
Embalagem	5 Colocar panfleto ou etiqueta (ex: Zeller) (se aplicável)	B
	6 Embalar em manga	B
	7 Colar etiqueta na peça (se aplicável) ou no set (ex: Zeller)	C
	8 Reembalar	B
Reembalagem	9 Colocar etiqueta no set (se aplicável)	C
	10 Colocar peças em caixa	C
	11 Colar etiquetas na caixa	C
	12 Colocar caixa em palete	C



Embalagem com hanger

- Linha Manual
- 3 operadores

CCS
TRIVETS

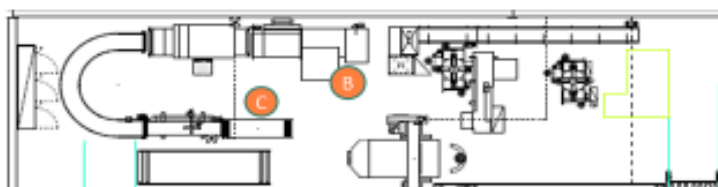


Embalagem com hanger		Operador
Escolha	1	Escolha de peças fresadas (B)
	2	Colocação de manga conforme requisito de embalagem (ver REMC) (B, C)
	3	Ajustar embaladora (velocidade do tapete, altura da mesa, temperatura da estufa) (B, C)
Setup	4	Colocar peças na mesa de trabalho (B)
	5	Colocar etiqueta (se aplicável) (B)
	6	Colocar hanger (alinhado com etiqueta) (B)
	7	Colocar panfleto autocolante (se aplicável) (C)
Embalagem	8	Reembalar (B)
	9	Colocar etiqueta no set (C)
	10	Colocar peças em caixa (C)
	11	Colar etiquetas na caixa (C)
	12	Colocar caixa em palete (C)
Reembalagem		

Embalagem com hanger

- Linha Manual
- 3 operadores

CCS
TRIVETS



Embalagem com hanger

Operador

Escolha	1	Escolha de peças fresadas	B
	2	Colocação de manga conforme requisito de embalagem (ver REMC)	B C
Setup	3	Ajustar embaladora (velocidade do tapete, altura da mesa, temperatura da estufa)	B C
	4	Colocar peças na mesa de trabalho	B
Embalagem	5	Colocar etiqueta (se aplicável)	B
	6	Colocar hanger (alinhado com etiqueta)	B
	7	Colocar panfleto autocolante (se aplicável)	C
Reembalagem	8	Reembalar	B
	9	Colocar etiqueta no set	C
	10	Colocar peças em caixa	C
	11	Colar etiquetas na caixa	C
	12	Colocar caixa em palete	C

Anexo D: OPL de Início de Produção da Linha de *Trivets* Automática

ONE POINT LESSON (OPL)

Tema:	Trivets Auto – Ligar equipamento e início de produção		
Responsabilidade:	Operador	Data:	__20__ / __22__ / __2022__

Guilhotina

1 Ligar o interruptor geral da Guilhotina e acionar o botão (1)



2 Selecionar as dimensões do artigo



Fresa

3 Selecionar referência



4 Consultar o molde (capa junto à TPV)



ACC.XXX

OPL-0010/01

ONE POINT LESSON (OPL)

Tema:	Trivets Auto – Ligar equipamento e início de produção		
Responsabilidade:	Operador	Data:	28/10/2022

Embaladora

Ligar a estufa da embaladora

9



Ligar os tapetes de Transporte

10



Ligar a embaladora

11



Colocar a manga respectiva

12



ACC.824

OPL-0113/01

ONE POINT LESSON (OPL)

Tema	Trineta Auto-SETUP		
Responsabilidade	Operador	Data	22/08/2022

Regular alimentador
automático

5



Regular embaladora

6



Anexo E: Dimensionamento de Supermercado de Placas

PILHA 1	8405/03 9,7 MM 300 Placas	8402/00 5 MM 960 Placas	8405/02 950x650x2,9 mm 960 Placas
	8405/03 9,7 MM 600 Placas	8402/00 5 MM 1 920 Placas	8405/02 950x650x2,9 mm 1920 Placas
	8405/03 9,7 MM 900 Placas	8402/00 5 MM 2 880 Placas	
PILHA 2	8405/03 9,7 MM 1200 Placas	8402/00 5 MM 3 840 Placas	
	8405/03 9,7 MM 1500 Placas	8402/00 5 MM 4 800 Placas	
	8405/03 9,7 MM 1800 Placas	8402/00 5 MM 5 760 Placas	
PILHA 3	8405/03 9,7 MM 2100 Placas	8402/00 5 MM 6 720 Placas	
	8405/03 9,7 MM 2400 Placas	8402/00 5 MM 7 680 Placas	
	8405/03 9,7 MM 2700 Placas	8402/00 5 MM 8 640 Placas	
Pilha 4	8405/03 9,7 MM 3000 Placas	8402/00 5 MM 9 600 Placas	
	8405/03 9,7 MM 3300 Placas	8402/00 5 MM 10 560 Placas	
	8405/03 9,7 MM 3600 Placas	8402/00 5 MM 11 520 Placas	
Pilha 5			

Figura 44 - Definição de Supermercado de Placas

Anexo F: Determinação de cadências produtivas (20 RR 45/10)

Tabela 12 - Estudo de cadências do artigo 20 RR 45/10

Operação	Embalagem (Panfleto + manga)			
Produto	20 RR 45/10			
Peças/ciclo	1,0	1 caixa		
Tempo operação	Tempo ciclo	Tempo ciclo médio	Peças/h	Capacidade
5,2	5,2	4,8	750,0	0,21
4,5	4,5			
5,2	5,2			
4,5	4,5			
5,0	5,0			
4,5	4,5			