



MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO DE DISPOSITIVOS MÉDICOS NUMA EMPRESA DA ÁREA DA SAÚDE

EUGÉNIA MARIA MOURA LOPES

novembro de 2019

MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO DE DISPOSITIVOS MÉDICOS NUMA EMPRESA DA ÁREA DA SAÚDE

Eugénia Maria Moura Lopes

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO DE DISPOSITIVOS MÉDICOS NUMA EMPRESA DA ÁREA DA SAÚDE

Eugénia Maria Moura Lopes
1170057

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação de João Augusto de Sousa Bastos.

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Manuel Joaquim Pereira Lopes

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

João Augusto de Sousa Bastos

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Paulo António Silva Ávila

Professor Coordenador, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

António Manuel Pereira Silva Amaral

Professor Adjunto Convidado, Escola Superior de Tecnologia e Gestão

AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar de agradecer a todos as pessoas, que contribuíram direta e indiretamente, na realização de todo o projeto.

Ao meu orientador, Prof. João Bastos, pela forma como me orientou e acompanhou, pela sua constante disponibilidade e competência científica e por todos os aconselhamentos e correções relevantes feitas durante a orientação.

Aos meus colegas de mestrado Rita, Marlene, Rogério, Daniel, Adriana e Rui pela partilha de conhecimentos e companheirismo.

Aos meus pais, irmão e José pelo apoio e suporte em mais uma etapa da minha vida académica.

Por fim, um agradecimento especial aos meus colegas da Vygon Portugal pelo apoio e incentivo que me transmitiram ao longo dos dois anos de mestrado.

PALAVRAS CHAVE

Lean manufacturing, 5S, Gestão visual, *layout*, dispositivos médicos

RESUMO

Face a um mercado cada vez mais competitivo e à evolução constante das tecnologias, as empresas procuram cada vez mais metodologias que lhes possibilitem exponenciar a sua competitividade, produtividade e eficiência de forma a serem capazes de gerar valor, maximizando os recursos sem diminuir a qualidade e satisfação do cliente.

O projeto apresentado foi desenvolvido em contexto industrial numa empresa de fabrico de dispositivos médicos, empresa recente em Portugal que carece de princípios básicos de *lean manufacturing* e que necessita de melhorar os seus processos face ao crescimento do último ano. O estudo focou-se essencialmente na eliminação de desperdícios nas várias etapas do processo. Assim, foi realizado a análise e mapeamento dos processos de preparação, produção e expedição da empresa, onde foram detetadas fontes de desperdício e posteriormente, identificou-se melhorias no funcionamento dos processos. As propostas de melhoria apresentadas incidiram na aplicação de metodologias *lean manufacturing* e aceites pela empresa foram 5S, gestão visual, modificação do *layout*, OEE e melhoria da operação de retrabalho. Os principais ganhos com a implementação das sugestões apresentadas foram a diminuição das distâncias percorridas pelas operadoras e pelos produtos (25% de redução para os produtos com maior volume de fabrico), fluxos produtivos sequenciais e organizados na zona produtiva bem como na zona de pesagem, diminuição do cruzamento de produtos, fluxo de entrada e saída de ordens de fabrico estabelecido: zona de ordens de fabrico preparadas para zona em curso e por fim para aguardam embalamento, criação de um espaço de trabalho amplo e organizado, eliminação da probabilidade de erro (uso de componentes que estão em produção vs. em espera), melhoria da comunicação entre departamentos, criação de uma ferramenta de auxílio a reuniões diárias de produção, diminuição da dispersão do material, eliminando o tempo à procura das ferramentas, melhoria do OEE e redução de 13% dos falsos não conformes.

KEYWORDS

Lean manufacturing, 5S, visual management, layout, medical devices

ABSTRACT

Facing an increasingly competitive and with evolving technology market, companies are continuously using more methods that enable them to boost their competitiveness, productivity and efficiency to allow value generation while maximizing resources without affecting quality and customer satisfaction.

The present project was developed, in the industrial context, at a medical device manufacturing company, a recent company in Portugal that was lacking basic principles of lean manufacturing and that needed to improve its processes according to last year's production growth.

The study focused on waste elimination at various stages of the process. Thus, an analysis and mapping of the preparation, production and shipping processes of the company was performed, where sources of waste were detected and later improvement points were identified in the operation of those processes.

The improvement proposals applying lean manufacturing methods accepted by the company were: 5S, visual management, layout changes, OEE rework operation improvement. The main gains from the suggested implementation were reduced distances covered by operators and products (25% reduction for products with higher production volume), sequential and organized production flows in the production area as well as in the weighing area, reduction of product crossing, in and out flow establishment for manufacturing orders : manufacturing orders zone prepared for ongoing zone and finally to wait for packaging, creation of a large and organized workspace, probability of error elimination (use of components that are in production vs. in standby), enhanced communication between departments, creation of a tool to aid in the production daily meetings, reduced material dispersion, elimination of wasted time searching for tools, OEE improvement and 13% reduction of false non-compliant.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FIFO	<i>First In, First Out</i>
JIT	<i>Just-in-Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
LIE	Limite Inferior Especificado
LSE	Limite Superior Especificado
NC	Não conforme
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OF	Ordem de Fabrico
OP	Operação
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
Prod	<i>Produção</i>
RFID	<i>Radio Frequency IDentification</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
WIP	<i>Work In Progress</i>

Lista de Unidades

%	Porcentagem
Cp e Cpk	Índices de capacidades de processo
h	Hora
m	Metro
m ²	Metro quadrado
Pa	Pascal

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	Cinco palavras japonesas que auxiliam para um ambiente cultural para a melhoria contínua, criando ambientes de trabalho adequados à gestão visual e ao <i>lean production</i> .
7W	Sete desperdícios que se referem a atividades que não geram valor ou que limitam a rentabilidade de um negócio.
Ciclo PDCA	Ciclo de melhoria contínua “planear-fazer-verificar-agir”.
Desperdício	Muda. Toda a atividade que não é reconhecida pelo cliente como valor e que resulta no aumento de custo e tempo.
ERP	Aplicações integradas de <i>software</i> utilizadas pelas empresas para gestão e controlo dos seus processos.
Just in Time	Produção no qual o processamento e movimentação de materiais ocorrem quando estes são necessários, usualmente em pequenos lotes. Permite a produção no momento exato da necessidade.
KPI	Métrica para avaliar o desempenho e sucesso de uma organização ou de um determinado processo.
Lean manufacturing	Filosofia que processa a organização de atividades, tendo como objetivo a eliminação de desperdícios.
OEE	Métrica para avaliação do desempenho global do sistema de operações, englobando parâmetros respeitantes à disponibilidade, eficiência e qualidade.
Tempo padrão	Tempo de referência para execução de uma tarefa, produto ou serviço. Refere-se ao tempo obtido por um colaborador a trabalhar a um ritmo normal e em condições de trabalho bem definidas.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: METODOLOGIA UTILIZADA NA REALIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	5
FIGURA 2: CASA TPS	10
FIGURA 3: BENEFÍCIOS LEAN	14
FIGURA 4: METODOLOGIA 5S.....	17
FIGURA 5: ETAPAS DO PROCESSO DA VYGON	24
FIGURA 6: VYGON NO MUNDO	25
FIGURA 7: VYGON PORTUGAL EM PAREDES	25
FIGURA 8: PRODUTOS PRODUZIDOS NA VYGON PORTUGAL.....	26
FIGURA 9: LAYOUT PREPARAÇÃO	28
FIGURA 10: LAYOUT PRÉ-PESAGEM	29
FIGURA 11: LAYOUT PESAGEM.....	30
FIGURA 12: SALA BRANCA DA VYGON PORTUGAL	31
FIGURA 13: EMBALADORA EM BLISTER	31
FIGURA 14: EMBALADORA EM SACO	31
FIGURA 15: FLUXOGRAMA DE PROCESSO	32
FIGURA 16: ZONA DE PESAGEM COM OS CARROS DE COMPONENTES	33
FIGURA 17: ZONA DE ARRUMAÇÃO DE PEQUENAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS.....	34
FIGURA 18: ZONA DE ARRUMAÇÃO DO MATERIAL DAS OPERADORAS	35
FIGURA 19: OPERAÇÕES DO PROCESSO E AS SUAS CAUSAS DE RETRABALHO	37
FIGURA 20: DIAGRAMA DE SPAGHETTI	38
FIGURA 21: ZONA DE LIMPEZA DAS PEQUENAS FERRAMENTAS: ZONA DE REGISTO, COLOCAÇÃO EM LIMPEZA (À ESQ.) E ZONA DE ARRUMAÇÃO COM IDENTIFICAÇÕES (À DIR.)	42
FIGURA 22: ZONA DE ARMAZENAMENTO DE PEQUENAS MÁQUINAS EM ESTANTE (À ESQ.) E VISTA PORMENORIZADA DA DIVISÃO COM AS IDENTIFICAÇÕES POR EQUIPAMENTO (À DIR.).....	42
FIGURA 23: ARMÁRIO DAS FERRAMENTAS	43
FIGURA 24: ESTANTE COM O MATERIAL DAS OPERADORAS	44
FIGURA 25: ESTANTE COM O MATERIAL DAS OPERADORAS APÓS 4 MESES DA IMPLEMENTAÇÃO	44
FIGURA 26: PROPOSTA DE ETIQUETA DE PRODUÇÃO.....	46
FIGURA 27: QUADRO DE PLANEAMENTO (FRENTE).....	48
FIGURA 28: QUADRO DE PLANEAMENTO (VERSO)	48
FIGURA 29: ETIQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO DO CARRO (ESQ.) E FOTO DE CARRO COM SUPORTE (À DIR.)	49
FIGURA 30: EXEMPLOS DE AJUDAS VISUAIS IMPLEMENTADAS NOS POSTOS DE TRABALHO.....	50
FIGURA 31: DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	51
FIGURA 32: CARTAS DE CONTROLO ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO	53
FIGURA 33: CARTAS DE CONTROLO APÓS IMPLEMENTAÇÃO.....	54
FIGURA 34: HISTOGRAMA DO PROCESSO	54
FIGURA 35: LAYOUT DA FÁBRICA INICIAL.....	56
FIGURA 36: GRELHA DE EXTRAÇÃO	56

FIGURA 37: EXEMPLO DE TAPETE DE SAÍDA DAS EMBALADORAS	57
FIGURA 38: <i>LAYOUT</i> PROPOSTO	58
FIGURA 39: FLUXO DE PRODUTOS APÓS MELHORIA DE <i>LAYOUT</i>	59

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO (MELTON, 2005).....	10
TABELA 2: FASES DO CICLO PDCA.....	15
TABELA 3: MÉTODOS DE GESTÃO VISUAL. ADAPTADO DE (HIROYUKI HIRANO, 2009)	18
TABELA 4: FERRAMENTAS DA QUALIDADE E SUA DESCRIÇÃO.....	20
TABELA 5: TEMPO DISPENSADO À PROCURA DE FERRAMENTAS	35
TABELA 6: ESTUDO DE QUANTIDADE RETRABALHADA POR OF.....	37
TABELA 7: DISTÂNCIA PERCORRIDA POR PRODUTO	39
TABELA 8: PROBLEMAS/OPORTUNIDADES DE MELHORIA DOS PROCESSOS IDENTIFICADOS	39
TABELA 9: PLANO DE AÇÕES	51
TABELA 10: AVALIAÇÃO DO TEMPO PADRÃO E OEE ANTES E APÓS IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLO VISUAL.....	52
TABELA 11: ANÁLISE DA CAPACIDADE DO PROCESSO ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO	53
TABELA 12: ANÁLISE DA CAPACIDADE DO PROCESSO APÓS IMPLEMENTAÇÃO.....	54
TABELA 13: COMPARAÇÃO DAS DISTÂNCIAS PERCORRIDAS POR PRODUTO	58
TABELA 14: ANÁLISE DE RESULTADOS DAS SOLUÇÕES IMPLEMENTADAS	60

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Contextualização	3
1.2	Objetivos	4
1.3	Metodologia	4
1.4	Estrutura do relatório	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	Origem filosofia <i>Lean</i>	9
2.2	<i>Toyota Production System (TPS)</i>	10
2.3	Conceito e princípios <i>LEAN</i>	11
2.4	Desperdícios	12
2.4.1	Os três MU's	12
2.4.2	Os setes desperdícios (<i>7W wastes</i>)	13
2.5	Benefícios <i>LEAN</i>	14
2.6	Ferramentas <i>Lean</i>	14
2.6.1	Ciclo PDCA	14
2.6.2	Metodologia 5S	15
2.6.3	Gestão Visual	17
2.6.4	Indicadores de desempenho (KPI)	19
2.7	Ferramentas da Qualidade	20
3	CASO DE ESTUDO	23
3.1	Apresentação da Vygon	23
3.2	Descrição e mapeamento do processo produtivo	26

3.2.1	Preparação	27
3.2.2	Pesagem	29
3.2.3	Produção e expedição	30
3.3	Análise do processo produtivo	33
3.3.1	Processo de pesagem	33
3.3.2	Processo de produção	34
3.4	Síntese dos problemas identificados	39
3.5	Propostas de Melhoria	40
3.5.1	Projeto 5S	40
3.5.2	Projeto Gestão Visual	45
3.5.3	Retrabalho	51
3.5.4	Melhoria no <i>layout</i>	55
3.6	Análise de Resultados	59
4	CONCLUSÕES	65
4.1	CONCLUSÕES	65
4.2	TRABALHOS FUTUROS	66
	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	69

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.2 OBJETIVOS

1.3 METODOLOGIA

1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação de mestrado surge inserida na Unidade Curricular de Dissertação/Estágio do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e apresenta o trabalho desenvolvido na empresa Vygon Portugal, onde foram aplicadas ferramentas *Lean* no contexto produtivo com vista à melhoria dos processos da empresa.

Neste capítulo explora-se a contextualização do projeto, os objetivos propostos, a metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto e a organização do relatório.

1.1 Contextualização

Num mercado cada vez mais competitivo, as empresas estão sob pressão para otimizar os seus processos produtivos, diminuir custos e aumentar a qualidade dos seus produtos/serviços. A melhoria contínua é essencial para melhorar os processos, permitindo mudanças no tecido empresarial (maximizando os recursos sem diminuir a qualidade e satisfação do cliente) contribuindo para o crescimento das empresas em tamanho e escala num contexto global. Por isso, cada vez mais empresas analisam os seus processos e implementam a filosofia *Lean Manufacturing*, que consiste na aplicação de várias ferramentas que são capazes de fornecer ao cliente um produto de máxima qualidade, a um custo reduzido, por meio da eliminação de diferentes tipos de desperdícios (Rocha, 2018; Roriz, 2017).

A empresa Vygon Portugal é uma empresa recente e em franco crescimento que tem necessidade de melhorar processos com o intuito de aumentar a sua produtividade, competitividade e eficiência de forma a estar preparada para responder às crescentes necessidades de produção da casa-mãe, ao aumento de colaboradores, à receção de novos processos e máquinas. É neste contexto que surgiu o desafio da melhoria do processo produtivo da empresa Vygon Portugal, recorrendo a metodologias *Lean*. A dissertação teve início em Novembro de 2018 e terminou em Agosto de 2019.

1.2 Objetivos

O presente projeto tem como principal objetivo a melhoria do processo produtivo da Vygon Portugal, focando-se essencialmente na eliminação de desperdícios nas várias etapas do processo.

De uma forma resumida, o estudo vai centrar-se nas seguintes etapas principais:

- Estudo e análise do estado atual do processo produtivo;
- Revisão bibliográfica adequada ao tema proposto;
- Identificação das oportunidades de melhoria;
- Apresentação das propostas de melhoria aos problemas detetados;
- Aplicação de planos de melhoria;
- Análise de resultados.

1.3 Metodologia

Com vista a alcançar o objetivo proposto, houve a necessidade de seguir uma metodologia de investigação que assenta nos princípios de *Action-Research* cujo objetivo é a transformação de todos os membros envolvidos em investigadores, em que a identificação de um problema leva a uma ação que possibilita a sua resolução, sendo posteriormente avaliados os resultados (Carr, 2006). A metodologia para a realização do presente projeto foi dividida em quatro etapas (Figura 1):

1. Fase de diagnóstico através da recolha e análise de dados. Nesta etapa avaliou-se o fluxo produtivo da Vygon Portugal, com o intuito de detetar possíveis desperdícios e atividades que não geram valor. Em paralelo, foi realizada uma revisão bibliográfica relacionada com as metodologias *Lean*.
2. Preparação de planos e propostas de melhorias com recurso a ferramentas *Lean* adequadas para resolução problemas detetados.
3. Implementação das propostas de melhoria.
4. Avaliação dos resultados, comparando o antes e depois da implementação da proposta de melhoria.

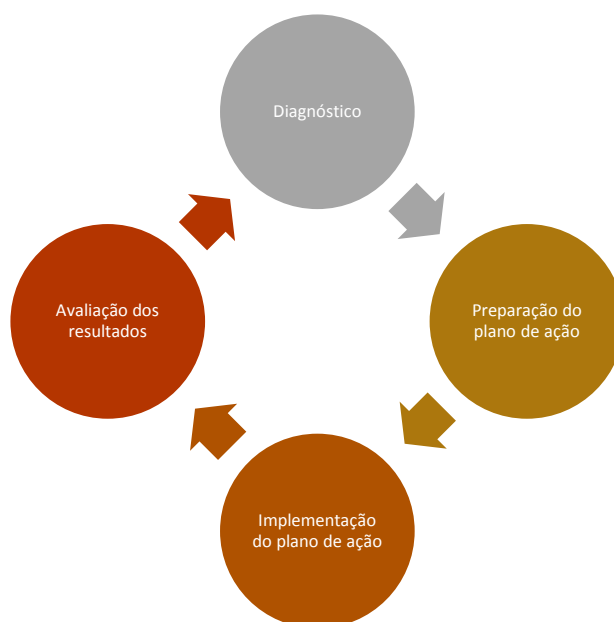


Figura 1: Metodologia utilizada na realização da dissertação

1.4 Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se dividido em quatro capítulos. O capítulo 1 introduz o tema do relatório, apresenta os objetivos que presidem ao presente trabalho, a metodologia e a estrutura do mesmo. No capítulo 2 é apresentado os fundamentos teóricos para contextualização e melhor entendimento do projeto. No capítulo 3 é apresentado a empresa onde foi realizado o projeto e é descrito o seu estado atual, identificando os problemas e propostas de melhorias para os mesmos bem como a análise de resultados. Por fim, o quarto e último capítulo, destina-se às conclusões e algumas sugestões relativamente a trabalhos futuros.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEM DO TOYOTA PRODUCTION SYSTEM E LEAN
MANUFACTURING

2.2 TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

2.3 CONCEITOS E PRINCÍPIOS LEAN

2.4 DESPERDÍCIOS

2.5 BENEFÍCIOS LEAN

2.6 FERRAMENTAS LEAN

2.7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O objetivo principal da presente dissertação é a melhoria de processo da Vygon Portugal com recursos a ferramentas *Lean Manufacturing*. Neste capítulo será apresentado o suporte teórico de apoio à presente dissertação.

2.1 Origem filosofia *Lean*

A metodologia *Lean* nasceu após a 2ª Guerra Mundial através do conceito *Toyota Production System* (TPS), quando Eiji Toyoda e Taiichi Ohno perceberam que a produção em massa não iria resultar no Japão. Os produtores em massa produziam grandes quantidades de produtos, o que permitia custos reduzidos. No entanto, a variedade de produtos era pequena. A Toyota focou-se na produção em massa por comparação ao êxito de Henri Ford e Frederick Taylor, no entanto como a economia Japonesa estava estagnada não foi possível à Toyota ter o êxito desejado (Simas, 2016). Para colmatar as dificuldades encontradas, Ohno e Toyoda tiveram o desafio de estabelecer uma conexão às necessidades do consumidor com o que a empresa podia fornecer, de modo a impulsionar a Toyota a sobreviver à crise económica com o mínimo de recursos. O resultado originou o desenvolvimento do *Toyota Production System*, que permitia alcançar simultaneamente elevada qualidade, baixo custo, tempos de entrega reduzidos e elevada flexibilidade. Nos anos 60 e 70, a filosofia TPS ganhou adeptos por todo o Japão, chegando aos Estados Unidos no final da década de 70. Em comparação à abordagem de produção por massas, o termo "lean" refere-se a métodos de produção que exigem metade do esforço humano, metade do espaço para fabrico, metade do investimento e metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto em metade do tempo, com alta eficiência do sistema produtivo que produz a mesma quantidade de produtos (ou até mais) com qualidade elevada e preços competitivos, baseando-se na sucessiva eliminação de desperdícios e na maximização da satisfação dos clientes (Behrouzi, 2011; Melton, 2005).

Na década de 90, o termo TPS é substituído por *Lean Manufacturing* aquando da publicação do livro "*The Machine that Changed the World*" (Melton, 2005).

Na Tabela 1 é possível verificar uma comparação entre o sistema de produção em massa e o *Lean*.

Tabela 1: Comparação entre os dois sistemas de produção (Melton, 2005)

	Produção em massas	Lean Manufacturing
Origem	Henry Ford	Toyota
Produção	Colaboradores sem qualificações	Equipas multidisciplinares
Equipamentos	Alto custo, com um único objetivo	Sistemas manuais ou automáticos que podem produzir elevados volumes com qualidade
Métodos de produção	Produção de elevados volumes produtos <i>standard</i>	Produção de acordo com as necessidades do cliente
Filosofia organizacional	Bom o suficiente	Perfeição

2.2 Toyota Production System (TPS)

Ohno descreve o TPS como diferentes técnicas que são utilizadas para reduzir o custo de produção através da redução de desperdícios. O diagrama da casa TPS (Figura 2) tornou-se num dos símbolos mais reconhecidos do TPS. Foi desenhado em forma de casa porque uma casa é um sistema estrutural e só resiste se o telhado, os pilares e os alicerces são fortes o suficiente. Um elo fraco enfraquece todo o sistema. Existem diferentes versões da casa, mas os princípios fundamentais permanecem os mesmos.

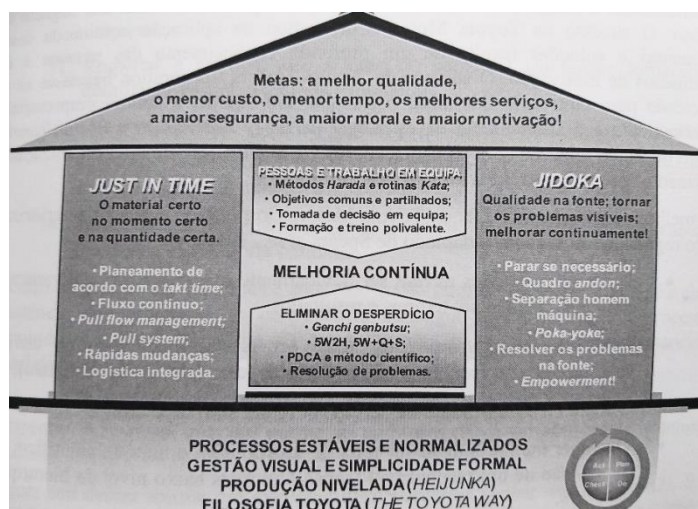


Figura 2: Casa TPS (Pinto, 2014)

O TPS é suportado por dois pilares, *Just-in-Time* (JIT) e *Jidoka* dos quais serão descritos de seguida (Liker, 2004; Wilson, 2010):

- JIT: técnica que estabelece que a empresa produz o produto certo, na quantidade certa, no tempo certo de acordo com as necessidades do cliente. O JIT obriga a um controlo de quantidade, eliminando inventário excessivo e reduzindo os custos associados.
- *Jidoka*: refere-se à utilização de máquinas e mão-de-obra em conjunto, fornecendo ao operador ou à máquina a autonomia de paralisar o processo sempre que for detetada qualquer anormalidade. Tecnicamente, o *Jidoka* utiliza técnicas como o *poka-yoke* (sistema anti erro) e *andons* (exibições visuais, como luzes, para indicar o estado do processo, especialmente anormalidades do processo). Nenhum produto com defeito pode prosseguir na linha de produção, aumentando assim a qualidade do produto e reduzindo desperdícios. É uma ferramenta de melhoria contínua e é um elemento-chave para a ferramenta *Kanban* (Wilson, 2010).

Os alicerces da casa são constituídos pela produção nivelada, processos estáveis e padronizados, elevada gestão visual e conhecimento da filosofia Toyota. No centro da casa encontram-se as pessoas e as equipas de trabalho bem como a redução de perdas. No telhado estão representados os objetivos do TPS.

2.3 Conceito e princípios LEAN

Tal como referido anteriormente, o conceito básico do *lean* é criar valor para todos os *stakeholders*, eliminando o desperdício nas organizações.

Womack and Jones identificaram cinco princípios da filosofia *lean*:

- Especificar valor: A definição de valor deve ser sempre realizada a partir do ponto de vista do cliente. Todos os requisitos do cliente devem ser satisfeitos.
- Identificar cadeia de valor: a cadeia de valor compreende todas as etapas necessárias para a produção de um produto - desde o pedido do cliente até a entrega. A identificação da cadeia de valor aumenta significativamente a compreensão do processo e permite a perceção de quais são as atividades que

acrescentam valor ao produto e que o cliente valoriza e as que não geram valor, acrescentando custos à empresa.

- Flow: eliminar atividade/etapas que não acrescentem valor para o cliente de forma a tornar o processo num fluxo contínuo.
- Pull: a produção de determinado produto só é iniciada quando o cliente solicita. Aplica-se, portanto, o conceito *Just-in-time*, produzindo apenas as quantidades pretendidas no momento certo.
- Perfeição: centra-se na eliminação completa dos desperdícios em todos os processos produtivos ao longo da cadeia de valor. Trata-se de incentivar a melhoria contínua a todos os níveis organizacionais, valorizando sempre os *inputs* do cliente (Bauer, 2018; Womack, 2003).

2.4 Desperdícios

Desperdício refere-se a todas as atividades que são realizadas e que não acrescentam valor, consomem recursos, aumentando assim o custo do produto/serviço. Muda é a denominação de desperdícios para os Japoneses.

De seguida, serão apresentadas duas diferentes técnicas para identificação de desperdícios.

2.4.1 Os três MU's

A Toyota identificou três tipos de desperdícios: muda, muri e mura que se resumem a situações onde existe desequilíbrio entre a carga e a capacidade resultando em perdas para a empresa.

- Muda (desperdício): Capacidade excede a carga. Existe desperdício de capacidade.
- Mura (inconsistência): Por vezes, a capacidade excede a carga e vice-versa. É eliminado através da adoção da filosofia *Just-in-time* (JIT), produzindo apenas quando é pedido.
- Muri (irracionalidade): Carga excede a capacidade. Pode ser eliminado pela padronização do trabalho (Hiroyuki Hirano, 2009; Pinto, 2014).

2.4.2 Os setes desperdícios (7W wastes)

Os sete desperdícios/mudas (7W) mais conhecidos foram identificados por Shingo e Ohno, através da implementação do *Toyota Production System*:

- Excesso de stock: corresponde a excesso de material armazenado, matéria-prima ou material em *work in process (WIP)*. Este excesso de material leva a um aumento das necessidades de espaço de armazenagem e manutenção do material, originando um desperdício. As causas mais comuns são por exemplo, os elevados tempos de mudança de ferramentas, existência de estrangulamentos nos processos, incorreto *layout* ou antecipação da produção.
- Excesso de produção: refere-se à produção em que é produzido o que não é necessário, quando não é necessário e em quantidades desnecessárias, resultando em fluxos irregulares de materiais e informação ou excesso de *stocks*. Este é o mais penalizante dos 7 desperdícios.
- Esperas: tempo em que as pessoas ou os equipamentos estão parados, em espera. Pode ocorrer devido a diversas situações, como: problemas de *layout*, espera por autorizações, falta de informações, problemas no fornecimento de peças, mudança de equipamentos, entre outros, originando assim fluxos irregulares e aumentos de lead time.
- Transporte e movimentação: Este desperdício inclui todo o tipo de transportes desnecessários de matéria-prima e produtos entre processos que não adicionem valor ao produto e aumentem o lead time.
- Desperdício do próprio processo: referente a atividades do processo que podem ser consideradas como inúteis, ou seja, a sua ausência não influencia negativamente o processo, podendo por isso ser eliminadas. A eliminação deste desperdício pode ser efetuada através de esforços de automatização, formação dos colaboradores, etc.
- Defeitos: corresponde a um produto, atividade ou serviço que não foi executado de acordo com o que era esperado, ou seja existem problemas de qualidade. Este desperdício acarreta custos de inspeção, reclamações clientes e retrabalho (*rework*).

- Trabalho desnecessário: qualquer atividade ou movimentação considerada desnecessária para a execução de uma operação (Abrunhosa, 2012; Farinha, 2015; Magalhães, 2014).

2.5 Benefícios LEAN

Os benefícios que resultam da aplicação do Lean estão bem documentados em diversos livros, artigos científicos, etc. Os benefícios podem ser os seguintes (Figura 3):

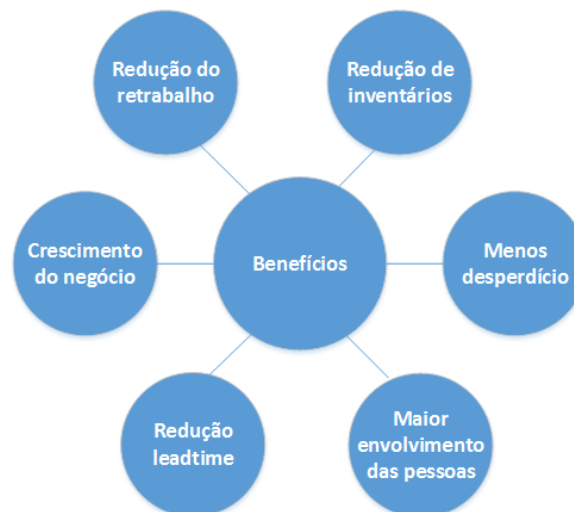


Figura 3: Benefícios LEAN (Melton, 2005)

2.6 Ferramentas Lean

Existem inúmeras ferramentas disponíveis para auxiliar a implementação do Lean. No entanto nesta dissertação apenas serão abordadas as utilizadas para o desenvolvimento do projeto.

2.6.1 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de melhoria contínua ou ciclo de Deming, é uma ferramenta de melhoria contínua, desenvolvida por Walter Shewhart e mais tarde popularizada por W. E. Deming (Pinto, 2014). O PDCA tem sido utilizado por muitas empresas, servindo de guia à melhoria contínua e como abordagem de resolução de problemas (Gidey E, 2014). A implementação do ciclo PDCA é considerada mais eficiente que a estratégia “*the right first time*” (Jagtap, 2015).

O ciclo está dividido em 4 fases (Tabela 2) (Jagtap, 2015; Pinto, 2014):

Tabela 2: Fases do ciclo PDCA

Fase do ciclo PDCA	Definição
Plan (planejar):	Definir o problema; Utilizar métodos próprios para caracterização e análise dos problemas; Elaborar o plano de ações para atingir o objetivo.
Do (executar)	Executar os planos elaborados na fase anterior.
Check (controlar)	Comparar os resultados com o que foi planejado; Analisar os desvios e a sua origem; Verificar se os objetivos estabelecidos na primeira fase foram atingidos.
Act (agir)	Em caso de se verificar que os objetivos não foram alcançados, deve-se analisar o motivo e desenvolver ações corretivas.

2.6.2 Metodologia 5S

Os 5S foram desenvolvidos em 1950 pelo Kaoru Ishikawa, no Japão (Vujovic, 2012). Referem-se a um conjunto de práticas que procuram a redução de desperdício e de custos e a melhoria do desempenho das pessoas e processos (Figura 4). É um método de organização e manutenção dos postos de trabalho de uma forma limpa, eficiente e segura, com os objetivos de transformar o ambiente da organização, melhorar a qualidade de vida e mudar a atitude dos trabalhadores e também reduzir custos, desperdícios, aumentando assim a produtividade da organização (Pinto, 2014; Veres, 2018). Os nomes das 5 fases dos 5S começam pela letra “S” e atuam em três aspetos organizacionais: aspetos físicos (*Seiri, Seiton, Seiso*), aspetos de padronização (*Seiketsu*) e aspetos comportamentais (*Shitsuke*) (Vujovic, 2012).

Seiri – Organização

Separar o material útil do inútil, proporcionando ao trabalhador um local de trabalho onde apenas existe o necessário, mais acessível e fácil de limpar, além de aumentar a visibilidade do material realmente utilizado. Identifica-se os materiais desnecessários no posto de trabalho que podem ser transferido para outros setores, vendido ou descartado como lixo (Pinto, 2014; Vujovic, 2012). Esta etapa facilita o fluxo de materiais

e a movimentação dos trabalhadores bem como a melhoria da utilização do espaço (Feld, 2001).

Seiton – Identificação

Definir um espaço para cada material. Uma vez separado todo o material inútil, o posto de trabalho deve ser organizado de acordo com a frequência de utilização dos materiais, isto é, os materiais de elevada utilização ficam arrumados num espaço mais próximo do trabalhador e os menos utilizados, mais afastados. Colocar etiquetas de identificação nos materiais e no espaço onde devem ser mantidos. Se o material não é importante o suficiente para ser etiquetado, então não é importante o suficiente para permanecer no posto de trabalho (Feld, 2001). Esta etapa proporciona benefícios, como a racionalização do espaço destinado ao armazenamento de materiais e uma maior rapidez e facilidade em encontrar documentos e objetos, reduzindo assim esforços físicos e desgaste emocional quando se encontram perdidos, além de prevenir acidentes que podem ser causados por um ambiente de trabalho desordenado (Pinto, 2014; Vujovic, 2012).

Seiso – Limpeza

Os postos de trabalho e os equipamentos assim como as áreas envolventes devem ser mantidos limpos e organizados, permitindo assim identificar possíveis irregularidades/anomalias. As normas de limpeza devem ser definidas (Pinto, 2014; Vujovic, 2012). Poeira, sujidade e resíduos podem gerar ineficiência, produção defeituosa e acidentes de trabalho (Veres, 2018).

Seiketsu – Normalização

Documentar e normalizar as práticas e métodos de arrumação e limpeza em procedimentos e instruções de trabalho que devem ser de fácil compreensão (Pinto, 2014; Veres, 2018).

Shitsuke – Disciplina

Cumprimento rigoroso de tudo o que foi estabelecido. Garantir que a metodologia dos 5S é mantida. Nesta última fase, as principais preocupações são: (i) Assegurar a manutenção da aderência dos colaboradores à metodologia dos 5S através de comunicação, formação e autodisciplina; (ii) Assegurar que os 5S se tornem o hábito de todos os colaboradores. Devem ser realizadas auditoras para comprovar a execução da metodologia 5S.



Figura 4: Metodologia 5S
(Veres, 2018)

De uma forma resumida, a metodologia 5S permite a melhoria de processos nomeadamente:

- Redução de custos, através da eliminação de desperdícios;
- Fluxo de processos transparente;
- Limpeza e melhoria dos espaços de trabalho;
- Melhoria da eficiência de trabalho (redução de *setups* e de *leadtimes*);
- Redução de acidentes de trabalho;
- Melhor confiabilidade do equipamento (Al-Aomar, 2011; Míkva, 2016).

2.6.3 Gestão Visual

A gestão visual é um sistema de gestão por meio de estímulos visuais onde é comunicado rapidamente e de forma simples informações relevantes da empresa, com o intuito de melhorar o desempenho da organização (Steenkampa, 2017). As informações podem ser relativas à medição da produtividade, estado e performance da produção, taxa de defeitos, segurança, procedimentos de fabrico, entre outros (Dailey, 2014). As principais funções da gestão visual são a transparência, facilidade do trabalho, melhoria contínua, disciplina, formação *on-the-job*, simplificação, etc. Através de uma boa gestão visual, qualquer pessoa, seja o diretor ou um funcionário, consegue facilmente enquadrar-se no contexto da empresa, passando a saber o objetivo e o

caminho a seguir. No entanto, é possível também, através da gestão visual, rapidamente perceber se alguma falha está a acontecer e em que local acontece (Tezel, 2016).

A Tabela 3 lista algumas ferramentas e métodos de gestão visual.

Tabela 3: Métodos de Gestão visual. Adaptado de (Hiroyuki Hirano, 2009)

Nome	Descrição
Cartão vermelho	Auxilia na distinção dos objetos necessários dos desnecessários. São usados para identificar objetos desnecessários que podem ser descartados.
Linhas demarcadoras	A marcação de caminhos e locais de armazenamento com linhas demarcadoras facilita a manutenção, organização e divisão dos espaços.
Linhas demarcadoras vermelhas	Marcação a vermelho para exibir quando existe excesso de <i>stock</i> .
Andon	<i>Andon</i> alerta os responsáveis do processo para possíveis anomalias.
Kanban	<i>Kanban</i> é uma ferramenta que auxilia na manutenção de produções <i>just-in-time</i> . Os dois tipos de <i>kanban</i> são transporte e produção.
Quadros de gestão de produção	Podem indicar as condições atuais na produção. Os dados apresentados nestes quadros podem incluir resultados de produção, condições de funcionamento e causas para paragem da produção.
Exibição de produção não conforme	Displays que exibem a produção não conforme, juntamente com gráficos, solicitando aos trabalhadores que não repitam os mesmos defeitos.
Quadros de prevenção de erros	Auxilia na promoção de gestão independente de forma a reduzir erros humanos.

2.6.4 Indicadores de desempenho (KPI)

Um indicador de desempenho ou KPI (*Key Performance Indicator*) refere-se a “um dado quantificado que mede a eficácia da totalidade ou parte de um processo ou sistema em relação a uma norma, plano ou um objetivo que deverá ser determinado e aceite, no quadro de uma estratégia global”. Devem ser utilizados como suporte de ações de melhoria. Estes devem por entre outras razões, ser de fácil compreensão, medição e representação, cobrir toda a atividade da empresa e existir em número limitado (Courtis, 2016).

O OEE (*overall equipment efficiency*) é um KPI que mede o desempenho global do sistema. Foi desenvolvido por Nakajima (1988) e pode ser dividido em três categorias: Disponibilidade (D), Performance (P) e Qualidade (Q). Desenvolvido pela Toyota, inicialmente utilizado em *Total Productive Maintenance* (TPM), sendo mais tarde utilizado para medir a performance de processos industriais (Muñoz-Villamizar, 2018). O OEE não diagnostica razões específicas para explicar o porquê de uma máquina não estar a funcionar o mais eficiente possível mas ajuda a identificar possíveis áreas para melhoria do equipamento (Badiger, 2008). O OEE é calculado através da multiplicação dos três fatores numéricos, tal como se encontra representado na equação 1:

$$\text{OEE} = D * P * Q$$

Eq.1

Em que:

$$D (\%) = \text{Tempo operacional (h)} / \text{Tempo programado (h)} * 100$$

Eq.2

$$P (\%) = \text{Quantidade de prod real} / \text{Quantidade de prod teórica} * 100$$

Eq.3

$$Q (\%) = \text{Número de produtos com defeito} / \text{Produção total} * 100$$

Eq.4

O OEE pode ser utilizado como métrica na eficácia da manutenção, eficiência da produção e qualidade (Muchiri, 2008).

2.7 Ferramentas da Qualidade

As 7 ferramentas de qualidade foram desenvolvidas no Japão e são ferramentas estatísticas simples utilizadas para resolver problemas. São meios de controlo, análise, organização e tomada de decisões, auxiliando na melhoria contínua. Na Tabela 4 são apresentadas as 7 ferramentas da qualidade (Magar, 2015; Sokovic, 2009).

Tabela 4: Ferramentas da qualidade e sua descrição

Ferramenta	Descrição
Fluxograma	Representação gráfica da sequência das etapas de um processo, que permite uma análise de limites e fronteiras, fornecendo uma visão global do processo.
Diagrama de Pareto	É um gráfico de colunas que ordena as frequências de ocorrência de forma decrescente identificando e priorizando os problemas. Forma de priorizar projetos de melhoria, fornecendo uma percepção por ordem das áreas onde se devem concentrar a melhoria contínua.
Folha de verificação	Ferramenta para recolher dados, específica para o tipo de dados a ser recolhido.
Cartas de controlo	Método gráfico onde se marcam pontos representativos de várias fases consecutivas de um processo, permitindo assim avaliar a sua evolução, interpretar as variações que ocorrem de forma a se poder decidir se devem ou não ser feitas alterações.
Histograma	Gráfico de barras que exhibe a distribuição das observações, agrupadas em intervalos de classe e organizados por ordem de grandeza.
Diagrama de Ishikawa	Ferramenta de apoio para identificar as causas de um problema, geralmente dividida em mão-de-obra, método, material, meio ambiente e máquina.
Diagrama de dispersão	Gráfico de representação de dados de duas ou mais variáveis. Utilizado para verificar se existe relação de causa e efeito entre duas variáveis de natureza quantitativa.

CASO DE ESTUDO

3.1 APRESENTAÇÃO DA VYGON

3.2 DESCRIÇÃO E MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO

3.3 ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO

3.4 SÍNTESE DOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

3.4 PROPOSTAS DE MELHORIA

3.5 ANÁLISE DE RESULTADOS

3 Caso de estudo

3.1 Apresentação da Vygon

A Vygon concebe, desenvolve, fabrica e comercializa mais de 120 milhões de dispositivos médicos em conformidade com as normas ISO 9001 e ISO 13485, de alta tecnologia, de uso único, para pacientes e profissionais de saúde, para uso em instituições públicas ou privadas. Um dispositivo médico é definido como "qualquer instrumento, aparelho, equipamento, material, produto, com exceção dos produtos de origem humana ou outro artigo usado de modo isolado ou combinado, incluindo acessórios e *software* necessários para a sua correta aplicação, concebidos pelo fabricante para serem utilizados para fins clínicos em humanos e os quais não atingem a ação principal pretendida, seja farmacológica, imunológica ou metabólica, mas que poderão auxiliar no alcance desses objetivos" (Vygon, 2019).

A Vygon foi criada em 1962 e é um dos líderes mundiais nesta indústria, disponibilizando uma gama alargada de produtos para diversas especialidades clínicas, tais como:

- Neonatologia: As intervenções médicas utilizadas nos adultos não são transferíveis aos bebés prematuros ou recém-nascidos. A experiência, conhecimento e tecnologia colocam a Vygon na vanguarda desta especialidade clínica onde os produtos, apesar de serem pequenos em tamanho, deverão ser absolutamente infalíveis, independentemente da sua utilização.
- Anestesia: As técnicas de anestesia loco-regional permitem balizar o efeito pretendido a um território neurológico específico. Nesta especialização em constante evolução, a Vygon trabalha de forma muito próxima com os anestesistas para desenvolver produtos que possam ir ao encontro das suas necessidades.
- Oncologia: A Vygon possui uma gama alargada de cateteres, câmaras implantáveis e acessórios para administração de quimioterapia.
- Cuidados Intensivos: A área dos cuidados intensivos cobre todos os pacientes com potencial falência de órgãos, que possam causar uma ameaça direta à sua vida. Neste cenário, a Vygon disponibiliza dispositivos de ventilação e acesso vascular utilizados para restaurar a homeostase.

- **Emergência:** A Vygon disponibiliza às equipas de emergência médica móvel (serviço de ambulância, bombeiros etc.) produtos simples, ergonómicos e leves.
- **Bloco Operatório:** A Vygon desenvolveu uma gama completa de produtos destinados às salas de operações hospitalares, desde soluções desinfetantes, sistemas de aspiração e drenagem, campos cirúrgicos e instrumentos metálicos.
- **Homecare & Nutrição:** A crescente atenção para a prestação de cuidados de saúde domiciliários tem sido uma das maiores apostas da Vygon nos últimos anos. Com produtos partilhados de outras gamas oferecem soluções à medida das necessidades dos consumidores deste setor (Vygon, 2019).

A sede está localizada em Ecoen, a norte de Paris, onde a Vygon nasceu e dedica-se desde o fabrico de componentes (injeção e extrusão) até à distribuição final (Figura 5).

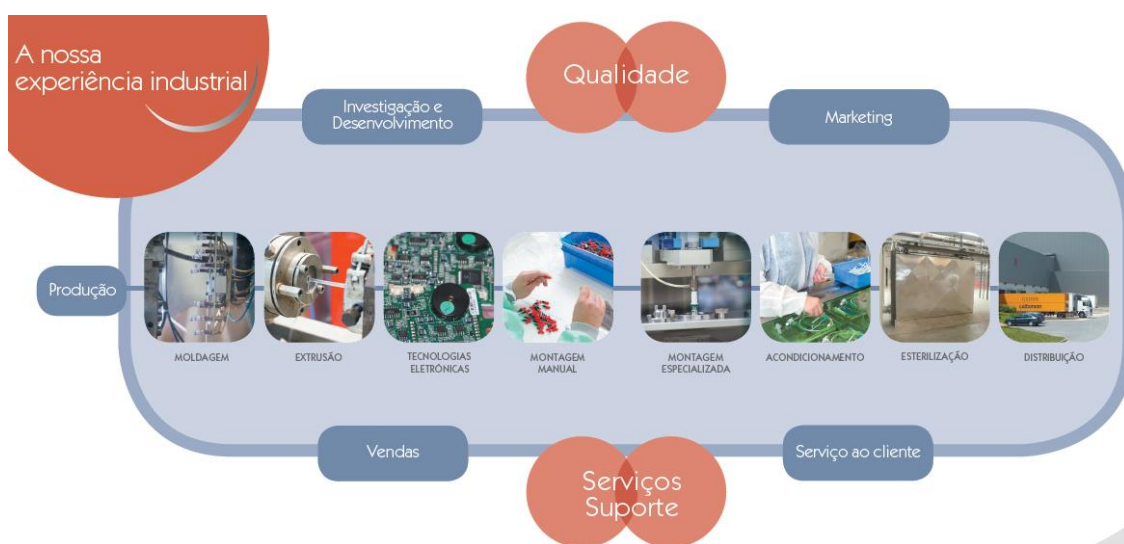


Figura 5: Etapas do processo da Vygon (Vygon, 2019)

Desde a sua criação a empresa tem perseguido uma política de expansão, possuindo neste momento centros de distribuição ou de produção em todo o mundo. A empresa possui dez unidades de produção, sete localizadas na Europa, uma nos Estados Unidos, uma nas Ilhas Maurícias e uma na Colômbia (Figura 6).

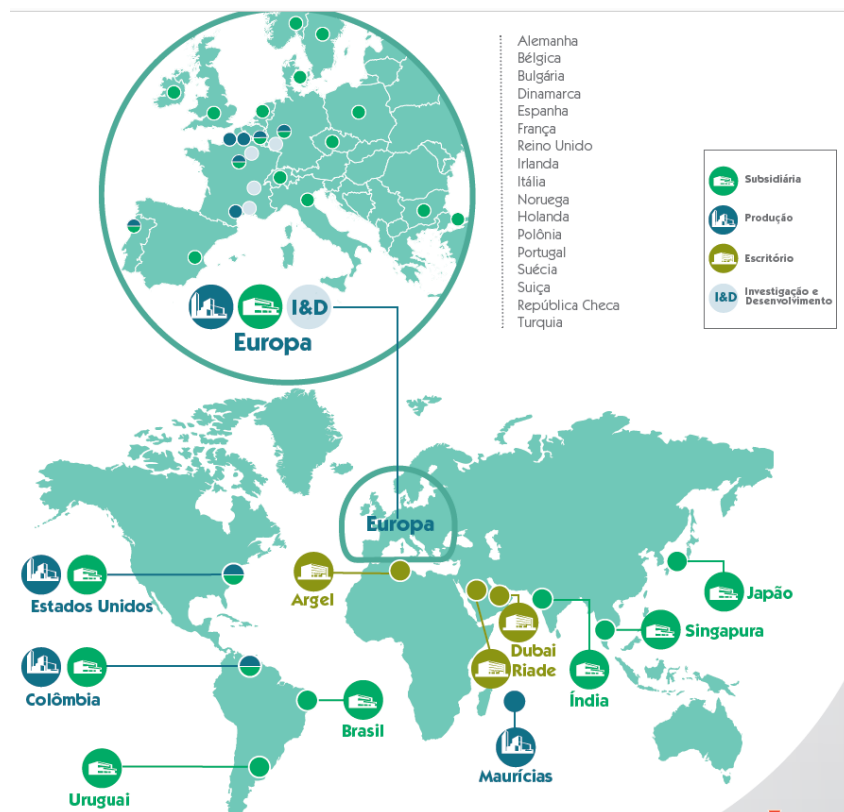


Figura 6: Vygon no mundo
(Vygon, 2019)

A nova unidade industrial do grupo situada em Paredes (Figura 7) iniciou laboração no último trimestre de 2015 e dedica-se à montagem manual, montagem especializada e acondicionamento de produtos para as áreas de especialização oncologia, neonatologia e nutrição. A empresa em Portugal encontra-se em crescimento de produção, não estando a produzir na sua capacidade máxima.



Figura 7: Vygon Portugal em Paredes
(Vygon, 2019)

Na Figura 8 são apresentados alguns dos produtos produzidos na empresa.

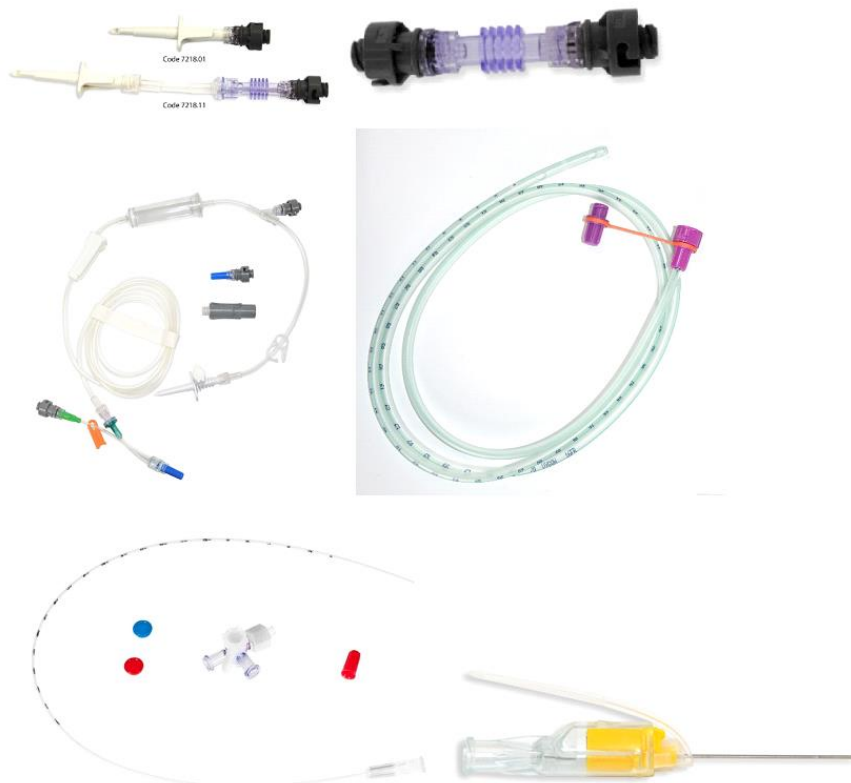


Figura 8: Produtos produzidos na Vygon Portugal (Vygon, 2019)

3.2 Descrição e mapeamento do processo produtivo

A Vygon Portugal é dividida em quatro principais seções: armazém que inclui o cais de receção, área produtiva que corresponde a uma sala branca, zona de acondicionamento terminal e cais de expedição. O ar que entra na sala branca é processado por meio de filtros HEPA como forma de proteção dos produtos. O seu ambiente é controlado, nomeadamente na temperatura, pressão e humidade. A manutenção de níveis adequados de humidade relativa e temperatura contribui para a eliminação de eventuais cargas electrostáticas, que podem potenciar a formação de aglomerados de partículas que tendem a depositar-se e ao desenvolvimento de microrganismos. A manutenção de corretos valores de pressões diferenciais constitui outro fator determinante para a qualidade microbiológica do ar, uma vez que cria uma barreira

física importante à ocorrência de contaminações cruzadas. Além das características inerentes no projeto da sala e do controlo dos três parâmetros acima mencionados, os colaboradores da sala branca devem cumprir as regras de conduta de entrada e de como permanecer no interior da sala branca, nomeadamente vestuário, cumprimento das boas práticas de assepsia/manipulação, desinfeção e limpeza de forma a minimizar os riscos de contaminação dos produtos, ar e superfícies da área de trabalho.

Nesta seção, irá ser apresentada a análise para os seguintes processos: preparação, produção e expedição da Vygon Portugal.

3.2.1 Preparação

Numa primeira fase, o responsável de produção elabora o plano de produção das ordens de fabrico pedidas pela casa-mãe. O planeamento é realizado pela data de entrega e de acordo com o ERP (*Enterprise Resource Planning*) da empresa. Imprime-se a documentação da OF (ordem de fabrico) constituída por folha das operações e o *bill of materials* bem como a folha de *picking*.

A preparação das ordens de fabrico compreende três etapas: *picking* no armazém, pré-pesagem e pesagem.

Picking no armazém

Antes de iniciar o *picking* no armazém, é entregue ao departamento de logística um documento de *picking* para a preparação dos componentes de acordo com as ordens de fabrico pretendidas. O sistema ERP aloca os componentes necessários à produção de acordo com a metodologia FIFO (*first in, first out*, "primeiro a entrar, primeiro a sair"). O armazém da Vygon Portugal é dividido em duas grandes áreas: *picking* em estante e *picking* em palete. As caixas presentes no *picking* em estante correspondem a componentes em uso, ou seja já entraram na zona de produção e o excesso de componentes retornou ao armazém. O *picking* em palete são caixas com material que ainda não foi utilizado. O sistema de *picking* é realizado através de pistola RIFD (*Radio-Frequency IDentification*) com ligação ao ERP da empresa, realizando todos os movimentos em *stock* informaticamente. O operador de logística recolhe as caixas correspondentes ao código, lote e localização apresentados na *picking list* e armazena-

os em palete. É estritamente proibido a abertura de caixas no armazém, como forma de evitar a contaminação dos componentes.

No *layout* presente na Figura 9 é apresentado o fluxo de materiais entre o armazém e a zona seguinte.

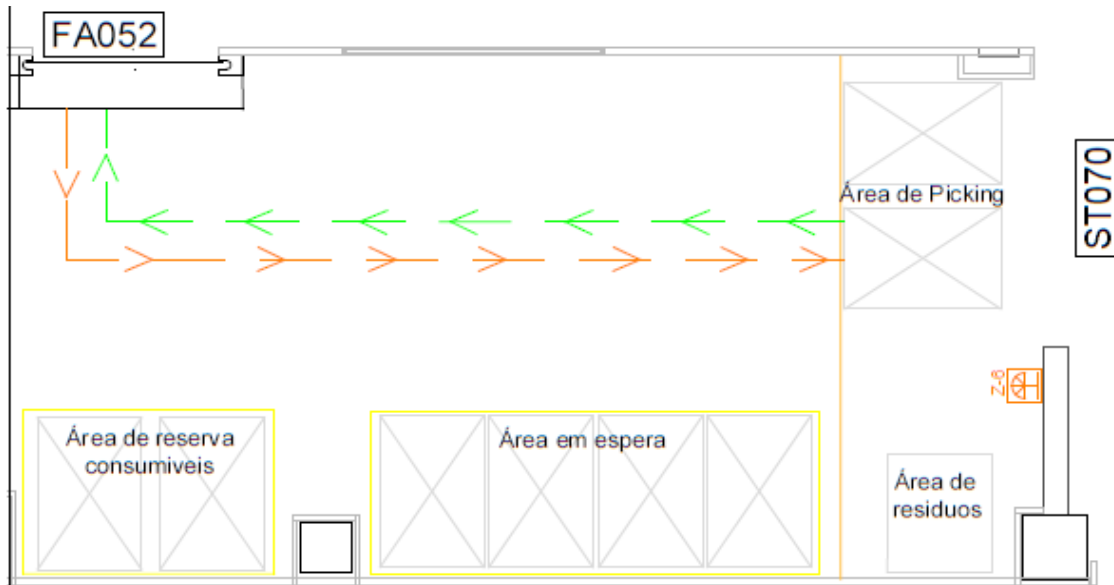
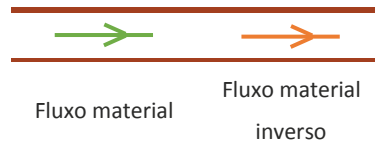


Figura 9: *Layout* Preparação



Pré-pesagem

O operador da sala denominada pré-pesagem recolhe a(s) palete(s) preparada(s) anteriormente e coloca-a(s) na área da pré-pesagem e procede ao descondicionamento do material da caixa de transporte. Um dos requisitos da empresa é o material vir acondicionado em 2 sacos + caixa, onde um dos sacos e caixa estão etiquetados. Nesta zona, o operador retira da caixa os sacos com a quantidade requisitada na folha de *picking* e deposita-os num contentor. O operador desta zona não fornece a quantidade exata de componentes para o fabrico de OF. Exemplo: se um saco contiver 5000 peças e a OF apenas necessitar de 4900, o operador fornece ao operador da sala seguinte, sala de pesagem, as 5000 peças. Isto deve-se ao facto de nesta zona ser interdito a abertura de sacos. Através da pistola vai realizando os movimentos em *stock*. A emissão etiquetas das caixas com as quantidades atualizadas é impressa, com auxílio de um programa do grupo. O material em excesso é armazenado na zona cinzenta (zona intermédia entre a

sala branca e o armazém) na zona denominada retorno e retornam ao armazém no final da preparação. Na Figura 10 é apresentado o *layout* da zona.

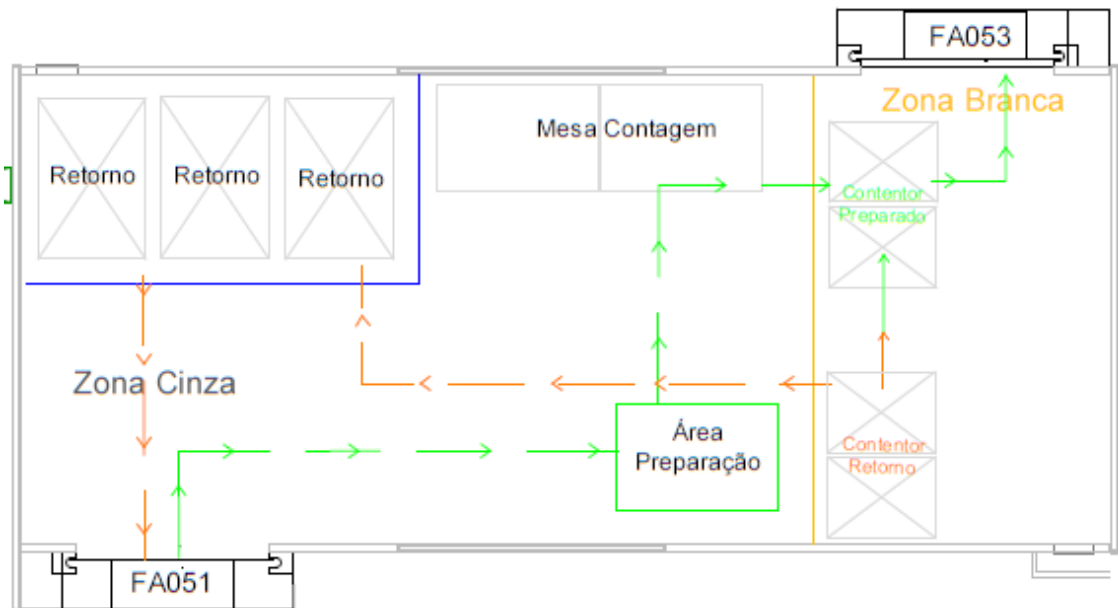
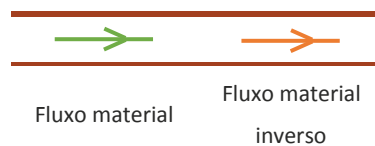


Figura 10: *Layout* pré-pesagem



3.2.2 Pesagem

Na sala de pesagem é feita a preparação das quantidades exatas dos componentes de acordo com a quantidade requisitada para a produção das ordens de fabrico. A contagem dos componentes é feita com o auxílio do programa informático do grupo Vygon e de balanças. O operador deposita um determinado número de componentes e através de pesagem, o sistema contabiliza a quantidade depositada na balança. Os componentes são armazenados em sacos com etiqueta de preparação da OF e são colocados em carros de transporte com a respetiva documentação até entrarem na área de produção.

O programa de apoio à pesagem atualiza o *stock* final. Os componentes em excesso retornam ao armazém ou são armazenados na estante denominada CP1 criada para o efeito que se encontra nesta zona. Na Figura 11 é apresentado o *layout* da zona.

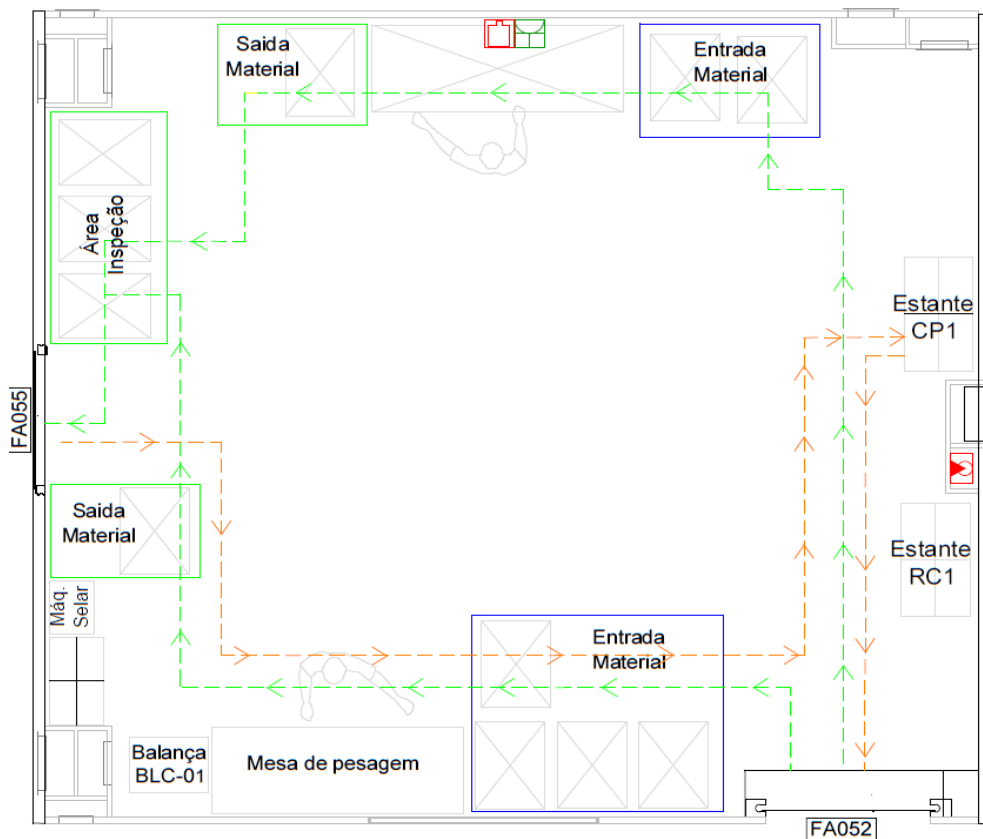
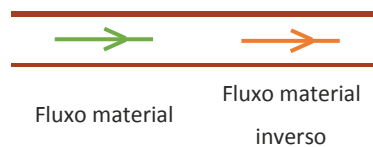


Figura 11: Layout Pesagem



3.2.3 Produção e expedição

Após aprovação documental pelo controlo da qualidade dos componentes preparados na etapa anterior, os carros de transporte aguardam pelo início de produção na sala de pesagem e apenas são transportados para a zona de fabrico após decisão das *team leaders*. O processo de fabrico dos produtos produzidos na Vygon Portugal é maioritariamente realizado através de linhas de fabrico e *job shop* em sala branca (Figura 12), onde os produtos são produzidos por montagem manual e/ou semi-automática, sujeitos a controlo final de garantia de qualidade e posterior embalagem.



Figura 12: Sala branca da Vygon Portugal

O controlo de qualidade efetua os controlos de qualidade necessários em curso de produção. O embalamento é realizado após aprovação do controlo de qualidade.

Existem na área produtiva duas máquinas de embalamento, embaladora em blister com diversos moldes (Figura 13) e embaladora em saco (Figura 14). Dependendo do produto produzido, este pode ser embalado em blisters ou sacos.



Figura 13: Embaladora em blister



Figura 14: Embaladora em saco

Após embalagem, os produtos saem da zona produtiva de ambiente controlado e são transportados por tapetes para a zona de acondicionamento terminal.

Na zona de acondicionamento terminal, os produtos são embalados em caixa primária e caixa secundária com o respetivo folheto informativo com as informações relativas ao manuseamento do produto e posteriormente em palete. Nesta zona, é feita também a preparação das caixas de acordo com o produto a embalar. A quantidade por caixa varia e é indicada nas etiquetas das duas caixas.

Quando as paletes de produto estão completas, o operador de logística transporta-as para o cais de expedição, onde aguardarão o transporte semanal realizado entre as instalações da Vygon Portugal e o armazém da Vygon, situado em França. É no armazém da Vygon que os produtos são esterilizados por óxido de etileno e distribuídos para o cliente final.

Em resumo, apresenta-se o fluxograma de processo (Figura 15).

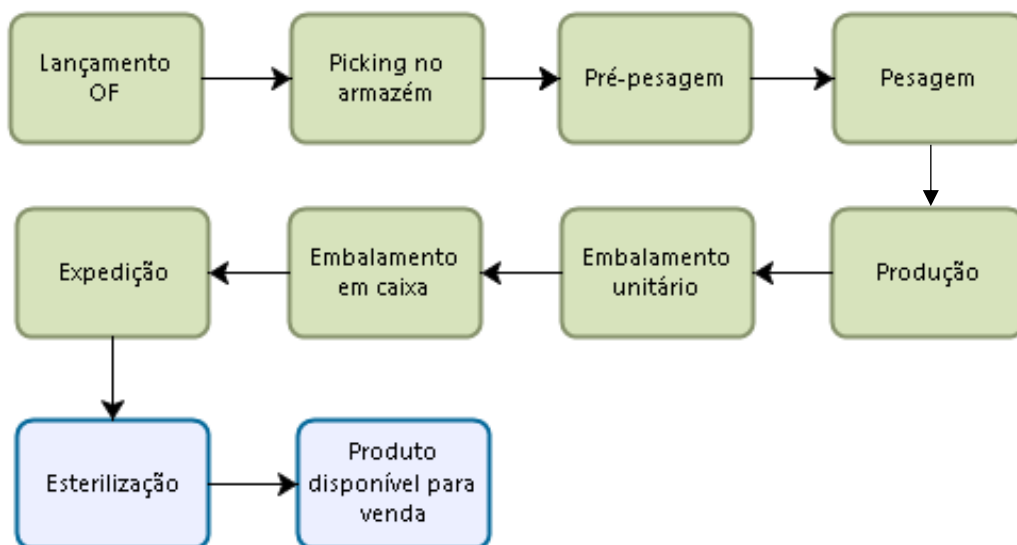


Figura 15: Fluxograma de processo

3.3 Análise do processo produtivo

Após o mapeamento do processo foram identificadas algumas lacunas e oportunidades de melhoria. Foram identificadas as seguintes fontes de desperdício em duas das seções acima descritas:

3.3.1 Processo de pesagem

A zona de pesagem apresenta falta de espaço devido ao elevado número de carros armazenados nesta zona sem identificação. Falta de identificação do estado dos materiais que se encontram nos carros de transporte. Na empresa, não existem zonas de estacionamento do material em espera, pronto a ser produzido, não conforme, em espera, etc. Por inexistência de espaço adequado para estacionamento dos carros, estes permanecem na zona de preparação (pesagem), onde as *team leaders* necessitam de os vir recolher, gerando desorganização e falta de espaço na zona (Figura 16). Os carros de transporte contém a documentação da OF (código do produto, lote, *bill of materials* e componentes com respetivos lotes e quantidades) na primeira prateleira do carro, mas não é visível o estado da OF (preparada, bloqueada pela qualidade, em curso de fabricação, etc.).



Figura 16: Zona de pesagem com os carros de componentes

3.3.2 Processo de produção

Inexistência de um espaço adequado para arrumação de ferramentas e pequenas máquinas. Dificuldade de controlo e contabilização do inventário de ferramentas e pequenos equipamentos, bem como a sua localização e estado de limpeza e de uso. Na análise efetuada verificou-se que as ferramentas, peças e pequenas máquinas utilizadas na produção encontravam-se em várias zonas da produção, nomeadamente no gabinete de produção, manutenção, em mesas livres na área produtiva e em especial numa mesa livre próxima à manutenção (Figura 17), o que gerava enganos, esperas e falta de comunicação entre os diferentes departamentos. As pequenas ferramentas quando utilizadas não eram limpas e eram arrumadas aleatoriamente na mesa acima referida. Quando era necessária a sua utilização, estas encontravam-se em mau estado de limpeza, sendo necessária a sua limpeza, muitas vezes em situações em que o material era necessário para a produção, gerando esperas.



Figura 17: Zona de arrumação de pequenas máquinas e ferramentas

O técnico de manutenção e as *team leaders* preparam os postos de trabalho com os componentes, pequenas máquinas e ferramentas necessárias. Detetou-se que muitas vezes, não sabem a localização das ferramentas, função e nem da sua existência bem como o seu estado de limpeza, provocando o atraso do início da OF. Na Tabela 5 é possível visualizar o tempo dispensado na procura do material necessário (tempo observado).

Tabela 5: Tempo dispensado à procura de ferramentas

Procura de ferramentas (mês)	Tempo dispensado (h)
Novembro	10h
Dezembro	7h

Falta de zona fixa para arrumação do material das operadoras. Cada operadora de produção possui uma caixa com material básico (caneta, caderno, tesoura, calculadora, etc.) que necessita para a realização do seu trabalho. Estas caixas não tinham um lugar de arrumação definido, ficando numa mesa livre ou no posto de trabalho do dia anterior (Figura 18), contribuindo para movimentações excessivas no início do turno, caso as operadoras não fossem para o mesmo posto de trabalho do dia anterior.



Figura 18: Zona de arrumação do material das operadoras

Falta de autonomia dos operadores de produção bem como das *team leaders*. No início do turno, constata-se que as operadoras de produção não sabem qual a sua função/produção do dia, originando tempos mortos e subcarga nas *team leaders*. Em média, no início de cada turno é perdido cerca de 8 minutos diários de produção por falta de instruções visíveis (tempo observado em 1 mês).

As *team leaders*, muitas vezes não sabem qual a data de entrega definida para determinada OF, estando esta informação apenas disponível nos carros onde consta a documentação da OF, por isso o escalonamento das tarefas torna-se moroso e existem sucessivas contactos ao responsável.

No escalonamento da máquina de embalamento, a maioria das vezes não sabem qual o molde correspondente para o produto a embalar, sendo que mais uma vez esta informação está apenas disponível na documentação das OF's. Se num dia, existissem 10 produtos para embalar, as *team leaders* tem de verificar 10 documentações de OF's para verificar o molde correspondente. Um eficaz escalonamento poderá reduzir o tempo de paragem da máquina para mudança de molde (cerca de 1h), tempo do técnico da manutenção (responsável pela troca do molde) e desperdício de papel e filme.

Falta de ajudas visuais nos postos de trabalhos. Este problema foi identificado nos produtos produzidos por job shop. O material processado nas diversas operações é armazenado em caixas, aguardando a próxima etapa de fabrico. Como não está visível qual a operação a que o material acondicionado em caixa foi sujeito, existem confusões e trocas do produto e muitas vezes as colaboradoras tem de ir verificar qual a operação a que o material já foi sujeito. Após ter ocorrido o processamento da mesma operação por duas vezes, rejeitando-se cerca de 2000 peças tornou-se fulcral o estudo de uma solução para evitar futuros enganos que colmatem os desperdícios, tanto de tempo como de material.

Devido à variedade de produtos produzidos na empresa, decidiu-se analisar a família de produtos com maior volume de vendas, fabrico e crescimento futuro. Nesta produção, detetou-se:

Sucessiva necessidade de operações de retrabalho. A primeira etapa desta produção é o fecho total da ponta de tubos com diferentes diâmetros. Para isso, a empresa possui uma máquina denominada PDE onde é necessária uma operadora para inserção do tubo na máquina e início do ciclo. O segundo posto de trabalho efetua o controlo a 100% de qualidade, ou seja a verificação se a ponta do tubo se encontra fechada. Para isso, a operadora tem à sua disposição um pequeno equipamento de deteção de fugas denominado DFU e uma peça F-DFU onde é inserido o tubo, e iniciado o ciclo de teste que tem o objetivo de detetar a fuga no produto com a libertação de ar consoante a pressão pré-estabelecida. Em resumo, a Figura 19 representa o processo acima referido.

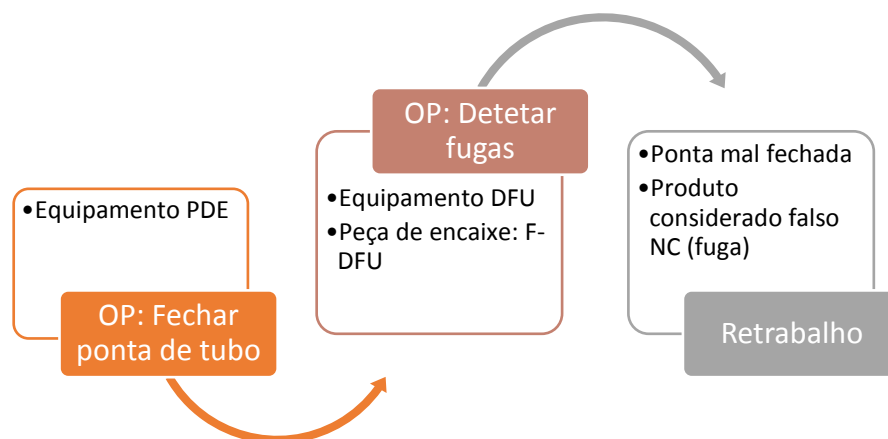


Figura 19: Operações do processo e as suas causas de retrabalho

O equipamento emite um sinal vermelho e operadora rejeita o produto. Aqui surgem duas formas de retrabalho:

- Caso 1: Tubo não está fechado e retorna à operação anterior (retrabalho na PDE);
- Caso 2: A operadora não inseriu de forma correta o tubo na peça F-DFU e emite um sinal falso de não conforme no equipamento DFU. O produto é novamente testado, introduzindo melhor o tubo na peça F-DFU e o produto passa a conforme.

Na Tabela 6 é possível verificar a quantidade retrabalhada e o percentual para os dois casos, tendo em conta a quantidade da ordem de fabrico que correspondem a 1 mês de produção.

Tabela 6: Estudo de quantidade retrabalhada por OF

Qtd OF (peças)	Qtd retrabalhada (peças)		Qtd retrabalhada (peças)	
	Caso 1	%	Caso 2	%
2200	66	3,00%	523	23,77%
9000	301	3,34%	998	11,09%
5400	201	3,72%	711	13,17%
1200	50	4,17%	198	16,50%
9000	206	2,29%	897	9,97%
1200	45	3,75%	221	18,42%
6000	140	2,33%	628	10,47%
1200	35	2,92%	187	15,58%
9000	199	2,21%	201	2,23%
	Média	3,08%		13,47%

Existência de movimentações sucessivas que não acrescentam valor ao processo. Com o aumento de produção e colaboradores, o *layout* encontra-se desorganizado, onde o fluxo de materiais não está definido da forma mais eficaz, detetando-se um movimento excessivo e confusão na movimentação do material para ser fabricado.

Para exemplificar o movimento dos materiais na fábrica e as distâncias percorridas, foi elaborado o seguinte diagrama de Spaghetti (Figura 20), como forma de visualização qualitativa da distância percorrida pelos diferentes produtos produzidos na empresa.

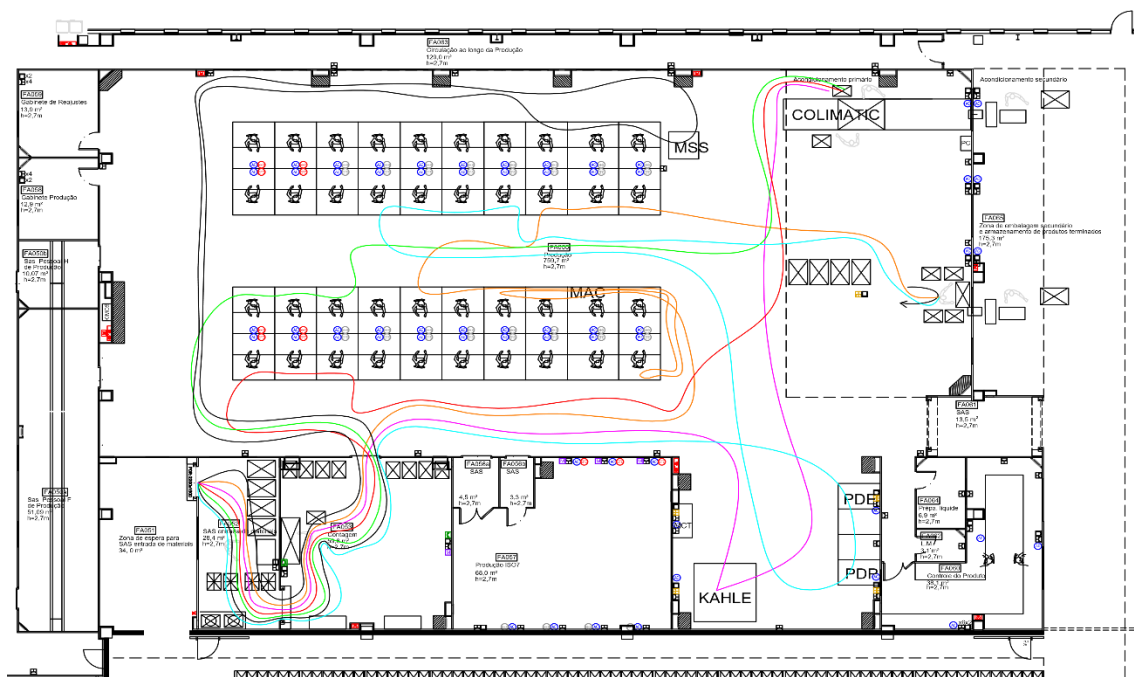


Figura 20: Diagrama de Spaghetti

Tal como mencionado anteriormente, os produtos entram sempre pela pré-pesagem e depois na pesagem, onde permanecem até serem necessários na área produtiva. Quando a OF está pronta a ser produzida, os carros com os componentes são transportados para diversas zonas dependendo de onde está definida a sua produção. É através da verificação do diagrama de Spaghetti que podemos verificar que existem muitos cruzamentos de produtos e o seu fluxo por vezes não é contínuo. No AutoCAD verificou-se as distâncias percorridas pelos diferentes produtos produzidos na empresa (Tabela 7).

Tabela 7: Distância percorrida por produto

Produto	Distância percorrida (m)
Produto A (linha laranja)	101,6060
Produto B (linha azul-claro)	108,4144
Produto C (linha preta)	128,8330
Produto D (linha vermelha)	67,9298
Produto E (linha rosa)	69,5171
Produto F (linha verde)	70,4592

Pode-se verificar que o produto A, B e C são os que percorrem maiores distâncias e os produtos D, E e F percorrem menores distâncias e são similares.

Na análise do *layout* também se detetou a necessidade de definir outras zonas, tais como:

- Zona de carros com os componentes prontos a serem fabricados que permanecem na zona de pesagem (necessidade referida anteriormente);
- Zona de quarentena (qualidade);
- Zona de *stock* de OF com produto final (produto que aguarda embalagem);
- Zona de reciclagem.

3.4 Síntese dos problemas identificados

Neste capítulo é apresentada a visão para os problemas acima referidos assim como as propostas de melhoria apresentadas (Tabela 8).

Tabela 8: Problemas/Oportunidades de melhoria dos processos identificados

Processo	Identificação do problema	Proposta de melhoria
Pesagem	A zona de pesagem apresentasse sem espaço devido ao elevado número de carros armazenados nesta zona sem identificação	Melhoria do <i>layout</i>

Processo	Identificação do problema	Proposta de melhoria
	Falta de identificação do estado dos materiais que se encontram no carros de transporte	Projeto gestão visual Cartões de identificação
Produção	Falta de autonomia	Projeto gestão visual Desenvolvimento de um quadro de planeamento
	Limpeza, organização e identificação das ferramentas	Projeto 5S
	Falta de ajuda visuais no posto de trabalho	Projeto gestão visual Cartões de identificação
	Movimentações excessivas	Melhoria do <i>layout</i>
	Falta de zona fixa para arrumação do material das operadoras	Projeto 5S
	Sucessiva necessidade de operações de retrabalho	Utilização de ferramentas para eliminação de causas de NC

3.5 Propostas de Melhoria

A partir da análise realizada e identificados as estratégias a implementar para eliminar ou minimizar as causas de desperdício, passa-se de seguida a apresentar as respetivas propostas de melhoria. Importa referir que a empresa possui regras muito restritas por pertencer à indústria dos dispositivos médicos e a sua produção ser em ambiente controlado. As sugestões de melhoria carecem por isso, de cumprir também com as boas práticas de fabrico desta área. Ao longo do capítulo irão ser referidas as restrições encontradas no decorrer do trabalho. É importante referir que a Vygon Portugal é uma empresa recente e em crescimento que não possui nenhuma metodologia *lean* implementada e não tem apostado em melhoria contínua.

3.5.1 Projeto 5S

Decidiu-se implementar o projeto 5S, método que auxilia as empresas no processo de melhoria contínua dos seus produtos/serviços para colmatar os desperdícios referidos

na análise. A aplicação na metodologia 5S tornou-se o ponto de partida deste estudo, uma vez que a empresa por ser recente carece dos princípios básicos. Com o crescimento da empresa torna-se primordial combater os erros por falta de identificações, o não saber fazer por não perceber o que está no seu posto de trabalho, a dependência da hierarquia, etc. A rastreabilidade e o seguimento correto dos lotes dos componentes é muito importante na área em que a empresa está inserida. Posto isto, tornou-se primordial a implementação dos 5S. Os 5S são uma metodologia de aplicação simples que se traduz em inúmeros ganhos. No decorrer da sua implementação, foi possível avaliar as melhorias e benefícios inerentes à aplicação desta metodologia, através da visualização clara do antes e depois da sua implementação. A metodologia 5S foi utilizada nos seguintes problemas:

Produção - Limpeza, organização e identificação das ferramentas

A aplicação da metodologia 5S na área das ferramentas dividiu-se nas seguintes fases:

- Fase 1: Recolha de todas as ferramentas, peças e pequenas máquinas. Pediu-se a todos os colaboradores para colocarem as ferramentas e peças que possuíam numa caixa criada para o efeito. Todas as pequenas máquinas foram transportadas para um local comum.
- Fase 2: Verificação de todo o material. Procedeu-se à divisão das peças e ferramentas por família de produto onde são utilizadas. Algumas peças obsoletas e/ou danificadas foram descartadas. Peças sujas foram limpas.
- Fase 3: Identificação de todas as peças e ferramentas. As pequenas máquinas já se encontravam identificadas e outras foram identificadas novamente devido à etiqueta de identificação já não se encontrar conforme.
- Fase 4: Avaliação do melhor método de armazenamento, organização e limpeza.
- Fase 5: Avaliação do local na fábrica para o método de armazenamento escolhido na fase anterior. Para isso, avaliou-se a necessidade de proximidade do material às pessoas e locais destinados. Foi escolhido uma estante para as pequenas máquinas necessárias na área produtiva e um armário com divisões para as pequenas peças e ferramentas. Também foi necessário definir uma zona na área produtiva para armazenamento das pequenas ferramentas que necessitam de limpeza após utilização. Assim as

colaboradoras deixam as ferramentas no local destinado, preenchem o registo e o técnico procede à sua limpeza e arrumação.

Fase 6: Divisão com fita-cola da estante com as respetivas identificações dos equipamentos e ferramentas e colocação de etiquetas de identificação no armário.

Relembrando que todos os equipamentos e ferramentas se encontravam dispersos pela produção, nas Figuras 21, 22 e 23 é possível verificar o após a aplicação da metodologia 5S.



Figura 21: Zona de limpeza das pequenas ferramentas: zona de registo, colocação em limpeza (à esq.) e zona de arrumação com identificações (à dir.)



Figura 22: Zona de armazenamento de pequenas máquinas em estante (à esq.) e vista pormenorizada da divisão com as identificações por equipamento (à dir.)



Figura 23: armário das ferramentas

Metodologia 5S nas ferramentas contribuiu para:

- Eliminação das perdas de tempo à procura do material bem como atrasos no início da produção;
- Arrumação do material em locais definidos;
- Diminuição da frustração dos colaboradores;
- Diminuição da dispersão de material na área produtiva;
- Melhorar a distribuição de tarefas na limpeza das ferramentas que facilita a que estejam sempre disponíveis para a produção quando necessário;
- Prevenir que os materiais e ferramentas possam ser danificados e evita a compra de materiais em duplicado;
- Promover cultura de sensibilidade, respeito e cuidados pelos recursos da empresa, favorecendo o sentido de responsabilidade por exemplo pelos padrões de limpeza.
- Introduzir todas as codificações das pequenas máquinas e ferramentas nas gamas operatórias dos produtos, facilitando a montagem dos postos de trabalho.

Produção - Organização do material das operadoras de produção

Outro dos problemas identificados para o projeto 5S foi a organização do material das operadoras, uma vez que também ficava disperso pela produção no final do turno. Tornou-se imprescindível a criação de um espaço de fácil acesso na empresa para o armazenamento das caixas. Optou-se por adquirir e colocar uma estante na zona de entrada/vestiário, permitindo que no início do turno, as operadoras de produção se dirijam à estante para recolher a sua caixa e no final do turno depositem-na no local com o seu código de identificação. Para isto, foram realizadas divisórias na estante com fita-cola para permitir a identificação do código da operadora de produção, facilitando que ao irem recolher a caixa, não precisem de a procurar uma vez que estará no local com a sua identificação. Na Figura 24 e 25 é possível visualizar o após a aplicação da metodologia 5S no momento em que foi aplicado e após 4 meses.



Figura 24: Estante com o material das operadoras



Figura 25: Estante com o material das operadoras após 4 meses da implementação

3.5.2 Projeto Gestão Visual

A gestão visual consiste na utilização de meios visuais que permitam conhecer instantaneamente qual a situação das operações e tomar de imediato as decisões necessárias. Tal como a metodologia 5S, a gestão visual também se tornou importante neste estudo.

A gestão visual foi utilizada nos seguintes problemas:

Produção - Falta de autonomia

Na fase de análise foi identificado que no início do turno, as operadoras de produção não sabem qual a sua função do dia, ocorrendo desperdício de tempo produtivo. A comunicação, informação e autonomia tanto das operadoras de produção como da *team leaders* foi considerada primordial. Para cultivar a autonomia, elaborou-se um quadro de planeamento na produção que permitirá uma reunião diária com as *team leaders* e responsáveis, partes interessadas para o escalonamento da produção. Assim, pretendeu-se fornecer uma ferramenta visual a toda equipa, um quadro de planeamento com etiquetas por produto/OF.

A elaboração do quadro foi dividida em quatro fases:

Fase 1: análise e avaliação da informação da etiqueta de produção (Figura 26). Optou-se pela seguinte estrutura com apenas a informação indispensável:

Informação do produto e OF

- Data de início de OF
- Data de fim da OF: corresponde à data onde o produto deverá estar acondicionado e pronto para expedição. É a partir desta data que as ordens de fabrico são escalonadas.
- Prioridade: a preencher caso o produto se encontre em ruptura de stock e/ou a pedido urgente da casa mãe.
- Referência do produto (Ref.)
- Designação do produto (Desig.)
- Número de OF (Nr OF)
- Quantidade a produzir (Quant.)

Informação relativa à expedição do produto (informação considerada importante após ocorrer um envio para o destinatário errado):

- Destino/entrega
- Tipo de esterilização

A Vygon Portugal possui uma máquina semi-automática de acondicionamento em blister, com vários moldes por produto e diferentes tipos de papel e filme. A responsabilidade de mudança de molde é da equipa de manutenção aquando do aviso da *team leader*, o que muitas vezes era ineficaz. De forma a que também a equipa de manutenção consiga escalonar as mudanças de moldes de acordo com os produtos em produção, decidiu-se inserir informações relativas ao embalamento:

- Molde necessário (M)
- Papel (P/S) distinguidos por código de cores
- Filme (F) distinguidos por código de cores

Data Início						PRIORIDADE	
Data Fim							
Ref.	00085601					Destino	Verneuil
Desig.	BIOSPIKE B					Esterilização	OE
Nr OF							
Quant.							
M	B116/0	P/S	70700702 Microgrid	F	70860201 PP/PA/PE 150		

Figura 26: Proposta de etiqueta de produção

Fase 2: análise e avaliação das divisões necessárias para o quadro de planeamento

Optou-se por criar uma área no quadro à esquerda para OF's em que os componentes já estão preparados como forma de obter uma visão global de todas as OF's que estão à espera de produção. No canto inferior esquerdo, existe uma seção para os colaboradores que se encontram ausentes por motivos de férias, doença, etc, permitindo de forma rápida e eficaz dar o conhecimento necessário às *team leaders* dos colaboradores ausentes.

No meio do quadro optou-se por criar a área de produção, ou seja, produtos/OF's que já encontram em produção, dividido por zonas de trabalho (zona 1, 2, 3, 4 e 5 e Seldisafe) de acordo com as nomenclaturas já existentes e afixadas na empresa. No verso do quadro está a zona 5 e as 3 máquinas de embalamento existentes (ESS-01, ESS-02 e

EMB-01). Criou-se uma pequena etiqueta com o nome das operadoras. Desta forma, facilmente as operadoras conseguem identificar no início do turno qual a OF à qual estão destinadas.

Na zona à direita do quadro, existe uma zona de informações, dividida nos 3 departamentos afetos à produção, onde é possível escrever informações para os respetivos departamentos.

Fase 3: elaboração de um Excel contendo base de dados de todos os produtos e informações necessárias para preenchimento de todos os campos das etiquetas. O excel foi otimizado de forma a o utilizador apenas introduzir o código do produto e automaticamente os campos Designação, Destino, Esterilização, Molde, P/s e F são preenchidos. Os campos data início, data fim, nr OF e Quant. não são automáticos, podendo no futuro o ser com a integração da etiqueta no ERP da empresa.

Fase 4: Atribuição de responsabilidades para o funcionamento do quadro. Estabeleceu-se que após escalonamento da OF's e impressão dos documentos necessários, o responsável de produção tem também a responsabilidade de imprimir a etiqueta e anexá-la à restante documentação. O operador da preparação das OF's quando termina a preparação, preenche os campos não automáticos data início, data fim, nr OF e Quant e cola a etiqueta no quadro na zona "OF's preparadas" quando a preparação da OF terminou. As *team leaders* e o responsável de produção tem assim uma visão geral de todas as OF's que estão preparadas. No final do turno, ocorre uma reunião com as *team leaders* e responsável de produção, onde é decidido as OF's a produzir no dia seguinte e os colaboradores afetos a cada trabalho.

Nas Figuras 27 e 28 é apresentado o quadro de planeamento.

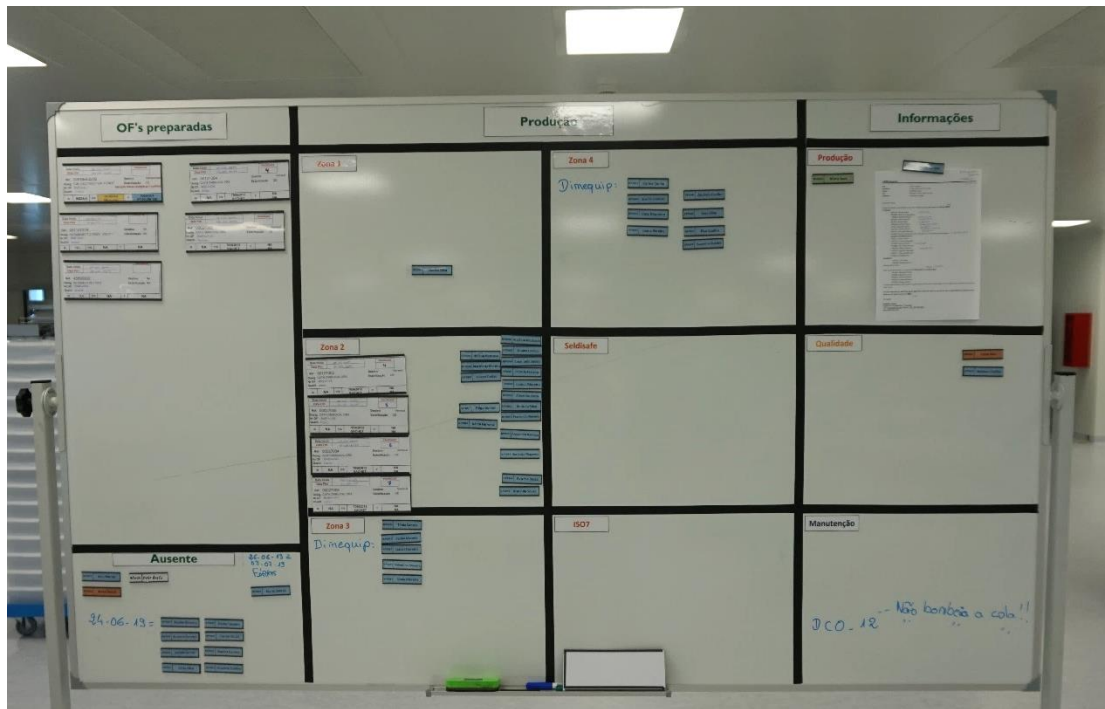


Figura 27: Quadro de planeamento (frente)

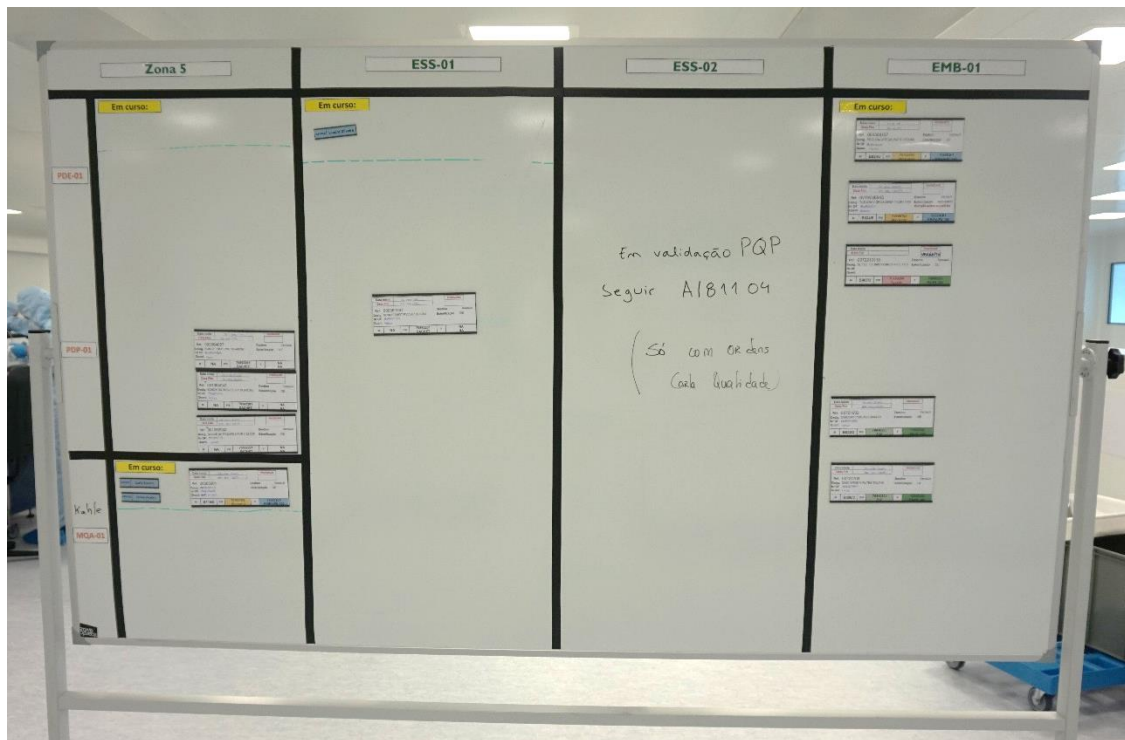


Figura 28: Quadro de planeamento (verso)

Pesagem - Identificação dos carros de transporte

Tal como descrito anteriormente, os carros com os componentes contêm a documentação da OF. Existem muitos carros espalhados na produção que não é visível o seu estado de processamento. De forma a facilitar a perceção do estado de processamento de materiais foram criadas etiquetas com os quatro estados mais importantes para a produção: Em curso, Preparada, Aguarda decisão e Não conforme (Figura 29). Também foi criado na empresa um suporte para introduzir no carro que irá conter a documentação da OF e o estado da OF (Figura 29). Só assim, os carros poderão estar de forma segura na produção porque desta forma evitar-se-á erros, como as operadoras usarem componentes semelhantes que se encontram noutra carro mas que a OF não se encontra em curso de produção, poupança de micas e sacos de plástico (onde a documentação era colocada) e uma forma de comunicação entre a qualidade e a produção, caso existam problemas de qualidade e a OF necessite ser bloqueada.

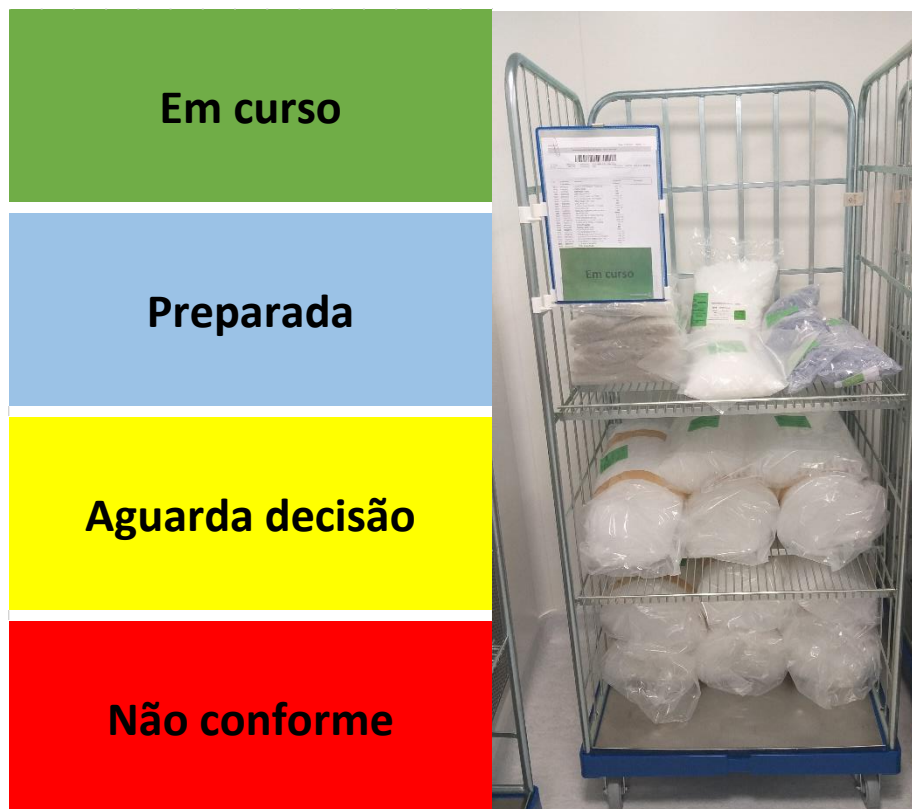


Figura 29: Etiquetas de identificação do carro (esq.) e foto de carro com suporte (à dir.)

Produção - Falta de ajudas visuais nos postos de trabalho

A Vygon Portugal produz diversos de produtos por *job shop* onde a sua etapa de fabrico nem sempre é visível sem ser necessária a verificação ou questionar a *team leader*. Para facilitar o trabalho da *team leader*, enganos no processamento e autonomia das operadoras foram criadas ajudas visuais, que consistem em cartões plastificados com as diversas operações necessárias para produção do produto. Cada caixa que contém material já processado possui um cartão, onde está preenchido o código do produto, OF correspondente e as operações às quais o produto foi sujeito (Figura 30). Quando iniciam a produção, os cartões são preenchidos e no fim são limpos com álcool isopropílico e arrumados. Esta solução foi muito bem recebida pelas colaboradoras e *team leaders* e verifica-se a constante preocupação de todos na identificação de todas as caixas.

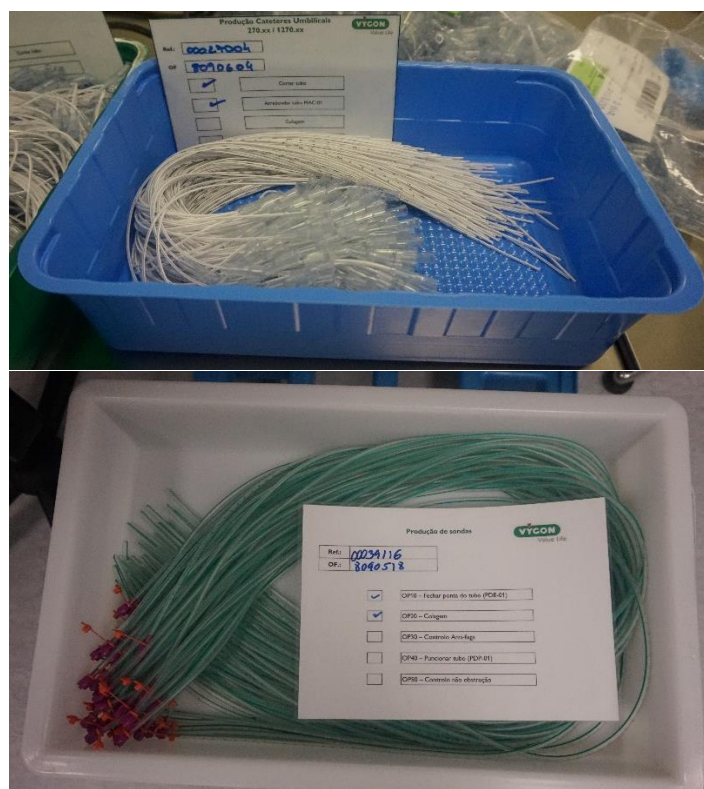


Figura 30: Exemplos de ajudas visuais implementadas nos postos de trabalho

3.5.3 Retrabalho

Como referido anteriormente, as duas formas mais frequentes de retrabalho surgem quando o tubo não foi corretamente fechado na máquina PDE e necessita de ser retrabalhado e quando o tubo não é bem introduzido na peça F-DFU do equipamento de fugas e é emitido um sinal falso de não conforme, sendo necessário reiniciar o ciclo para se concluir se o produto é efetivamente não conforme ou conforme. Para uma melhor identificação das causas do retrabalho, recorreu-se a um diagrama de Ishikawa (Figura 31), que materializa os *feedbacks* do departamento de produção e qualidade.

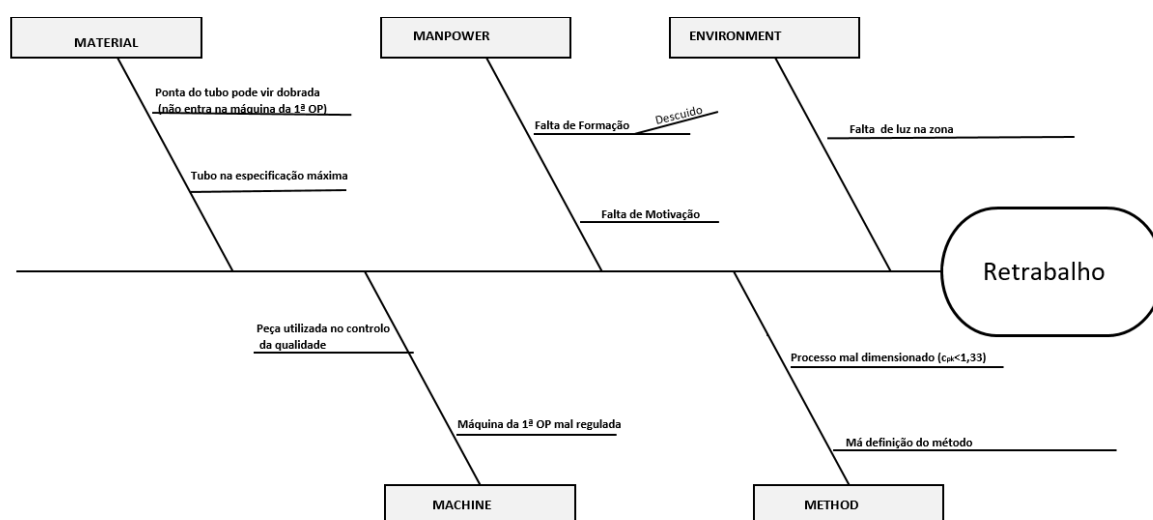


Figura 31: Diagrama de Ishikawa

Procedeu-se à elaboração de um plano de ações (Tabela 9).

Tabela 9: Plano de ações

Plano de ações			
Identificação do problema	Causas	Proposta de melhoria	Ponto de situação
Retrabalho	Ponta do tubo pode vir dobrada (não entra na máquina PDE da 1ªOP)	Formação aos responsáveis pela preparação das OFs para não colocarem os tubos dobrados nos carros de transporte	Realizado

Formação sobre a operação na máquina PDE	Realizar nova formação focando a necessidade do tubo ser corretamente introduzido no molde. Também foi referido para realizarem controlo visual da ponta do tubo	Houve necessidade de avaliar tempo padrão e OEE da máquina após pedido de controlo visual - Realizado
Falta de luz na zona	Colocação de um candeeiro com lupa no posto de trabalho	Realizado
Peça F-DFU utilizada no equipamento DFU	Elaboração/construção de uma nova peça	Necessidade de avaliação da capacidade do processo antes e após a implementação da nova peça F-DFU - Realizado
Máquina PDE mal regulada	Revalidação da máquina e verificação dos parâmetros	Realizado

As duas formações foram realizadas o que permitiu colmatar as duas causas acima referidas. De salientar, que na formação sobre a operação na máquina PDE foi pedido às operadoras para realizarem controlo visual ao tubo (verificação visual se o tubo está efetivamente fechado) após o ciclo da máquina PDE. Como anteriormente não era realizado, foi necessário avaliar através de cronometragem o tempo padrão e calcular o OEE da máquina PDE (Tabela 10).

Tabela 10: Avaliação do tempo padrão e OEE antes e após implementação de controlo visual

	Sem controlo visual	Com controlo visual
Tempo padrão (pc/h)	1000	1000
OEE (%)	70	79

O tempo padrão manteve-se uma vez que o controlo visual do tubo N é realizado no decorrer do ciclo da máquina para o tubo N+1, o que não impacta no tempo da operação. O OEE aumentou, visto que a variável “qualidade” aumentou. Novos estudos deverão ser realizados às variáveis “disponibilidade” e “performance” do OEE.

Um dos graves problemas de retrabalho era a peça de encaixe F-DFU no equipamento DFU, visto que existem muitos falsos não conforme. Estudou-se uma nova peça para facilitar o encaixe de forma a que fosse mais fácil a introdução do tubo na peça por parte das operadoras. Efetuou-se uma análise para verificar se o processo se encontra sob controlo e à capacidade do processo antes e após implementação da nova peça, que consistiu no registo dos valores de fuga registados no equipamento DFU.

Estudo antes da implementação da nova peça

Foram detetadas 3 peças assinaladas como não conforme e quando se encaixem de forma mais correta o tubo na peça de encaixe F-DFU, as peças tornaram-se conforme. Para o estudo, apenas se considerou os valores conforme.

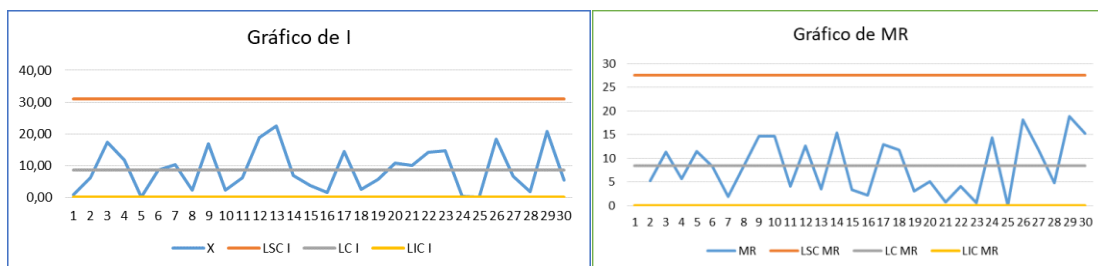


Figura 32: Cartas de controlo antes da implementação

Através das cartas de controlo (Figura 32) é possível concluir que o processo se encontra sob controlo.

No entanto, através do cálculo do C_p e C_{pk} onde $LIE = -5 Pa$ e $LSE = 25 Pa$ (Tabela 11), é possível concluir que o processo não se encontra controlado e de acordo com as especificações (C_p e $C_{pk} < 1,33$).

Tabela 11: Análise da capacidade do processo antes da implementação

Parâmetro	Valor
σ	6,82
C_p	0,73
C_{pk}	0,67

Estudo após implementação da nova peça

Não foram detetadas peças não conforme.

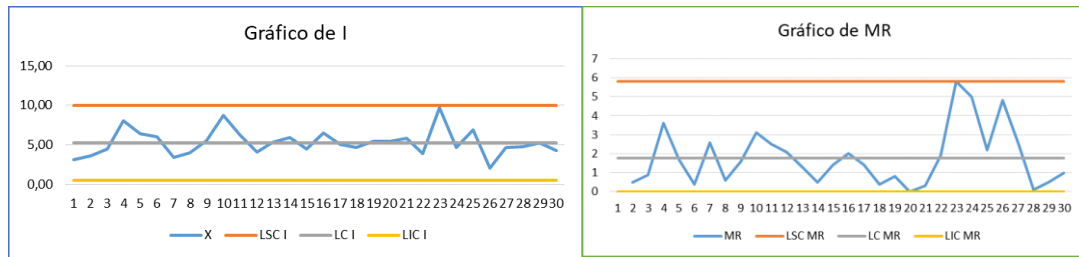


Figura 33: Cartas de controlo após implementação

Através das cartas de controlo (Figura 34) é possível concluir que o processo encontra-se sob controlo. O processo encontra-se centrado (Figura 35).

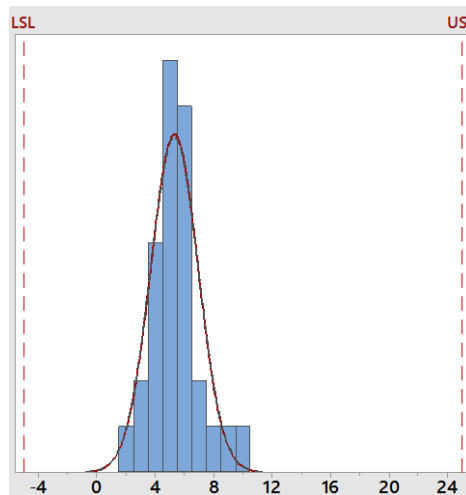


Figura 34: Histograma do processo

Através do cálculo do Cp e Cpk, onde LIE = -5 Pa e LSE = 25 Pa (Tabela 12), é possível concluir que o processo se encontra controlado e de acordo com as especificações (Cp e Cpk > 1,33).

Tabela 12: Análise da capacidade do processo após implementação

Parâmetro	Valor
σ	1,62
Cp	3,01
Cpk	2,12

Anteriormente, a força da operadora era fulcral para o sucesso da operação. Após implementação da nova peça em que não é necessária a aplicação de força, verificou-se uma melhoria do processo, reduzindo em média 13% dos falsos não conformes. Isto deve-se ao facto de o tubo ser encaixado sempre da mesma forma na peça e não tão dependente da força da operadora. Assim, a operação tornou-se mais fácil e viável, tornando o processo sob controlo e dentro das especificações. A variabilidade de resultados do processo também diminuiu e por consequência os falsos não conforme e a necessidade de retrabalho.

3.5.4 Melhoria no *layout*

Com o crescimento da empresa, aquisição de novas máquinas e recrutamento de operadores, tornou-se primordial a análise do *layout*.

Primeiramente, optou-se por dividir a área produtiva e a área de expedição em zonas, tais como:

Área produtiva

- Pré-pesagem e pesagem: zonas já referidas anteriormente.
- Zona A: onde se efetuam os trabalhos de montagem com auxílio a pequenas máquinas, à exceção da MAC e MSS.
- Zona B: onde se encontram máquinas de maiores dimensões.
- Zona C: onde é realizado o embalamento em blister ou saco.

Área de expedição

- Zona de embalamento: onde é realizado o embalamento manual em caixa.
- Zona de produto final em palete que aguarda validação da qualidade.
- Cais de expedição.

Na Figura 35 é possível visualizar o *layout* da fábrica com as diferentes zonas assinaladas.

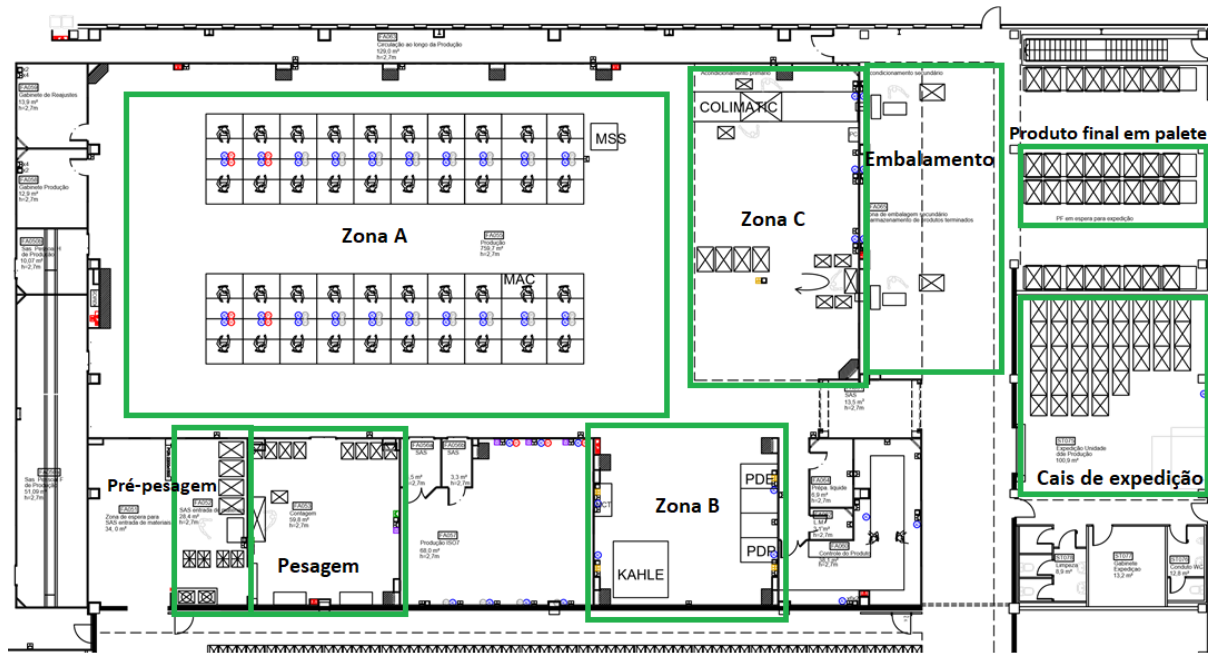


Figura 35: *Layout* da fábrica inicial

Para o estudo do *layout*, várias características devem ser tidas em consideração:

- As grelhas de extração de ar não devem ser obstruídas (marcações existentes e assinaladas na Figura 35 – retângulo cinzento e de seguida exemplo na Figura 36);



Figura 36: Grelha de extração

- A máquina KAHLE (presente na zona B) deve-se encontrar separada da zona de montagem manual porque emite uma luz UV que pode prejudicar a qualidade dos outros produtos;
- A zona de C é fixa, uma vez que já existem saídas nas paredes com tapetes para a zona de embalagem em caixa (Figura 37);



Figura 37: Exemplo de tapete de saída das embaladoras

- As janelas não devem ser obstruídas;
- A pré-pesagem e pesagem são zonas fixas;
- A empresa adquiriu recentemente 2 novas máquinas similares à PDE e PDP para duplicar a produção.

A Vygon Portugal produz diversas famílias de produtos onde algumas dessas famílias podem ser produzidas em qualquer espaço da zona A, uma vez que apenas acarretam a movimentação de mesas e de pequenas máquinas e ferramentas. Algumas dessas famílias não representam um volume de vendas considerável e são produzidas em média 1 vez por mês. Dentro destas famílias podem-se encontrar o Produto D, E e F. Não havendo qualquer imposição neste tipo de produtos, optou-se por concentrar o estudo do *layout* no fluxo de produtos A, B e C em que os postos não podem ser variáveis diariamente (existência de máquinas, produção contínua e diária). Com este estudo, pretendeu-se também melhorar o fluxo de materiais com maior volume de vendas bem como o fluxo de produtos com maior perspectiva de crescimento que correspondem aos produtos A e B e C. Como a zona C é fixa, tomou-se em consideração o destino final de embalagem dos produtos nas 2 máquinas existentes, tentando-se aproximar a produção dos produtos à máquina de embalagem correspondente. Cumprindo estas restrições, a proposta de *layout* é apresentada na Figura 38.

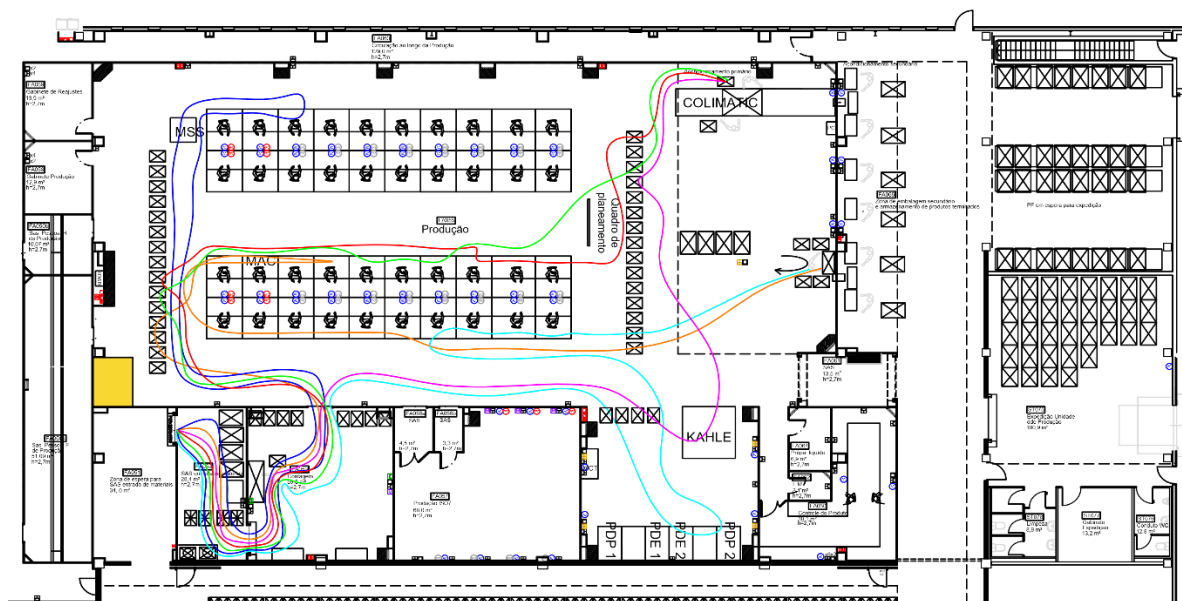


Figura 38: Layout proposto

Com a implementação do *layout* proposto, a empresa terá mais-valias na redução de distâncias (Tabela 13), que permitirá a diminuição dos movimentos dos produtos, pessoas e cruzamento de fluxo (comparar Figura 20 com Figura 38).

Tabela 13: Comparação das distâncias percorridas por produto

Produto	Distância percorrida inicial	Distância percorrida após melhoria do <i>layout</i> (m)	% melhoria
Produto A (linha laranja)	101,6060	81,2590	20,0%
Produto B (linha azul-claro)	108,4144	88,2194	21,4%
Produto C (azul)	128,8330	91,2844	29,1%
Produto D (linha vermelha)	67,9298	69,3330	- 0,04%
Produto E (linha rosa)	69,5171	62,1498	10,6%
Produto F (linha verde)	70,4592	68,0276	3,4%

De salientar as % de melhoria dos produtos acima designados como possuírem maior volume de vendas (Produto A, B e C). Também foi definido, zona de quarentena

(representado a amarelo), zona de reciclagem (representado a preto), zona do quadro de planeamento e zona em espera de embalagem e zonas de produto em espera para produção. As zonas de produto em espera para produção criada nas zonas A e B permitirão eliminar o estacionamento dos carros dos componentes na zona de pesagem, criando maior flexibilidade na zona de pesagem. Com a implementação deste novo *layout*, foi criado também uma nova linha de produção para o fabrico do produto B já estando estabelecido a zona para as duas novas máquinas PDE e PDP. Algumas mesas encontram-se livres na Zona A ficando disponíveis para produção de novos produtos. Assim, o fluxo geral dos produtos será de acordo com a Figura 39.



Figura 39: Fluxo de produtos após melhoria de *layout*

3.6 Análise de Resultados

Com a implementação das melhorias apresentadas aos problemas detetados no caso de estudo, foi possível verificar ganhos para a empresa que passam a ser descritos na Tabela 14.

Tabela 14: Análise de resultados das soluções implementadas

Identificação do problema	Proposta de melhoria	Ganhos
Desorganização dos carros de transporte – falta de existência de zona para o seu estacionamento	Melhoria do <i>layout</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição das distâncias percorridas pelas operadoras e pelos produtos, 25% de redução para os produtos com maior volume de fabrico - Fluxos produtivos sequenciais e organizados na zona produtiva bem como na zona de pesagem. - Diminuição do cruzamento de produtos. Fluxo de entrada e saída de OFs estabelecido: zona de OFs preparadas → em curso → aguardam embalagem. - Organização do fluxo segundo o seu destino final e por zonas de trabalho. - Criação de um espaço de trabalho amplo e organizado. - Criação de uma área para os carros de transporte, libertando espaço na zona de pesagem.
Movimentações excessivas		<ul style="list-style-type: none"> - Organização do fluxo segundo o seu destino final e por zonas de trabalho. - Criação de um espaço de trabalho amplo e organizado. - Criação de uma área para os carros de transporte, libertando espaço na zona de pesagem.
Identificação dos materiais que se encontram no carrinho de transporte	Projeto gestão visual Cartões de identificação	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminação da probabilidade de erro (uso de componentes que estão em produção vs em espera). - Melhoria da comunicação entre qualidade e produção
Falta de autonomia	Projeto gestão visual Desenvolvimento de um quadro de planeamento	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminação do tempo perdido no início do turno por falta de instruções (cerca de 8min/dia). - Comunicação mais eficaz. - Informação importante no dia-a-dia da empresa afixada e de fácil acesso. - Adoção de reuniões diárias de produção.
Limpeza, organização e identificação das ferramentas	Projeto 5S	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição da dispersão do material, eliminando o tempo à procura das ferramentas (cerca de 8,5h/mês). - Diminuição de esperas no início de produção. Contribuição para que o material esteja sempre pronto e limpo quando necessário. - Melhoria das gamas operatórias, auxiliando assim na montagem dos postos de trabalho.
Falta de ajuda visuais no posto de trabalho	Projeto gestão visual Cartões de identificação	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminação da ocorrência de erros e de tempo de espera no início do turno. Excesso de processamento.

Falta de zona fixa para arrumação do material das operadoras	Projeto 5S	<ul style="list-style-type: none">- Diminuição da procura das caixas no início do turno.- Motivação das colaboradoras.- Melhoria da organização dos postos de trabalho.
Sucessiva operação de retrabalho	Melhoria no processo produtivo	<ul style="list-style-type: none">- Melhoria do OEE da máquina (aumento da variável qualidade).- Melhoria do processo produtivo (implementação de uma nova operação que não impacta no tempo padrão).- Redução em média de 13% dos falsos não conformes.- Cp e Cpk > 1,33.

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES FINAIS

4.2 TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES

Neste capítulo são reunidas as conclusões do projeto desenvolvido de melhoria do processo produtivo da empresa Vygon Portugal assim como são descritas algumas considerações para futuros trabalhos a desenvolver.

4.1 CONCLUSÕES

A empresa Vygon Portugal iniciou a sua atividade produtiva em Portugal no início de 2015. Por ser uma empresa recente e em franco crescimento, necessitou de apostar em metodologias para melhorar a sua eficiência, produtividade e entrega à casa-mãe no prazo esperado e com a qualidade pretendida. Princípios básicos foram necessários aplicar para evitar a dependência da hierarquia, colmatar o conhecimento centralizado na chefia e desta forma alcançar um ambiente de trabalho produtivo, em que cada colaborador se sinta envolvido na empresa e esteja formado para cumprir a sua função de forma autónoma, com motivação e responsabilidade pelo seu trabalho. Ao longo do trabalho, houve um aumento de 70% de contratações para o setor da produção, sendo necessário agir rapidamente para dar meios aos colaboradores para estes serem mais eficazes, produtivos, evitar os erros, melhorar a comunicação entre departamentos e dentro da mesma equipa.

Este projeto tornou-se um ponto de partida importante na empresa em Portugal para a área da melhoria contínua, área em que pouco se apostou.

Os principais contributos para a empresa foram os seguintes:

- Projeto 5S: tornou-se imprescindível iniciar este estudo pela metodologia 5S como ponto de partida, para combater os erros por falta de identificações, o não saber fazer por não perceber o que está no seu posto de trabalho, eliminar das perdas de tempo à procura do material bem como atrasos no início da produção, diminuir a frustração dos colaboradores e dispersão de material na área produtiva. Foi implementada na zona das ferramentas e zona do material das operadoras e gerou uma melhor organização dentro da área produtiva, motivação dos colaboradores, melhoria do espaço de trabalho e diminuição do tempo à procura dos utensílios.

- Projeto gestão visual: empresa pequena e quando necessária a sua expansão em termos de pessoal, detetou-se falta de autonomia por parte das operadoras e das *team leaders* por não existirem meios simples e eficazes para a gestão da produção. Para isso, optou-se por um quadro de planeamento que foi muito bem aceite por todos os intervenientes, melhorando a comunicação, o acesso a informação importante no dia-a-dia da produção e auxiliar reuniões diárias de produção com todos os intervenientes. Os erros cometidos por não saber o que está no seu posto de trabalho, por não perceber qual o nível de processamento do produto foi eliminado por cartões visuais. Atualmente, nos produtos em que se aplica, não existe nenhuma caixa sem identificação, sendo que as colaboradoras se sentem responsabilizadas pela sua identificação.
- Alteração do *layout*: com o aumento do volume de produção e a chegada de novas máquinas, o *layout* encontrava-se completamente desatualizado, havendo cruzamento de componentes, falta de espaço, organização e movimentações excessivas. O *layout* foi alterado e conseguiu-se reduzir as distâncias e criar um fluxo contínuo dos produtos.
- Melhoria do processo produtivo do produto com maior volume de produção: devido à elevada taxa de retrabalho foi realizado um estudo no processo produtivo. Detetou-se as causas de retrabalho e desta forma solucionou-se o problema, aumentando o OEE e diminuindo os falsos não conforme.

4.2 TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, a empresa deverá continuar a apostar na melhoria contínua. Sem esta não poderá melhorar o desempenho da empresa e a sua qualidade. Para isso, deve continuar a apostar na implementação de metodologias *lean* noutras seções da empresa e investir em métricas para avaliar o seu sistema produtivo.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Abrunhosa, A. (2012). *A Gestão do Chão de Fábrica e o Processo de Melhoria Contínua* (Tese de Mestrado), Universidade de Aveiro.
- Al-Aomar, R. A. (2011). Applying 5S Lean Technology: An Infrastructure for Continuous Process Improvement. *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, 5, 2645-2650.
- Badiger, A. S. (2008). A proposal: evaluation of OEE and impact of six big losses on equipment earning capacity. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 2(3), 234-248.
- Bauer, H., Brandl, Felix, Lock, Christopher, Reinhart, Gunther (2018). Integration of Industrie 4.0 in Lean Manufacturing Learning Factories. *Procedia Manufacturing*, 23, 147-152.
- Behrouzi, F. (2011). Lean performance evaluation of manufacturing systems: A dynamic and innovative approach. *Procedia Computer Science*, 3, 388-295.
- Carr. (2006). Philosophy, methodology and action research. *Journal of Philosophy of Education*, 40(4), 421-435.
- Courtis, A., Pillet, Maurice, Martin-Bonnefous Chantal. (2016). *Gestão da Produção: Lidel* - Edições Técnicas, Lda.
- Dailey, K. W. (2014). *The Lean Manufacturing Pocket Handbook: DW*.
- Farinha, L. (2015). *Lean manufacturing – Uma História de Sucesso em Portugal*. (Tese de mestrado), Escola Superior de Gestão de Tomar.
- Feld, W. M. (2001). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*: CRC Pres.
- Gidey E, J. K., Beshah B and Kitaw D. (2014). The Plan-Do-Check-Act Cycle of Value Addition. *Industrial Engineering & Management*, 3(1), 1-5.
- Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual: The Complete Guide to Just-in-Time Manufacturing* (Vol. 3): CRC Press
- Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual: The Complete Guide to Just-in-Time Manufacturing - Waste and 5'S*: CRC Press

- Jagtap, M. M. (2015). P-D-C-A Cycle As TQM Tool-Continuous Improvement of Warranty. *International Journal on Recent Technologies in Mechanical and Electrical Engineering*, 2(4), 1-5.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*: McGraw-Hill Education.
- Magalhães, M. (2014). *Aplicação de Lean Logistics numa empresa de transportes e prestação logística*. (Tese de mestrado), Universidade do Minho.
- Magar, V. (2015). Application of 7 Quality Control (7 QC) Tools for Continuous Improvement of Manufacturing Processes. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 2(4), 364-371.
- Melton, T. (2005). The Benefits of lean manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(A6), 662–673.
- Míkva, M. (2016). Standardization - one of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149, 329 – 332.
- Muchiri, P., Pintelon, L. . (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535.
- Muñoz-Villamizar, A. (2018). Using OEE to evaluate the effectiveness of urban freight transportation systems: A case study. *International Journal of Production Economics*, 197, 232-242.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento LEAN - a filosofia das organizações vencedoras* (6ª edição ed.): Lidel - Edições Técnicas.
- Rocha, H. (2018). Analysis and Improvement of Processes in the Jewelry Industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 640-646.
- Roriz, C. (2017). Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company *Procedia Manufacturing*, 11, 1069 – 1076.
- Simas, A. (2016). *Gestão Visual em Sistemas Lean: Metodologia de Uniformização*. Universidade Nova de Lisboa.

- Sokovic, M. (2009). Basic Quality Tools in Continuous Improvement Process. *Journal of Mechanical Engineering*, 55(5), 1-9.
- Steenkampa, L., Hagedorn-Hansenb, D, Oosthuizenc, GA (2017). Visual management system to manage manufacturing resources. *Procedia Manufacturing*, 8, 455 – 462.
- Tezel, A., Koskela, L., Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766 - 799.
- Veres, C., Marian, Liviu, Moica, Sorina, Al-Akel, Karam (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900-905.
- Vujovic, A. (2012). *Total Quality Management and Six Sigma* (1ª Edição ed.): InTech.
- Vygon. (2019). *Manual de Acolhimento*.
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Womack, J. P., Jones, Daniel T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and create wealth in your corporation* (F. Press Ed.).